

# Lean manufacturing

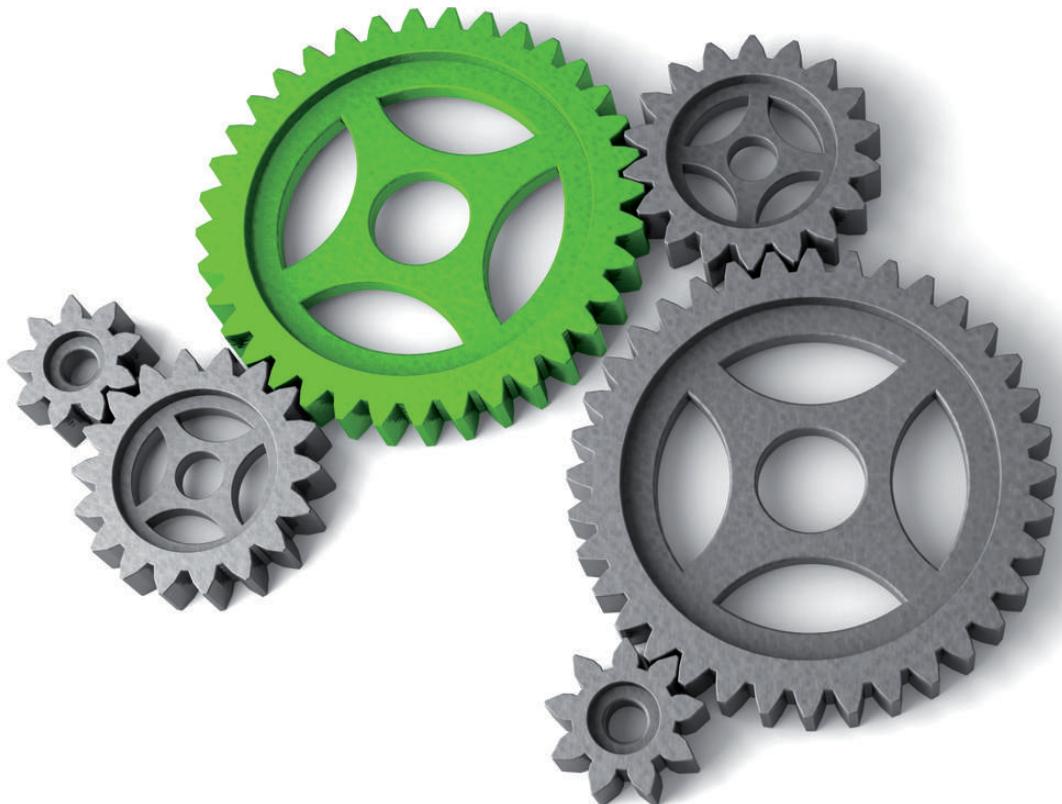
Conceptos, técnicas  
e implantación





# Lean manufacturing

Conceptos, técnicas  
e implantación



# CRÉDITOS

## DIRECCIÓN DEL PROYECTO

**Eduardo Lizarralde**

Director de Conocimiento EOI

**Enrique Ferro**

Técnico de Investigación EOI

## AUTORES

**Juan Carlos Hernández Matías**

Investigador Doctor. Grupo Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid

**Antonio Vizán Idoipe**

Catedrático. Grupo Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid



POLITÉCNICA



INDUSTRIALES  
ETSII | UPM

Libro digital en:

<http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

Enlace directo en:



ISBN

978-84-15061-40-3

DEPÓSITO LEGAL

M-16246-2013



“Cuidamos el papel que utilizamos para imprimir este libro”

Fibras procedentes de bosques sostenibles certificados por el Forest Stewardship Council (FSC).

© Fundación EOI, 2013

[www.eoi.es](http://www.eoi.es)

Madrid, 2013

Esta publicación ha contado con la cofinanciación del Fondo Social Europeo a través del Programa Operativo Plurirregional de Adaptabilidad y Empleo 2007-2013.



Esta publicación está bajo licencia Creative Commons Reconocimiento, Nocomercial, CompartirIgual, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia.

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN..... | 5 |

Capítulo 1	
<b>CONCEPTOS GENERALES DEL LEAN MANUFACTURING.....</b>	<b>  9  </b>
1. Definición.....	10
2. Orígenes y antecedentes.....	12
3. La cultura de la excelencia en fabricación.....	15
4. Estructura del sistema Lean .....	16
5. Principios del sistema Lean .....	19
6. Concepto de despilfarro vs valor añadido.....	20
7. Concepto de mejora continua y KAIZEN .....	27
8. Oportunidades de mejora .....	29

## Capítulo 2 TÉCNICAS LEAN..... | 33 |

1. Uso de las técnicas .....	34
2. 5S.....	36
3. Cambio rápido de herramientas SMED .....	42
4. Estandarización.....	45
5. Mantenimiento Productivo Total TPM.....	48
6. Control visual .....	52
7. Jidoka .....	55
8. Técnicas de calidad.....	58
9. Sistemas de participación del personal.....	66
10. Heijunka.....	69
11. Kanban.....	75

## Capítulo 3 HOJA DE RUTA PARA LA IMPLANTACIÓN LEAN..... | 79 |

1. Aspectos generales de implantación .....	80
2. Fases de implantación .....	81
3. Diagnóstico a través de VSM.....	90

4. Medida de resultados Lean a través de indicadores .....	94
5. Las tecnologías de información en la implantación Lean .....	97

## Capítulo 4

**EL FACTOR HUMANO EN LA IMPLANTACIÓN LEAN .....** | 101 |

1. La dimensión humana del Lean .....	102
2. El equipo de proyecto Lean .....	104
3. Planes de formación .....	106

## Capítulo 5

**SITUACIÓN DEL LEAN MANUFACTURING EN ESPAÑA .....** | 111 |

1. Metodología del estudio .....	112
2. Alcance de la encuesta .....	113
3. Beneficios de la aplicación Lean Manufacturing .....	116
4. Factores de éxito en la aplicación Lean .....	121
5. Aspectos de personal relacionados con el Lean .....	126
6. Ideas generales sobre el Lean Manufacturing en España .....	129
7. Opiniones abiertas de profesionales Lean .....	130
8. Conclusiones del estudio .....	135

## Capítulo 6

**CASOS DE ÉXITO .....** | 137 |

1. Caso 1: Maheso .....	138
2. Caso 2: Bodegas Murviedro .....	142
3. Caso 3: Gallina Blanca - Star .....	146

## Capítulo 7

**CONCLUSIONES .....** | 151 |**ANEXOS .....** | 155 |**RELACIÓN DE TABLAS Y GRÁFICOS .....** | 171 |

# 0

## INTRODUCCIÓN



Actualmente las empresas industriales se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas técnicas organizativas y de producción que les permitan competir en un mercado global. El modelo de fabricación esbelta, conocido como Lean Manufacturing, constituye una alternativa consolidada y su aplicación y potencial deben ser tomados en consideración por toda empresa que pretenda ser competitiva.

