

El papel de las Tecnologías de Información (TI) y el pensamiento Lean en proyectos de mejora de la productividad. El caso Jealsa Rianxeira

Antonio Sartal¹, Xosé H. Vázquez¹

¹ Dpto. de Organización de Empresas. Universidad de Vigo. Rúa Leonardo Da Vinci, s/n, Campus das Lagoas Marcosende. antoniosartal@uvigo.es, xhvv@uvigo.es

Resumen

El presente trabajo examina las sinergias entre el Lean Manufacturing y la implantación de Tecnologías de la Información (TI) a través de un estudio de caso: mejora de la productividad en las líneas de envasado de Jealsa Rianxeira. Así pues, a partir de la adaptación del método de resolución práctica de problemas en 7 pasos (Liker, 2004), el artículo demuestra cualitativamente, cómo la aplicación de los principios Lean, apoyándose en las TI, permite estimular los procesos de mejora continua alcanzando importantes incrementos de la productividad de una forma más rápida y perdurable en el tiempo.

Palabras clave: Lean Manufacturing, Tecnologías de la Información (TI), mejora continua, productividad.

1. Introducción

El cambio tecnológico y la globalización de los mercados se ha traducido en los entornos fabriles en una preocupación obsesiva por producir con mayor calidad, menor coste y en el menor tiempo posible. Es en este contexto en el que podemos entender la gran difusión de filosofías de gestión como el Lean Manufacturing: una aproximación sistemática a la identificación y eliminación de desperdicio -actividades de bajo o nulo valor añadido- a través de la mejora continua y sobre la base de un flujo pull (Womack, Jones y Roos, 1990).

Muchas de las ideas y herramientas englobadas en la filosofía de reducción del desperdicio proceden del sentido común, algunas del legado optimizador de Taylor, y otras de la herencia industrial de Henry Ford pero, sin duda, ha sido Toyota, a través del Toyota Production System (TPS), la que más ha influido en la generación de herramientas Lean y en la propia difusión de esas herramientas. Parte de este legado tiene que ver con la importancia que adquieren las personas en la gestión diaria de los procesos, y la consecuente sospecha de que la introducción masiva de tecnologías de la información (TI) podría desvirtuar el protagonismo toyotiano del factor humano (Shingo, 1988; Ohno, 1988; Liker, 2004).

Las suspicacias sobre las complementariedades de las TI y la cultura Lean vienen, por tanto, de lejos. En el primer artículo en inglés sobre los principios del TPS, Sugimori et al. (1977), sugerían ya que el uso de las TI conllevaba la aparición de determinados aspectos negativos (sobrepoducción, incertidumbre y costes innecesarios) en los entornos industriales. Del mismo modo Eiji Toyoda (1983) afirmaba que “la sociedad ha llegado al punto en que uno puede pulsar un botón y recibir inmediatamente un aluvión de información (...) pero si uno no tiene cuidado corre el peligro de perder la habilidad de pensar. Al final es el ser humano individual quien debe resolver los problemas”.

Con estos antecedentes, el presente trabajo examina el vínculo Lean-TI en proyectos de mejora continua, analizando el papel que juegan las TI en el apoyo a los principios Lean. Nos

proponemos, pues, abordar este debate en un ámbito de interacción Lean-TI concreto y bajo el prisma cualitativo de un estudio de caso: la mejora de la productividad en base a la captura automática de datos y los principios Lean en las líneas de envasado de JEALSA RIANXEIRA. Con el estudio de este caso profundizaremos cualitativamente en la manera de compatibilizar la aplicación conjunta de estos dos tipos de metodologías para estimular procesos de mejora continua y, lo que es más importante, mantenerlos en el tiempo.

En la siguiente sección se lleva a cabo una revisión de la literatura que aborda explícitamente la complementariedad de las TI y la filosofía Lean. El apartado 3 describe las hipótesis de trabajo que pretenden contrastarse con el estudio de caso. A continuación, en los apartados 4 y 5 se profundiza en las características del caso de estudio y los resultados alcanzados respectivamente y finalmente se describen las conclusiones obtenidas y se establecen las líneas futuras de trabajo en el apartado 6.