El Lean Manufacturing tiene su origen en el sistema de producción Just in Time (JIT) desarrollado en los años 50 por la empresa automovilística Toyota. Con la extensión del sistema a otros sectores y países se ha ido configurando un modelo que se ha convertido en el paradigma de los sistemas de mejora de la productividad asociada a la excelencia industrial. De forma resumida puede decirse que Lean consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como los procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. La clave del modelo está en generar una nueva cultura tendente a encontrar la forma de aplicar mejoras en la planta de fabricación, tanto a nivel de puesto de trabajo como de línea de fabricación, y todo ello en contacto directo con los problemas existentes para lo cual se considera fundamental la colaboración y comunicación plena entre directivos, mandos y operarios.

Lo cierto es que, más allá de las técnicas concretas, existe toda una “filosofía” que subyace detrás de este método y que lo distingue claramente de otras estrategias “de moda” encaminadas a mejorar la productividad de las empresas. Seguramente es la primera vez que una “cultura de analizar, pensar y actuar”, surgida de la experiencia de aquellas personas que están en contacto directo con la realidad a nivel de la planta de producción, ha recibido consideración y respuesta por parte de académicos, consultores y directivos de las empresas. Una visión pragmática de que lo que significa el Lean Manufacturing nos confirma que constituye una puesta al día de los métodos tradicionales de organización del trabajo, desempeñados habitualmente por las oficinas técnicas de producción, que se estructuran y enriquecen con nuevos principios, métodos y técnicas aplicables a problemas específicos y dirigidos a conseguir la simplificación de las operaciones y la reducción de costes.

La industria pionera en su aplicación ha sido la del automóvil, arquetipo de la preocupación constante por mejorar la competitividad. La gran repercusión de cualquier iniciativa en esta industria tuvo un efecto muy beneficioso en la difusión de estas técnicas, aunque se extendió la idea falsa de que solo se podía aplicar a este sector. En la última década, industrias de los sectores de la alimentación, farmacéutica o bienes de equipo han adoptado con éxito el modelo Lean. Actualmente las experiencias señalan que el Lean es aplicable a cualquier tipo de industria, incluso a los servicios.

En España, el interés por el Lean Manufacturing está creciendo en los últimos años aunque todavía existe un gran desconocimiento, especialmente entre las pequeñas y medianas empresas. Los responsables de algunas organizaciones se muestran escépticos y consideran difícil poder generar ventajas duraderas a partir de la implantación Lean. Sin embargo, los numerosos éxitos de implantaciones Lean en nuestro país demuestran que cuando las direcciones de las empresas se comprometen con este modelo se alcanzan siempre resultados muy positivos. En muchas ocasiones los problemas principales para su aplicación están relacionados con la falta de convicción de los directivos sobre las ventajas que aporta, la resistencia al cambio de los trabajadores y la ausencia de liderazgo. En estas condiciones el factor humano toma una especial relevancia como clave en su implantación y mantenimiento. La implicación de la alta dirección y sus acciones de motivación y comunicación con todos los niveles de la empresa resultan fundamentales. Un hecho sobresaliente es que hay muchas empresas están aplicando técnicas Lean sin ser plenamente conscientes de ello. Acciones relacionadas con mejora de tiempos, optimización de distribución en planta, organización de puestos de trabajo o aplicación de la calidad total son, en definitiva, acciones Lean. El problema es que se trata de iniciativas aisladas y no forman parte de una política consciente y asumida por todos los actores de la empresa dirigida hacia la mejora continua.

Con el fin de difundir los conceptos y técnicas asociadas al Lean Manufacturing, así como conocer su grado de implantación en nuestro país, la presente publicación aborda:

- Definir en qué consiste la metodología y sus técnicas de forma que las empresas dispongan de una aproximación que les sirva para iniciar el camino de su implantación.
- Establecer recomendaciones prácticas para su despliegue a través de la exposición de una hoja de ruta de implantación.
- Profundizar en los aspectos clave de la implantación relacionados con el factor humano: comunicación, liderazgo, equipos y formación.
- Realizar un estudio de la situación del Lean Manufacturing en España a partir de la información directa obtenida de las opiniones de directivos y responsables de producción de 202 empresas españolas.
- Exponer casos de éxito de empresas españolas.



# 1

## CONCEPTOS GENERALES DEL LEAN MANUFACTURING



## 1. Definición

El primer problema con el que nos encontramos a la hora de definir el significado de Lean Manufacturing es el elevado número de términos en castellano con los que las empresas se refieren a estas técnicas. Dependiendo de la industria o del autor se encontrarán traducciones como producción/fabricación delgada, ajustada, ágil, esbelta o incluso, sin grasa. Por otra parte, las empresas han adaptado como universales palabras en inglés o japonés que han pasado a ser parte del vocabulario técnico de las empresas que adoptan metodología Lean.

A lo largo de esta publicación se utilizarán los términos más comúnmente aceptados en la industria. Aun siendo contrarios al uso de anglicismos en la nomenclatura técnica, hemos decidido utilizar la denominación “Lean Manufacturing” en este trabajo debido, por un lado, a que la variedad de traducciones aplicadas a este término puede inducir a error y, por otro, por el hecho de ser ésta la expresión más utilizada entre los profesionales. No obstante, en numerosas ocasiones nos ceñiremos exclusivamente a la denominación “Lean” dado que puede aplicarse en entornos distintos a fabricación.

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. Los beneficios obtenidos en una implantación Lean son evidentes y están demostrados. El gráfico 1 muestra el resultado de un estudio realizado por Aberdeen Group entre 300 empresas implantadoras estadounidenses que muestra reducciones del 20% al 50% en los aspectos importantes de la fabricación.