2. Revisión de la literatura

La literatura académica que aborda explícitamente la complementariedad de las TI y la filosofía Lean es escasa y podría clasificarse fundamentalmente en tres ámbitos: una primera visión consideraría ambas líneas de actuación como complementarias e interdependientes, la segunda tiende a percibir las como mutuamente excluyentes y recientemente puede observarse un tercer caso que aún considerando la posible combinación de este ambos conceptos otorga a las TI un papel secundario dentro de los proyectos Lean.

De este modo, un primer grupo de analistas —entre los que situaríamos a los clásicos antes mencionados— argumentan que las TI en planta no son más que una serie de herramientas sin una filosofía de gestión que las respalde (Drucker, 2001). Así parece constatar, de hecho, en estudios empíricos que demuestran que las inversiones en TI no siempre implican un aumento de la productividad o de la calidad de los productos (Brynjolfsson, 1993). Análogamente, Griffith et al. (1999) encuentran que el cuarenta por ciento de los proyectos corporativos TI son abandonados antes de su finalización, mientras que Markus et al. (1994) sugieren que los sistemas de TI infrautilizados suponen un coste anual extraordinario para las empresas.

Holmström et al. 2009, dentro de esta misma línea, toma una postura un poco diferenciada, aún asumiendo el valor intrínseco de las TI para mejorar el rendimiento de la empresa, indaga cualitativamente —en un estudio de caso muy particular con reducido potencial de generalización— en el impacto negativo sobre los procesos fabriles inmersos en proyectos Lean. Dicho análisis además de centrarse en un entorno industrial muy específico, argumenta sus conclusiones en base a una aplicación TI “a medida” por lo cuál los resultados obtenidos son difícilmente extensibles a otros ámbitos.

Contrariamente a estas opiniones existe un grupo minoritario de autores que defienden la complementariedad de ambas posturas. Mo. 2009, considera la necesidad de llevar a cabo proyectos Lean y TI de forma conjunta como irrenunciable, pero observando Lean como una etapa previa a los proyecto TI con el fin de obtener resultados exitosos. Análogamente, se podría incluir en este primer grupo de literatura a aquellos trabajos que, desde la aparición del concepto “Agile Manufacturing” para enfatizar las peculiaridades de la fabricación flexible, han regenerado la preocupación por los beneficios de las TI (Yusuf et al., 2002).

Finalmente, podría considerarse una tercera postura a medio camino entre las anteriores. Liker (2004), defiende el uso de la TI dentro de los proyectos Lean, pero acota este concepto a “sólo tecnología fiable y absolutamente probada” y la relega a un segundo plano “que dé servicio a la gente y a sus procesos”. Afirma que “los SI no deberán de afectar a la manera de gestionar la empresa” por lo que antes de adoptar una nueva tecnología, Toyota hará estudios para analizar el impacto que tendrá en sus procesos actuales y ver si entra en conflicto con las

filosofías y principios operativos del TPS. En esta misma línea, Riezebos et al. (2009) concluyen que el valor de las TI dependerá de su utilización. De esta forma, apoyan su utilización en sistemas de planificación de la producción, gestión del mantenimiento o aspectos asociados al área de negocio que favorezcan principios lean como el JIT. Sin embargo, descartan el uso de este tipo de tecnologías en otros ámbitos, fundamentalmente para trabajar con lotes pequeños de producción y minimizar el “work in process” (WIP).

Fuera de las diferentes posturas y más allá de la posibilidad de potenciales sinergias, sí se constata la existencia literatura defendiendo que, en proyectos de mejora, la aplicación aislada de estas iniciativas puede no funcionar. Así, aparecen en este ámbito, artículos de proyectos TI fallidos como consecuencia de que las TI por si solas no generan retorno de la inversión, siendo muy difícil, e incluso inapropiado, intentar trasladar los beneficios de su uso a medidas directas de productividad (Brynjolfsón, 1993). Del mismo modo, en proyectos Lean, se describen casos de empresas que no logrado arrancar dicha transformación (en instalaciones maduras) debido a que “el paso más difícil es arrancar sobreponiéndose a la inercia propia de cualquier organización preexistente (brownfield)”. Se requiere para estos casos de un agente del cambio (Womack, Jones, 2003). Sin duda, en estos entornos, las TI pueden convertirse en este “agente” que permita arrancar y mantener dichas iniciativas Lean.

3. Planteamiento de las hipótesis de trabajo

En la revisión de la literatura no se ha constatado ningún caso en que las TI se describan explícitamente como incompatibles con la filosofía Lean. Se cuestiona, en determinados casos, su necesidad o se analiza la posible incoherencia con determinados principios Lean pero dichas valoraciones se fundamentan en análisis muy específicos por lo que resultará fundamental, definir las condiciones de trabajo para contrastar nuestras afirmaciones.

La metodología Lean y sus diferentes herramientas necesitan, para poder ser aplicadas correctamente, datos, información. Aunque cualquier sistema se puede monitorizar, el poder definir de forma automática los motivos de parada e indicadores adecuados requiere de un análisis previo (VSM) y de un alto nivel de agregación de la información. El sistema necesita estar estabilizado y con el cuello de botella definido. Del mismo modo, aunque se puede afirmar que los principios Lean pueden ser aplicables a cualquier entorno, es en entornos “high volume, low variability” donde realmente se puede desarrollar todo el potencial de la fabricación ajustada. De este modo, se ha considerado para el estudio de caso una línea de envasado de la empresa conservera Jealsa Rianxeira, S.A., proceso de fabricación en serie, estabilizado, con indicadores definidos (OEE) en base al “cuello de botella” (cerradora) y monitorizado a través de un sistema de planta MES.

Se plantea en este ámbito la siguiente hipótesis de trabajo: “En los proyectos de mejora de la productividad la aplicación de los principios Lean apoyándose en las TI, permiten obtener resultados exitosos en plazos inferiores de tiempo, entrar en verdaderas actuaciones de mejora continua, de una forma más rápida y su perduración en el tiempo”. Esto es posible debido a los siguientes supuestos:

- La implantación de este tipo de proyectos resulta más rápida debido a la transferencia inmediata desde el análisis del problema hasta la puesta en práctica de las contramedidas.
- La captura automática dota a los diferentes responsables de datos fiables, únicos, en tiempo real, de este modo la dirección pueda tomar las decisiones adecuadas sin demoras.
- Las TI liberan al operario de su labor recolectora de datos pudiendo dedicarse en exclusiva al análisis de información (valor añadido) aprovechando todo su conocimiento y creatividad.

- Las TI permiten el análisis, seguimiento y evaluación continuada (frente a los históricos en las BBDD) generándose, de este modo, verdaderos programas de mejora continua.
- La monitorización de los procesos -sistemas MES- y el diseño de indicadores estándar permiten que, una vez implantadas las contramedidas en el área piloto, la escalabilidad al resto de la planta resulte sencilla, rápida y con bajos costes de migración.

4. Caso de estudio y metodología

4.1. Introducción al entorno

La globalización y dinamismo de los mercados obliga a las empresas a ser más eficientes, producir con calidad, menores costes y en el menor tiempo posible. La situación en el sector de la conserva no es ajena a estos condicionantes. La eliminación de aranceles unidos a la madurez del sector y al elevado poder de negociación de la distribución, han implicado una reducción progresiva de los márgenes obligando a las empresas a analizar sus procesos para ser más eficientes y eliminar todo aquello que no añade valor: desperdicio (Ohno, 1988).

En este contexto, Jealsa Rianxeira, líder dentro de su sector en España y 5ª conservera del mundo, ha implantado en su fábrica de Boiro (A Coruña) el siguiente proyecto “Diseño e implantación de un sistema integral ERP-MES de identificación, captura automática de datos y mejora de la eficiencia productiva”, que abarca desde la trazabilidad total de su proceso hasta la gestión de la eficiencia productiva de sus líneas de fabricación. Dicho proyecto se utilizará como base para el presente trabajo, ayudándonos a discernir cómo este tipo de herramientas tecnológicas pueden ayudarnos en los proyectos Lean.

4.2. Descripción del área de trabajo.

Para llevar a cabo el estudio de caso se considera una línea piloto (Línea 1: Manzini_1000) definida como línea de envasado para la fabricación de conservas de atún y compuesta por cuatro dosificadoras-embutidoras (alimentación semiautomática), cinta de transporte y revisión de latas, dosificadora de salmuera, dosificadora de aceite/escabeche y cerradora, la cual es considerada como el cuello de botella de la línea y donde se llevará a cabo la captura automática de datos para su análisis (Figura 1).