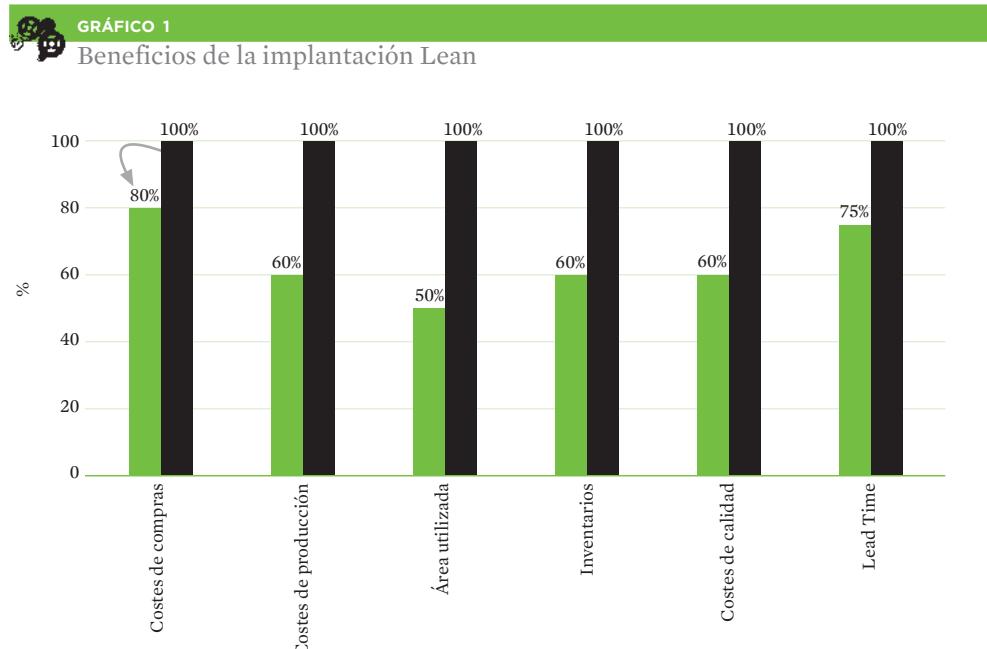
Su objetivo final es el de generar una nueva CULTURA de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto. La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica.

Lean Manufacturing no es un concepto estático, que se pueda definir de forma directa, ni tampoco una filosofía radical que rompe con todo lo conocido. Su novedad con-

siste en la combinación de distintos elementos, técnicas y aplicaciones surgidas del estudio a pie máquina y apoyadas por la dirección en el pleno convencimiento de su necesidad. El pensamiento Lean evoluciona permanentemente como consecuencia del aprendizaje, que se va adquiriendo sobre la implementación y adaptación de las diferentes técnicas a los distintos entornos industriales e, incluso, de servicios.

“La cultura Lean no es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas”.

Una empresa con trayectoria exitosa en métodos de racionalización de la producción se encuentra en una excelente posición para experimentar con el método Lean adoptando nuevos enfoques, seleccionando aquellas técnicas específicas y los principios que mejor se adapten a su sistema productivo, producto y equipo humano.



Fuente: Estudio 300 empresas Aberdeen Group, 2004

## 2. Orígenes y antecedentes

Las técnicas de organización de la producción surgen a principios del siglo XX con los trabajos realizados por F.W. Taylor y Henry Ford, que formalizan y metodifican los conceptos de fabricación en serie que habían empezado a ser aplicados a finales del siglo XIX y que encuentran sus ejemplos más relevantes en la fabricación de fusiles (EEUU) o turbinas de barco (Europa). Taylor estableció las primeras bases de la organización de la producción a partir de la aplicación de método científico a procesos, tiempos, equipos, personas y movimientos. Posteriormente Henry Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación de automóviles en donde hizo un uso intensivo de la normalización de los productos, la utilización de máquinas para tareas elementales, la simplificación-secuenciación de tareas y recorridos, la sincronización entre procesos, la especialización del trabajo y la formación especializada. En ambos casos se trata conjuntos de acciones y técnicas que buscan una nueva forma de organización y que surgen y evolucionan en una época en donde era posible la producción rígida en masa de grandes cantidades de producto.

La ruptura con estas técnicas se produce en Japón, en donde se encuentra el primer germen recocido con el pensamiento Lean. Ya en 1902, Sakichi Toyoda, el que más tarde fuera fundador con su hijo Kiichiro de la Corporación Toyota Motor Company, inventó un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba con una señal visual al operador que la maquina necesitaba atención. Este sistema de “automatización con un toque humano” permitió separar al hombre la máquina. Con esta simple y efectiva medida un único operario podía controlar varias máquinas, lo que supuso una tremenda mejora de la productividad que dio paso a una preocupación permanente por mejorar los métodos de trabajo. Por sus contribuciones al desarrollo industrial del Japón, Sakiichi Toyoda es conocido como el “Rey de los inventores Japoneses”. En 1929, Toyoda vende los derechos de sus patentes de telares a la empresa Británica Platt Brothers y encarga a su hijo Kiichiro que invierta en la industria automotriz naciendo, de este modo, la compañía Toyota. Esta firma, al igual que el resto de las empresas japonesas, se enfrentó, después de la segunda guerra mundial, al reto de reconstruir una industria competitiva en un escenario de post-guerra. Los japoneses se concienciaron de la precariedad de su posición en el escenario económico mundial, pues, desprovistos de materias primas, sólo podían contar con ellos mismos para sobrevivir y desarrollarse.

El reto para los japoneses era lograr beneficios de productividad sin recurrir a economías de escala. Comenzaron a estudiar los métodos de producción de Estados Unidos, con especial atención a las prácticas productivas de Ford, a el control estadístico de procesos desarrollado por W. Shewart, a las técnicas de calidad de Edwards Deming y Joseph Moses Juran, junto con las desarrolladas en el propio Japón por Kaoru Ishikawa.

Precisamente, en este entorno de “supervivencia”, la compañía Toyota fue la que aplicó más intensivamente la búsqueda de nuevas alternativas “prácticas”. A finales de 1949, un colapso de las ventas obligó a Toyota a despedir a una gran parte de la mano de obra después de una larga huelga. En ese momento, dos jóvenes ingenieros de la empresa, Eiji Toyoda (sobrino de Kiichiro) y Taiicho Ohno, al que se le considera el padre del Lean Manufacturing, visitaron las empresas automovilísticas americanas. Por aquel entonces el sistema americano propugnaba la reducción de costes fabricando vehículos en grandes cantidades pero limitando el número de modelos. Observaron que el sistema rígido americano no era aplicable a Japón y que el futuro iba a pedir construir automóviles pequeños y modelos variados a bajo coste. Concluyeron que esto solo sería posible suprimiendo los stocks y toda una serie de despilfarros, incluyendo los de aprovechamiento de las capacidades humanas.

A partir de estas reflexiones, Ohno estableció las bases del nuevo sistema de gestión JIT/Just in Time (Justo a tiempo), también conocido como TPS (Toyota Manufacturing System). El sistema formulaba un principio muy simple: “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”. Las aportaciones de Ohno se complementaron con los trabajos de Shigeo Shingo, también ingeniero industrial de Toyota, que estudió detalladamente la administración científica de Taylor y teorías de tiempos y movimientos de Gilbreth. Entendió la necesidad de transformar las operaciones productivas en flujos continuos, sin interrupciones, con el fin de proporcionar al cliente únicamente lo que requería, focalizando su interés en la reducción de los tiempos de preparación. Sus primeras aplicaciones se centraron en la reducción radical de los tiempos de cambio de herramientas, creando los fundamentos del sistema SMED. Al amparo de la filosofía JIT fueron desarrollándose diferentes técnicas como el sistema Kanban, Jidoka, Poka-Joke que fueron enriqueciendo el sistema Toyota.

El sistema JIT/TPS ganó notoriedad con la crisis del petróleo de 1973 y la entrada en pérdidas de muchas empresas japonesas. Toyota destacaba por encima de las demás compañías y el gobierno japonés fomentó la extensión del modelo a otras empresas. A partir de este momento la industria japonesa empieza a tomar una ventaja competitiva con occidente. En este punto hay que destacar que Taiicho Ohno ha reconocido que el JIT surgió del esfuerzo por la superación, la mejora de la productividad y, en definitiva, la necesidad de reducir los costes, prueba de que en época de crisis las ideas surgen con más fuerza.

Sin embargo, pese a todos estos antecedentes, no es hasta principios de la década de los 90, cuando repentinamente el modelo japonés tiene “un gran eco” en occidente y lo hace a través de la publicación de “La máquina que cambió el mundo” de Womack, Jones y Roos. En este libro se sintetiza el “Programa de Vehículos a Motor” que se realizó en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) con el fin de contrastar, de una forma

sistemática, los sistemas de producción de Japón, Europa y Estados Unidos. En esta publicación se exponían las características de un nuevo sistema de producción “capaz de combinar eficiencia, flexibilidad y calidad” utilizable en cualquier lugar del mundo.

En esta obra fue donde por primera vez se utilizó la denominación Lean Manufacturing, aunque, en el fondo, no dejó de ser una forma de etiquetar con una nueva palabra occidentalizada el conjunto de técnicas que ya llevaban utilizándose desde hacia décadas en Japón.

Teniendo en cuenta todos estos antecedentes es lógico que técnicos, docentes y expertos en la materia, hagan referencia al sistema de producción Japonés para hablar de Lean, un sistema nacido en un entorno socio-industrial muy diferente al occidental. Precisamente, según Suzuki (2004), las técnicas JIT, junto al sistema de organización del trabajo japonés JWO (Japanese Work Organization) y el Jidoka, son los fundamentos que configuran el Lean Manufacturing.

El JWO consiste en idear y establecer una manera de organizar el trabajo orientado a la exhaustiva aplicación práctica de las habilidades de los trabajadores; esto es, a la plena utilización de las capacidades de la mano de obra. El sistema se completa con otras prácticas organizativas, tales como la formación de trabajadores para que puedan realizar varias tareas, la asignación flexible del trabajo, la asignación de responsabilidad a los trabajadores con el fin de comprobar parámetros de calidad y para efectuar mantenimiento básico. El Jidoka consiste en proporcionar a las máquinas la capacidad de parar el proceso si detecta que no puede fabricar una pieza sin errores.

 TABLA 1  
Origen y evolución de los principios Lean

JIT	JWO	Lean
Reducción producto en curso	Trabajadores multidisciplinares	Jidoka
Flujo continuo	Calidad en el puesto	Calidad Total
Reducción tiempos de entrega	Mantenimiento en el puesto	Mejora continua
Reducción tiempos de fabricación	Mejoras del puesto de trabajo	Compromiso dirección y empleados

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 1 muestra un resumen de los principios esenciales que se han ido sumando al modelo Lean. En un primer grupo se encuadran los principios JIT originales, que afectan

a productividad, costes, plazo de entrega y diversidad de productos. En un segundo grupo se recogen los principios JWO que usan el potencial de los trabajadores. El último grupo estaría formado por aquellos principios que se han ido incorporando finalmente para configurar lo que se entiende por Lean.

Para concluir la descripción del origen del Lean Manufacturing es conveniente simplificar los conceptos y desmitificar las denominaciones, en un primer ejercicio de pensamiento Lean que evite “despilfarros” en la comunicación de conceptos. El origen del Lean Manufacturing se encuentra en el momento en que las empresas japonesas adoptaron una CULTURA, que se mantiene hasta nuestros días, consistente en buscar obsesivamente la forma de aplicar mejoras en la planta de fabricación a nivel de puesto de trabajo y línea de fabricación, todo ello en contacto directo con los problemas y contando con la colaboración, involucración y comunicación plena entre directivos, mandos y operarios. En esa búsqueda adoptaron plenamente los principios de la calidad total y mejora continua logrando un cambio de mentalidad que no se produciría hasta décadas después en las fábricas de occidente.

“El secreto no está en el nombre de la filosofía sino en la actitud, persistente en el tiempo, de perseguir e implementar acciones de mejora y eliminación de actividades de valor añadido, con pleno apoyo de la dirección y de empleados, adaptadas a las circunstancias específicas de cada empresa, para el incremento de la productividad, la reducción de plazos de entrega, el aumento de la calidad y la reducción de costes”

### 3. La cultura de la excelencia en fabricación

La difusión de las técnicas de gestión Lean ha venido acompañada de los conceptos de “excelencia en fabricación” o “empresa de clase mundial”. El conocimiento de los objetivos que implican estos conceptos es muy conveniente de cara a iniciarse en las nuevas técnicas, clave para la competitividad de las empresas. Desde el punto de vista de “excelencia” las empresas que desean competir con éxito en el mercado actual deben plantearse los siguientes objetivos:

- Diseñar para “fabricar”.
- Reducir los tiempos de preparación de máquinas para incrementar la flexibilidad y disminuir los plazos de ejecución.
- Lograr una distribución de la planta que asegure un bajo inventario, minimice recorridos y facilite el control directo por visibilidad.
- Usar la tecnología para disminuir la variabilidad del proceso.