En cuanto a las TI, el software utilizado será DT Analyst™, módulo integrado en el Sistema MES de Wonderware™ cuya misión es gestionar la productividad de los recursos a través de la captura automática de datos. Se obtienen, de este modo, los motivos de parada de la línea en tiempo real, agrupados en base a la categorización previa y evaluando su eficiencia respecto a los indicadores establecidos (OEE). Adicionalmente este software posibilita el registro de pérdidas de productividad a través de un interface de operario, implicándolo así en el análisis de los problemas (Liker, 2004). Con esta configuración se registran desde el 1 al 20 de Octubre de 2008 las causas de parada en la línea y que servirán de base al estudio de caso.

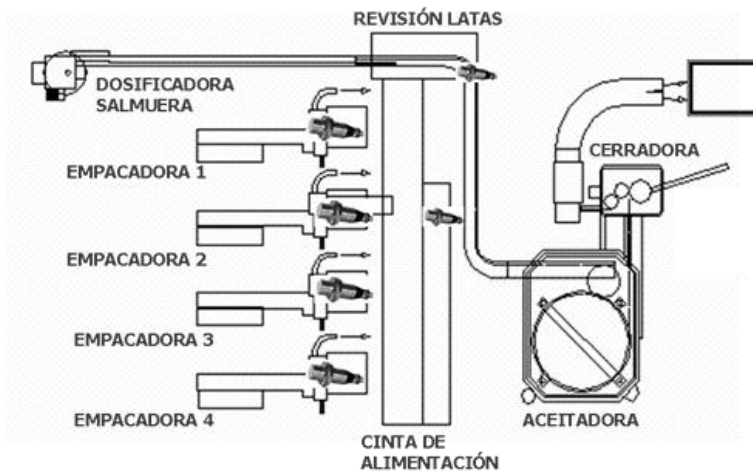


Figura 1. Esquema de la línea de estudio con los principales elementos que la componen

4.3. Indicadores utilizados

Para llevar a cabo el proceso de medición la productividad de un equipo, línea o planta de producción se utiliza un indicador de planta denominado Overall Equipment Effectiveness (OEE). Este indicador se considera simultáneamente métrica de los sistemas MES y a la vez indicador Lean puesto que forma parte de una de sus principales herramientas, el Total Productive Maintenance (TPM). Se cuenta así con el perfecto nexo de unión entre ambas posturas, Lean-TI, y como punto de partida empresarialmente consolidado para el estudio. El OEE combina en un único factor los conceptos de disponibilidad, rendimiento y calidad, proporcionando una medida a partir de la cual se puedan definir las diferentes causas de pérdidas de tiempo (productividad) analizando la eficiencia real de planta.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad (A)} \times \text{Rendimiento (P)} \times \text{Calidad (Q)}. \quad (1)$$

Cada uno de estos parámetros representa una serie de pérdidas que pueden hacerse corresponder a una pérdida de tiempo operativo de producción. Se parte de un Tiempo Total Disponible y se restan los tiempos equivalentes que supondrían las pérdidas ocasionadas por la falta de disponibilidad (paradas no planificadas), rendimiento (reducción de la velocidad) y calidad (producto rechazado y/o reprocesado). Se pueden analizar, de este modo, los principales motivos de parada (downtimes) y su incidencia en la pérdida de la eficiencia global.

4.4. Metodología

Para llevar a cabo el proceso de mejora en el área descrita, se ha realizado una adaptación del método resolución práctica de problemas en 7 pasos del TPS (Liker, 2004); combinando los principios Lean con la aplicación de las TI, que sustentaran parte de las etapas de dicho procedimiento. Se describen a continuación los siete pasos del procedimiento analizando las diferentes sinergias generadas por las TI en cada uno de ellos.

PASO 1. Identificación y selección del problema. Los métodos Lean recomiendan observar la el área de estudio comparando la situación inicial con la objetivo. En este caso la monitorización nos posibilita conocer el estado de la línea de envasado en tiempo real. De este modo la decisión sobre cual actuar podrá ser tomada de forma totalmente objetiva en base al diferencial observado con respecto a la situación objetivo y posibilitando establecer y lanzar un protocolo de actuación inmediato en base a los valores registrados.

PASO 2. Definición clara del problema. Una vez definida el área de trabajo (línea 1: Manzini_1000) y el problema (baja productividad) se procede a la recopilación de datos (Ohno, 1988) a fin de determinar las posibles causas que lo originan. En un proceso cómo el

descrito podremos obtener información en tiempo real y establecer estas causas de parada de forma automática así como históricos para evaluar medidas correctoras similares ante los problemas observados.