- Conseguir que sea fácil fabricar el producto sin errores.
- Organizar el lugar de trabajo para eliminar tiempos de búsquedas.
- Formar a los trabajadores para facilitar la motivación, polivalencia y multidisciplinariedad.
- Garantizar que el personal de línea sea el primero en intentar solucionar los problemas.
- Conservar y mejorar el equipo existente antes de pensar en nuevos equipos. Usar intensivamente el mantenimiento preventivo implicando a todos los empleados.
- Incrementar la frecuencia de entregas de los productos.
- Conseguir que la detección de fallos se realice en la fuente creando mecanismos sencillos que detecten inmediatamente los problemas.
- Garantizar que todas las personas estén regularmente informadas sobre las necesidades de los clientes, su grado de satisfacción y de los métodos a utilizar para su satisfacción.

Las técnicas Lean Manufacturing constituyen la hoja de ruta idónea para conseguir convertir una empresa en competitiva y de excelencia dentro del mercado actual.

#### 4. Estructura del sistema Lean

Lean es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación del desperdicio mediante la aplicación de las técnicas que se irán describiendo en esta publicación. Lean supone un cambio cultural en la organización empresarial con un alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo. En estas condiciones es complicado hacer un esquema simple que refleje los múltiples pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que contempla y que no siempre son homogéneos teniendo en cuenta que se manejan términos y conceptos que varían según la fuente consultada. Indicar, en este sentido, que los académicos y consultores no se ponen de acuerdo a la hora de identificar claramente si una herramienta es o no lean (tabla 2).



TABLA 2

Lista de técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos

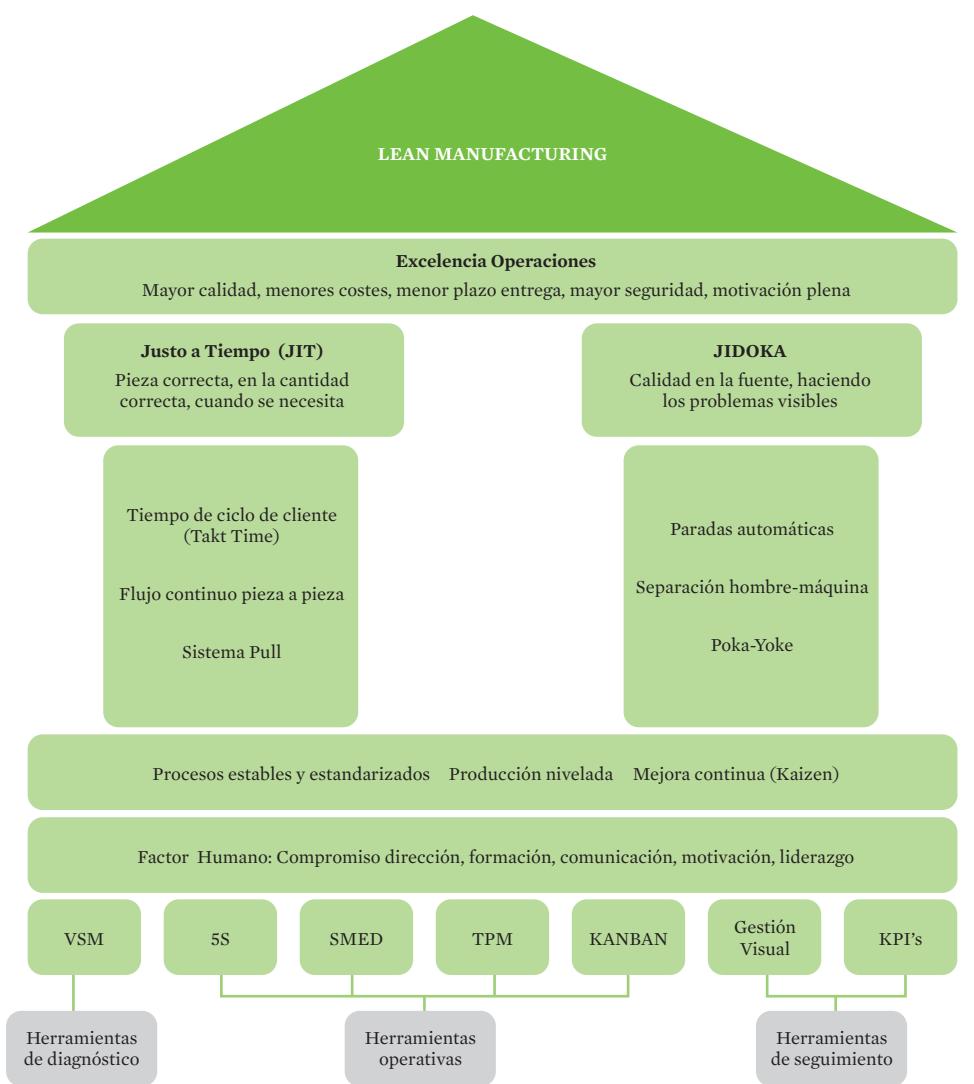
- Las 5 S
- Control Total de Calidad
- Círculos de Control de Calidad
- Sistemas de sugerencias
- SMED
- Disciplina en el lugar de trabajo
- Mantenimiento Productivo Total
- Kanban
- Nivelación y equilibrado
- Just in Time
- Cero Defectos
- Actividades en grupos pequeños
- Mejoramiento de la Productividad
- Autonomía (Jidoka)
- Técnicas de gestión de calidad
- Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios
- Orientación al cliente
- Control Estadístico de Procesos
- Benchmarking
- Análisis e ingeniería de valor
- TOC (Teoría de las restricciones)
- Coste Basado en Actividades
- Seis Sigma
- Mejoramiento de la calidad
- Sistema Matricial de Control Interno
- Cuadro de Mando Integral
- Presupuesto Base Cero
- Organización de Rápido Aprendizaje
- Despliegue de la Función de Calidad
- AMFE
- Ciclo de Deming
- Función de Pérdida de Taguchi

De forma tradicional se ha recurrido al esquema de la “Casa del Sistema de Producción Toyota” para visualizar rápidamente la filosofía que encierra el Lean y las técnicas disponibles para su aplicación. Se explica utilizando una casa porque ésta constituye un sistema estructural que es fuerte siempre que los cimientos y las columnas lo sean; una parte en mal estado debilitaría todo el sistema. El gráfico 2 representa una adaptación actualizada de esta “Casa”.