PASO 3. Análisis de las causas. Una vez descritas las causas del problema debemos focalizar la transformación Lean en las causas principales. En este caso la captura y gestión automática de la información nos permite la estratificación y clusterización de los datos en tiempo real y su análisis inmediato a través de los Círculos de Calidad de Jealsa (CCJR) que, además del personal del área industrial, contará operarios de planta del área de estudio. El objetivo es debatir los problemas y las soluciones potenciales con todos los afectados (Liker, 2004).

PASO 4. Determinar la causa raíz. El sistema TPS afirma que la resolución de un problema es 20% herramientas y 80% reflexión (Liker, 2004). Las TI nos ayudan en ambos sentidos: proporcionan una base sólida a través de información fiable (20%) y la captura automática permite dedicar un mayor tiempo a la reflexión (80%). Aún así, para determinar la causa raíz es preciso conocer en profundidad el problema, “ir al gamba”. Ohno habla de la necesidad de “una observación profunda”. Según el mismo dice, “los datos son importantes en fabricación, pero yo pongo el mayor énfasis en los hechos” (Ohno, 1988). De este modo será en este punto donde las TI pasan a un segundo plano y siguiendo los principios TPS, se considera necesario para comprender el problema ir a la fuente y observarlo personalmente (genchi gembutsu).

PASO 5. Desarrollo de contramedidas adecuadas. En base al análisis de las causas definidas se lleva a cabo el diseño e implantación de las contramedidas por parte del equipo de mantenimiento. En este caso, la visibilidad y seguimiento en tiempo real que proporcionan los sistemas MES permite observar los resultados y su evolución de forma inmediata (horas), evaluando la necesidad de retomar el análisis o manteniendo las medidas correctoras.

PASO 6. Evaluación y seguimiento. En las iniciativas Lean, los procesos de mejora continua se abordan en sucesivas campañas aisladas debido a que la mejor alternativa actual puede no serlo en el futuro. En este sentido la posibilidad de llevar a cabo el seguimiento mediante los Sistemas MES y no en formato papel nos permite elaborar históricos (a coste nulo) y generar información que será tratada en las reuniones periódicas de los grupos de mejora.

PASO 7. Estandarización y escalado. Si la contramedida es efectiva pasará a formar parte del nuevo modelo –estandarización- y se trasladará, de forma gradual, la solución encontrada a toda la fábrica. La utilización de las TI nos permite determinar con mayor rapidez la validez de las soluciones adoptadas debido a la evaluación continua de las mismas, y por ende desembocar más rápidamente en la estandarización de los procesos. Adicionalmente el uso de las TI, a través de la difusión del conocimiento, evita un problema demasiado común en los entornos multifábrica, abordar el mismo problema varias veces o por varios equipos a la vez.

5. Resultados

Nuestro objetivo en el caso de estudio es analizar la gestión de la eficiencia productiva de las líneas de envasado (PASO 1) en base a la metodología Lean y con el apoyo de las TI, con el objetivo de aumentar la productividad. Nos centraremos, por tanto, en la Línea de envasado nº 1: Manzini_1000 (PASO 2), donde la mejora de la productividad vendrá generada en base a la eliminación de aquellos procesos que no añaden valor: parada no planificadas (disponibilidad), descensos de velocidad (rendimiento) y reprocesados o no fabricar bien “a la primera” (calidad), todos ellos, evaluados globalmente a través del OEE.

Se muestra a continuación el diagrama de Pareto que representa la agrupación del total de paradas (según el motivo de fallo) en la línea piloto durante el periodo de estudio. Esta información ha sido obtenida a través de la captura y gestión automática de los datos con DT Analyst™ (PASO 3). Se analizarán, en este caso de estudio, las paradas de empacadora y falta

de envase (consecuencia y causa respectivamente) puesto que suponen aproximadamente el 80% del total de motivos de parada para determinar realmente la causa raíz de ambas.

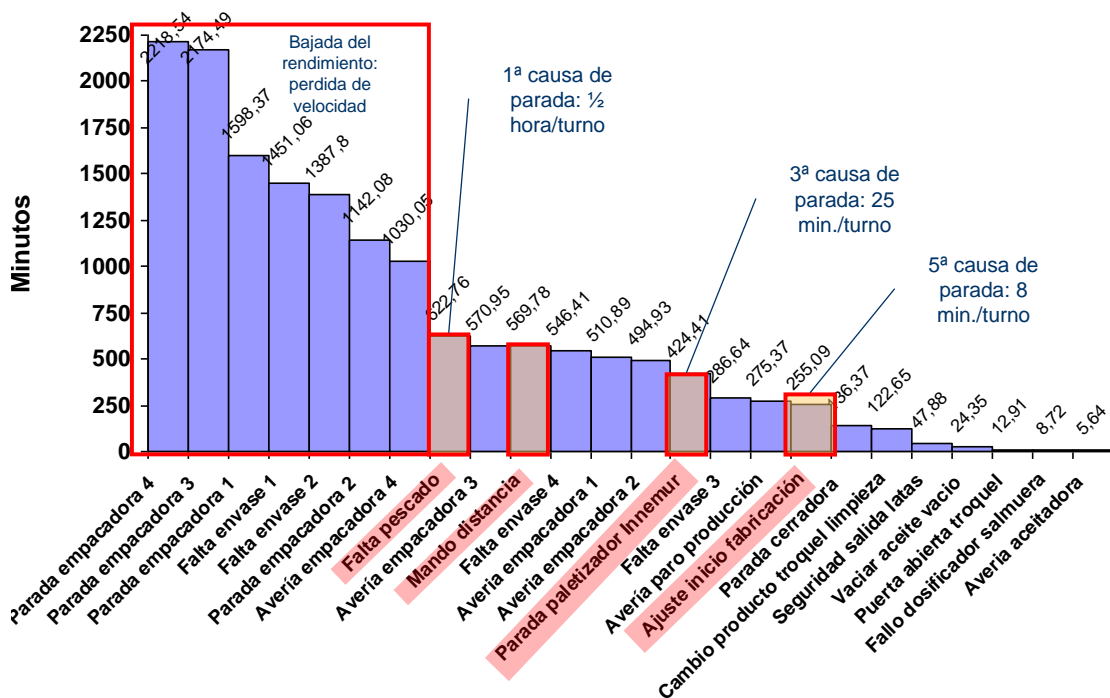


Figura 2. Causas de de parada y su valoración en minutos para la situación de partida (elaboración propia)

A partir del análisis de esta información en los Círculos de calidad, se decide llevar a cabo un “estudio a pie de línea” (gemba) con el objetivo de determinar las “causas raíz” origen de las paradas más significativas e implementar las contramedidas oportunas (PASO 4). Este análisis en planta se fundamenta, tal y como recomiendan las iniciativas Lean, en la observación directa y el apoyo en los trabajadores de la línea (en este caso a través de su participación en los CCJR y del interface de operario en planta). Fruto de esta labor se concluye que la causa raíz eran fallos específicos en las líneas de abastecimiento (el 41% de las paradas se deben a este motivo) ocasionando paradas de empacadora por falta de envase y descensos en el rendimiento de la cerradora (cuello de botella). Se identifican como zonas problemáticas las siguientes:

- Zona de despaletizado: las latas se despaletizan y alimentan, a través de un pulmón, hacia las 4 empacadoras. Se observaron en este punto numerosos atascos y la continua intervención por parte del operario. Además, las líneas 3 y 4 quedan desabastecidas durante breves periodos de tiempo debido a que se generan zonas preferentes de paso por un diseño incorrecto.
- Entrada a charnela: se observaron atascos en las 4 líneas de alimentación debido a la “rotación” generada en el envase con el avance, que termina por girarlo y obstruir la línea.
- Transportadores horizontales: en esta zona se generan atascos y falta de alimentación debido a causas externas a la línea - falta de MP- que terminan por ocasionar retenciones una vez se rearma la instalación debido a una velocidad de alimentación inferior a la requerida.
- Columna magnética de reprocesado de envases: estas columnas reprocesan los envases defectuosos procedentes del puesto de revisión. Durante el estudio, se registraron numerosas paradas por atascos de envase debido a deficiencias en su dimensionamiento.