GRÁFICO 2

Adaptación actualizada de la Casa Toyota



El techo de la casa está constituido por las metas perseguidas que se identifican con la mejor calidad, el más bajo costo, el menor tiempo de entrega o tiempo de maduración (Lead-time). Sujetando este techo se encuentran las dos columnas que sustentan el sistema: JIT y Jidoka. El JIT, tal vez la herramienta más reconocida del sistema Toyota, significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta. Jidoka consiste en dar a las máquinas y operadores la habilidad para determinar

cuando se produce una condición anormal e inmediatamente detener el proceso. Ese sistema permite detectar las causas de los problemas y eliminarlas de raíz de manera que los defectos no pasen a las estaciones siguientes.

La base de la casa consiste en la estandarización y estabilidad de los procesos: el heijunka o nivelación de la producción y la aplicación sistemática de la mejora continua. A estos cimientos tradicionales se les ha añadido el factor humano como clave en las implantación del Lean, factor éste que se manifiesta en múltiples facetas como son el compromiso de la dirección, la formación de equipos dirigidos por un líder, la formación y capacitación del personal, los mecanismos de motivación y los sistemas de recompensa.

Todos los elementos de esta casa se construyen través de la aplicación de múltiples técnicas que han sido divididas según se utilicen para el diagnóstico del sistema, a nivel operativo, o como técnicas de seguimiento.

Es importante utilizar este esquema de manera flexible en una primera aproximación al pensamiento Lean. Si bien la Casa Toyota es un buen ejercicio a nivel de presentación formal, una primera visión puede inducir a un directivo a pensar que es un sistema difícil de entender, complicado de poner en práctica y largo de implantar. Nada más lejos de la realidad. El esquema es una forma de trasladar al papel todas las facetas del sistema. Cada empresa, en función de sus características, experiencias, mercado, personal y objetivos, tanto a corto como a medio plazo, debe confeccionar un plan de implantación con objetivos acotados; seleccionando e implantando, paso a paso, las técnicas más adecuadas.

## 5. Principios del sistema Lean

Además de la casa Toyota los expertos recurren a explicar el sistema identificando los principios sobre los que se fundamenta el Lean Manufacturing. Los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista del “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, son:

- Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
- Interiorizar la cultura de “parar la línea”.
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.

- Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.
- Respetar a la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinares.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

A estos principios hay que añadir los relacionados con las medidas operacionales y técnicas a usar:

- Crear un flujo de proceso continuo que visualice los problemas a la superficie.
- Utilizar sistemas “Pull” para evitar la sobreproducción.
- Nivelar la carga de trabajo para equilibrar las líneas de producción.
- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua.
- Utilizar el control visual para la detección de problemas.
- Eliminar inventarios a través de las diferentes técnicas JIT.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño.
- Conseguir la eliminación de defectos.

## 6. Concepto de despilfarro vs valor añadido

Muchos de los principios enunciados anteriormente están en consonancia con los objetivos que persiguen la práctica totalidad de las empresas industriales. En principio puede parecer una lista de buenas intenciones pero surge inmediatamente la pregunta de cómo realmente pueden llevarse a la práctica.

Para ello Lean Manufacturing propugna un cambio radical cultural. Este cambio consiste en analizar y medir la eficiencia y productividad de todos los procesos en términos de “valor añadido” y “despilfarro”.

Un ejemplo de este cambio es la forma en la Lean mide la eficiencia y productividad de los sistemas de fabricación. Las empresas usan los indicadores de productividad como medida clave del rendimiento de sus procesos pero si las mediciones se realizan sobre lo que hacemos, sin plantearnos si está o no bien hecho, si tiene o no "valor", es muy probable que las cifras camuflen todo el potencial de mejora de competitividad y costes de nuestro sistema. El valor se añade cuando todas las actividades tienen el único objetivo de transformar las materias primas del estado en que se han recibido a otro de superior acabado que algún cliente esté dispuesto a comprar. Entender esta definición es muy importante a la hora de juzgar y catalogar nuestros procesos. El valor añadido es lo que realmente mantiene vivo el negocio y su cuidado y mejora debe ser la principal ocupación de todo el personal de la cadena productiva. En este punto, en el entorno Lean se define "despilfarro" como todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. No se debe cometer el error de confundir desperdicio con lo necesario, es decir, cuando identificamos una operación o proceso como desperdicio, por no añadir valor, asociamos dicho pensamiento a la necesidad de su inmediata eliminación y eso nos puede crear confusión y rechazo. Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso aunque no tengan un valor añadido. En este caso estos despilfarros tendrán que ser asumidos.

Si las empresas actúan en la línea de la eliminación de los despilfarros dispondrán de la herramienta más adecuada para mejorar sus costes. Precisamente Lean surgió cuando las empresas ya no podían vender productos a partir del cálculo de sus costes, fueran los fueran, más un porcentaje de incremento por beneficios.

Con el pensamiento Lean, la estructura de precios se fundamenta en la ecuación simple:

$$\text{Coste} = \text{Precio de mercado} - \text{Beneficio}$$

En un planteamiento Lean se parte del precio que el mercado está dispuesto a pagar y del beneficio que se desea obtener para afrontar la minimización de costes combinando, reduciendo o eliminando tantas actividades sin valor añadido como sea posible. Las organizaciones cuentan con un enorme potencial para reducir costes y ofrecer mejores productos a los clientes si simplifican o eliminan las actividades de valor reducido.

En el entorno Lean la eliminación sistemática del desperdicio se realiza a través de tres pasos que tienen como objetivo la eliminación sistemática del despilfarrro y todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido y que recibe el nombre de Hoshin (Brújula):

- Reconocer el desperdicio y el valor añadido dentro de nuestros procesos.
- Actuar para eliminar el desperdicio aplicando la técnica Lean más adecuada.

- Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente, volver a iniciar el ciclo de mejora.

La idea fundamental del Hoshin es buscar, por parte de todo el personal involucrado, soluciones de aplicación inmediata tanto en la mejora de la organización del puesto de trabajo como en las instalaciones o flujos de producción. Uno de los puntos clave del éxito del sistema se encuentra en la implicación de todo el personal, empezando por la dirección y terminando en los operarios.