Una vez obtenida esta información que complementa la captura automática de datos, se expuso en los CCJR, donde se decidió ejecutar de forma inmediata un plan de mantenimiento correctivo con el objetivo de reducir la falta de envase en la línea. Para ello, se realizaron con ayuda de los responsables de cada zona, las siguientes modificaciones en las líneas de abastecimiento (PASO 5) comprobando paralelamente la validez de dichas actuaciones:

- Rediseño de la zona de despaletizado para un reparto equilibrado de los envases entre las dos líneas de forma que no se produzcan paros por falta de envase en las empacadoras.
- Instalación de un vibrador a la entrada de las líneas de abastecimiento y estrechamiento la zona de alimentación para evitar el “efecto embudo” para impedir posibles atascos
- Ajuste de la altura de la charnela. Se modifico la altura de todas las charnelas en el cambio de sentido de la lata con una reducción del 100% en el número de atascos en este punto.
- Incremento de la velocidad de avance las cintas de transporte favoreciendo la alimentación constante de envases a y reduciendo los tiempos sin envase en caso de paradas de la línea
- Ajuste de la altura de las guías consiguiendo una mayor fluidez en el avance del envase y una mayor recuperación en caso de falta momentánea de envase.

Se comprueba como, las contramedidas llevadas a cabo son, todas ellas, de baja complejidad: rediseño, calibración, variación de velocidad, etc. y con una inversión mínima. Sin embargo se elimina así un mal crónico en la planta que la información en formato papel no permitía analizar en su verdadera magnitud. De este modo, la falta de envase se redujo hasta el 15% del total de paradas de empacadoras (desde el 41%) ocasionando, a su vez, un aumento en la eficiencia de la línea de 8.7 puntos porcentuales (OEE), sin que ello lleve asociado un incremento en los gastos generales de ese centro de coste.

En el seguimiento de los resultados de las actuaciones en el tiempo (PASO 6) se observa que los gastos imputados a la línea se reparten ahora entre un mayor número de unidades fabricadas (90.000 envases). Se reduce de este modo el coste por unidad fabricada en el mismo porcentaje que la mejora o, lo que es lo mismo, se genera un potencial incremento del margen industrial por unidad fabricada, siempre que se mantenga el precio de cesión. Una vez comprobada la validez de las contramedidas pasarán a formar parte del nuevo modelo estandarizado y se generalizará la aplicación al resto de las líneas de envasado (PASO 7).

6. Conclusiones

En base al caso de estudio podemos establecer que, en los proyectos de mejora de la productividad, la aplicación conjunta de la filosofía y herramientas Lean con las TI permite obtener resultados exitosos en cortos periodos de tiempo generando verdaderas actuaciones de mejora continua y perdurables. En este sentido, es preciso evaluar cómo el caso de estudio contribuye a demostrar estos tres factores resultantes de la aplicación conjunta Lean-TI: “mayor rapidez en los resultados”, “contribución a generar actuaciones de mejora continua” y “mantenimiento de estas iniciativas en el tiempo”.

Se comprueba cómo la implantación de este tipo de proyectos resulta más rápida debido a que, a través de las TI, tiene lugar una pronta transferencia desde la investigación de los problemas hasta la puesta en práctica de las contramedidas. Las etapas básicas de obtención de datos, búsqueda de la causa raíz, implantación y seguimiento se ejecutan de forma secuencial e inmediata gracias a la captura automática. De este modo, el calendario de una transformación Lean pasa de contemplarse en meses (Womack, Jones, 2003) a considerarse en semanas o incluso días (quince días en el caso descrito).

Esta rapidez en la obtención de los resultados vendrá marcada fundamentalmente por dos hechos: disponer de información en lugar y tiempo adecuado y la capacidad para utilizarla. Así, en la selección del área de trabajo inicial (PASO 1), la captura automática de datos permite a la organización a cuantificar las ineficiencias de las diferentes áreas en tiempo real, determinando en cada momento el área más adecuada para comenzar la transformación Lean. De forma similar, en el análisis del problema y la definición de sus posibles causas (PASO 2 y 3), se comprueba con el caso de estudio, cómo este tipo de sistemas (DT Analyst) permiten suministrar en tiempo real, información significativa y contextualizada (motivos de parada) que se convertirá en la materia prima básica para cualquier intervención Lean. Posibilitando además de dicho análisis preliminar, su agrupación y priorización.