La mejor forma de entender los conceptos descritos y evaluar su magnitud es identificar algunos de los tipos de despilfarros sobre los que se centra el Lean Manufacturing; almacenamiento, sobreproducción, tiempo de espera, transporte o movimientos innecesarios, defectos, rechazos y reprocesos. Para cada uno de ellos identificaremos sus características y las probables causas de fallos, así como las posibles acciones que propone el sistema Lean para su eliminación y que serán objeto de posterior desarrollo en el capítulo 2.

El reconocimiento de los desperdicios de cada empresa debe ser el primer paso para la selección de las técnicas más adecuadas. El firme convencimiento de la existencia de multitud de desperdicios en la empresa ayudará a la hora de diagnosticar el sistema y aplicar las medidas más eficientes.

### Despilfarro por exceso de almacenamiento

El almacenamiento de productos presenta la forma de despilfarro más clara porque esconde ineficiencias y problemas crónicos hasta el punto que los expertos han denominado al stock la “raíz de todos los males”.

Desde la perspectiva Lean/JIT, los inventarios se contemplan como los síntomas de una fábrica ineficiente porque:

- Encubren productos muertos que generalmente se detectan una vez al año cuando se realizan los inventarios físicos. Se trata de productos y materiales obsoletos, defectuosos, caducados, rotos, etc., pero que no se han dado de baja.
- Necesitan de cuidados, mantenimiento, vigilancia, contabilidad, gestión, etc.
- Desvirtúan las partidas de los activos de los balances. La expresión “inversión en stock” es un error, porque no ofrecen retribución sobre las inversiones y, por tanto, no pueden ser considerados como tales en ningún momento.

- Generan costes difíciles de contabilizar: deterioros en la manipulación, obsolescencia de materiales, tiempo empleado en la detección de errores, incremento del lead time con posible insatisfacción para clientes, mayor dependencia de las previsiones de ventas, etc.

El despilfarro por almacenamiento es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de producción no es continuo. El mantenimiento de almacenes permite mantener los problemas ocultos pero nunca los resuelve.

a) Características

- Excesivo espacio del almacén.
- Contenedores o cajas demasiado grandes.
- Rotación baja de existencias.
- Costes de almacén elevados.
- Excesivos medios de manipulación (carretillas elevadoras, etc.).

a) Causas posibles:

- Procesos con poca capacidad.
- Cuellos de botella no identificados o fuera de control.
- Tiempos de cambio de máquina o de preparación de trabajos excesivamente largos.
- Previsiones de ventas erróneas.
- Sobreproducción.
- Reprocesos por defectos de calidad del producto.
- Problemas e ineficiencias ocultas.

b) Acciones Lean para este tipo de despilfarro

- Nivelación de la producción.
- Distribución del producto en una sección específica. Fabricación en células.
- Sistema JIT de entregas de proveedores.
- Monitorización de tareas intermedias.
- Cambio de mentalidad en la organización y gestión de la producción.

## Despilfarro por "sobreproducción"

El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. La sobreproducción es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora ya que parece

que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita para nada, lo que representa claramente un consumo inútil de material que a su vez provoca un incremento de los transportes y del nivel de los almacenes.

El despilfarro de la sobreproducción abre la puerta a otras clases de despilfarro. En muchas ocasiones la causa de este tipo de despilfarro radica en el exceso de capacidad de las máquinas. Los operarios, preocupados por no disminuir las tasas de producción, emplean el exceso de capacidad fabricando materiales en exceso.

a) Características:

- Gran cantidad de stock.
- Ausencia de plan para eliminación sistemática de problemas de calidad.
- Equipos sobredimensionados.
- Tamaño grande de lotes de fabricación.
- Falta de equilibrio en la producción.
- Ausencia de plan para eliminación sistemática de problemas de calidad.
- Equipamiento obsoleto.
- Necesidad de mucho espacio para almacenaje.

b) Causas posibles:

- Procesos no capaces y poco fiables.
- Reducida aplicación de la automatización.
- Tiempos de cambio y de preparación elevados
- Respuesta a las previsiones, no a las demandas.
- Falta de comunicación.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro

- Flujo pieza a pieza (lote unitario de producción).
- Implementación del sistema pull mediante kanban.
- Acciones de reducción de tiempos de preparación SMED.
- Nivelación de la producción.
- Estandarización de las operaciones.

### Despilfarro por "tiempo de espera"

El desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente. Los procesos mal diseñados pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados

de trabajo. Por ello, es preciso estudiar concienzudamente cómo reducir o eliminar el tiempo perdido durante el proceso de fabricación.

a) Características:

- El operario espera a que la máquina termine.
- Exceso de colas de material dentro del proceso.
- Paradas no planificadas.
- Tiempo para ejecutar otras tareas indirectas.
- Tiempo para ejecutar reproceso.
- La máquina espera a que el operario acabe una tarea pendiente.
- Un operario espera a otro operario.

b) Causas posibles:

- Métodos de trabajo no estandarizados.
- Layout deficiente por acumulación o dispersión de procesos.
- Desequilibrios de capacidad.
- Falta de maquinaria apropiada.
- Operaciones retrasadas por omisión de materiales o piezas.
- Producción en grandes lotes.
- Baja coordinación entre operarios
- Tiempos de preparación de máquina /cambios de utillaje elevados.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Nivelación de la producción. Equilibrado de la línea.
- Layout específico de producto. Fabricación en células en U.
- Autonomía con un toque humano (Jidoka).
- Cambio rápido de técnicas y utillaje (SMED).
- Adiestramiento polivalente de operarios.
- Sistema de entregas de proveedores.
- Mejorar en manutención de la línea de acuerdo a secuencia de montaje.

### Despilfarro por "transporte" y "movimientos innecesarios"

El desperdicio por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario. En este sentido, es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores. Además, cuantas más veces se mueven los artículos de un lado para otro mayores son las probabilidades de que resulten dañados.

**a) Características**

- Los contenedores son demasiado grandes, o pesados, difíciles de manipular.
- Exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales.
- Los equipos de manutención circulan vacíos por la planta.

**b) Causas posibles:**

- Layout obsoleto.
- Gran tamaño de los lotes.
- Procesos deficientes y poco flexibles.
- Programas de producción no uniformes.
- Tiempos de preparación elevados.
- Excesivos almacenes intermedios.
- Baja eficiencia de los operarios y las máquinas.
- Reprocesos frecuentes.