Del mismo modo, otro aspecto en el que las TI contribuyen a reducir el tiempo de las iniciativas Lean será en la implantación de las contramedidas (PASO 5) puesto que las etapas de implantación y seguimiento se ejecutan ahora de forma inmediata, debido a la capacitación de la dirección, a través de las TI, para tomar decisiones en tiempo real y con feedback inmediato. Contribuye además a este hecho la información suministrada por el operario a través del interface de planta (PASO 4) y siendo además consecuentes con los principios TPS, al no obviar la importancia de la observación en planta (Ohno, 1988).

Evaluada la rapidez de las soluciones Lean-TI se analizan los aspectos que contribuyen a que la transformación Lean se convierta en un proceso de mejora continua sostenible. Aún siendo este un concepto recurrente en los proyectos Lean, realmente la mejora continua se observa como un conjunto de iniciativas aisladas en el tiempo y llevadas a cabo “en sucesivas campañas” (Womack, Jones, 2003). Contrariamente a esto, las TI nos ayudarán a un seguimiento continuado de los proyectos (PASO 6), involucrando a la dirección y manteniendo vivos los proyectos en el tiempo.

Finalmente, implantada la solución en un área piloto la exportación a toda la empresa resulta rápida y sencilla (PASO 7) gracias a la escalabilidad que nos ofrecen las TI. Según manifiesta el propio Womack et al. (2003) “una vez superada la inercia inicial (...) será necesario poner en marcha un mecanismo para determinar qué es lo más importante a hacer en cada momento”. Sin duda esto podría ser resuelto con los sistemas MES, permitiendo la extensión inmediata de las transformaciones Lean a toda la organización.

En base a las conclusiones obtenidas en el caso de estudio se plantean, a continuación, las siguientes líneas de investigación para posteriores trabajos:

- Evaluar la idoneidad y capacidad de las TI para alcanzar los diferentes principios del pensamiento Lean. Fundamentalmente en la eliminación del despilfarro y la contribución de este tipo de tecnologías a la eliminación de las siete causas de desperdicio (Ohno, 1988).
- Analizar la factibilidad de los principios lean, de forma aislada o en combinación con las TI, como potencial generador de capacidades estratégicas (dinámicas) y en consecuencia como fuente de ventajas competitivas.

Referencias

Brynjolfsson, E. (1993): The productivity paradox of information technology, Communications of the ACM, Vol. 36, No.12., pp. 66-77.

Drucker, P. (2001): The Economist, November, p. 12.

- Griffith, T.L.; Zammutoo, R.F.; Aiman-Smith, L. (1999): Why new Technologies fail, *Industrial Management*, 41(3), pp. 29-34.
- Holmström, J.; Tetzlaff, J. (2009): Enabling or Inhibiting? Exploring the impact of information technology on Lean manufacturing, *Journal of Information Technology Management* Vol. XX, Number 2, pp. 22-34.
- Liker, J.K. (2004): *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, McGraw Hill.
- Markus, M.L.; Mark, K. (1994): If we build it, they will come: Designing Information Systems that people want to use, *Sloan Management Review*, 35(4), pp. 11-25.
- Mo. J.P.T. (2009): The role of Lean in the application of information technology to manufacturing, *Computers in Industry*, pp. 266-276.
- Ohno, T. (1988): *Toyota Productivity System: Beyond Large-Scale Production*, Productivity Press, Cambridge.
- Riezebos, J.; Klingenberg, W.; Hicks, C. (2009): Lean Production and information technology: Connection or contradiction?, *Computers in Industry*, 237-247.
- Shingo, S. (1988): *Non-Stock Production: The Shingo System for Continuous Production*, Productivity Press, Cambridge
- Sugimori, Y.; Kusunoki, K; Cho, F.; Uchikawa, S. (1977): Toyota production system and Kankan system Materialization of just-in-time and respect-for-human system, *International Journal of Production Research*, 553-564
- Toyoda, E. (1983): *Creativity, Challenge and Courage*, Toyota Motor Corporation, (citado en Liker, J.K. 2004)
- Womack, J.P.; Jones, D.T. (2003): *Lean thinking*, Free Press, Simon & Schuster Inc., NY.
- Womack, J.P.; Jones, D.T.; Roos, D. (1990): *The Machine that Changed the World—The Store of Lean Production*, Rawson Associates, New York.
- Yusuf, Y.Y.; Adeleye, E.O. (2002): A comparative study of Lean and agile manufacturing with a related survey of current practices in the UK, *International Journal of Production Research*, Vol. 40, N° 17, pp. 4545–4562.