**c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:**

- Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.
- Cambio gradual a la producción en flujo según tiempo de ciclo fijado.
- Trabajadores polivalentes o multifuncionales.
- Reordenación y reajuste de las instalaciones para facilitar los movimientos de los empleados.

## Despilfarro por defectos, rechazos y reprocesos

El despilfarro derivado de los errores es uno de los más aceptados en la industria aunque significa una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores, para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de retrabajo o de inspecciones adicionales. También debería haber un control de calidad en tiempo real, de modo que los defectos en el proceso productivo se detecten justo cuando suceden, minimizando así el número de piezas que requieren inspección adicional y/o repetición de trabajos.

**a) Características:**

- Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.
- Planificación inconsistente.
- Calidad cuestionable.
- Flujo de proceso complejo.
- Recursos humanos adicionales necesarios para inspección y reprocesos.

- Espacio y técnicas extra para el reproceso.
  - Maquinaria poco fiable.
  - Baja motivación de los operarios.
- b) Causas posibles:
- Movimientos innecesarios.
  - Proveedores o procesos no capaces.
  - Errores de los operarios.
  - Formación o experiencia de los operarios inadecuada.
  - Técnicas o utilajes inapropiados.
  - Proceso productivo deficiente o mal diseñado.
- c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:
- Autonomía con toque humano (Jidoka).
  - Estandarización de las operaciones.
  - Implantación de elementos de aviso o señales de alarma (andon).
  - Mecanismos o sistemas anti-error (Poka-Yoke).
  - Incremento de la fiabilidad de las máquinas.
  - Implantación mantenimiento preventivo.
  - Aseguramiento de la calidad en puesto.
  - Producción en flujo continuo para eliminar manipulaciones de las piezas de trabajo.
  - Control visual: Kanban, 5S y andon.
  - Mejora del entorno de proceso.

## 7. Concepto de mejora continua y KAIZEN

El concepto de mejora continua ha sido mencionando a lo largo de las páginas anteriores como clave dentro de los conceptos del Lean Manufacturing. La mejora continua se basa en la lucha persistente contra el desperdicio. El pilar fundamental para ganar esta batalla es el trabajo en equipo bajo lo que se ha venido en denominar espíritu Kaizen, verdadero impulsor del éxito del sistema Lean en Japón.

Kaizen significa “cambio para mejorar”; deriva de las palabras KAI-cambio y ZEN-bueno. Kaizen es el cambio en la actitud de las personas. Es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito. Lógicamente este espíritu lleva aparejada una manera de dirigir las empresas que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, que es a lo que se refiere la denominación de “mejora continua”. La mejora continua y el espíritu Kaizen, son conceptos maduros aunque no

tienen una aplicación real extendida. Su significado puede parecer muy sencillo y, la mayoría de las veces, lógico y de sentido común, pero la realidad muestra que en el entorno empresarial su aplicación es complicada sino hay un cambio de pensamiento y organización radical que permanezca a lo largo del tiempo. Las ventajas de su aplicación son patentes si consideramos que los estudios apuntan a que las empresas que realizan un constante esfuerzo en la puesta en práctica de proyectos de mejora continua se mueven con crecimientos sostenidos superiores al 10% anual.

Los antecedentes de la mejora continua se encuentran en las aportaciones de Deming y Juran en materia de calidad y control estadístico de procesos, que supusieron en punto de partida para los nuevos planteamientos de Ishikawa, Imai y Ohno, quienes incidieron en la importancia de la participación de los operarios en grupos o equipos de trabajo, enfocada a la resolución de problemas y la potenciación de la responsabilidad personal. A partir de estas iniciativas, Kaizen se ha considerado como un elemento clave para la competitividad y el éxito de las empresas japonesas.

El espíritu de mejora continua se refleja en la frase “siempre hay un método mejor” y consiste en un progreso, paso a paso, con pequeñas innovaciones y mejoras, realizado por todos los empleados, incluyendo a los directivos, que se van acumulando y que conducen a una garantía de calidad, una reducción de costes y la entrega al cliente de la cantidad justa en el plazo fijado. El proceso de la mejora continua propugna que, cuando aparece un problema, el proceso productivo se detiene para analizar las causas y tomar las medidas correctoras con lo que su resolución aumenta la eficiencia del sistema.

Llega un momento en que los incrementos derivados de la introducción de mejoras son poco significativos. Entonces debe producirse una inversión o cambio de la tecnología utilizada. Cuando los cambios son radicales, y se llevan a cabo mediante técnicas de reingeniería o de importantes mejoras en el diseño del producto, implican grandes inversiones y, a menudo, están asociados a la modernización de equipos y automatización.

No obstante, el pensamiento Kaizen presenta inconvenientes y dificultades que, en la mayoría de los casos, tienen que ver con el cambio de mentalidad de directivos y resto del personal. En este sentido conviene recordar el pensamiento de Nicolás Maquiavelo quien concluía que: “No hay nada más difícil que planificar, ni más peligros que gestionar, ni menos probabilidad de tener éxito que la creación de una nueva manera de hacer las cosas, ya que el reformador tiene grandes enemigos en todos aquellos que se beneficiarán de lo antiguo y solamente un tibio apoyo de los que ganarán con lo nuevo”. Obviamente las personas constituyen el capital más importante de las empresas; los operarios están en permanente contacto con el medio de trabajo, son

quienes están mejor situados para percibir la existencia de un problema y, en multitud de ocasiones, son los más capacitados para imaginar las soluciones de mejora.

Ante estas consideraciones es lógico concluir que la mejora continua es el pilar básico del éxito del modelo creado en Japón y es un factor fundamental a la hora de conseguir que los beneficios de implantación de cualquier herramienta Lean Manufacturing sean persistentes en el tiempo.

**TABLA 3**

Excelencia en las operaciones: La mejora continua

#### Los 10 puntos clave del espíritu Kaizen

1. Abandonar las ideas fijas, rechazar el estado actual de las cosas.
2. En lugar de explicar los que no se puede hacer, reflexionar sobre cómo hacerlo.
3. Realizar inmediatamente las buenas propuestas de mejora.
4. No buscar la perfección, ganar el 60% desde ahora.
5. Corregir un error inmediatamente e in situ.
6. Encontrar las ideas en la dificultad.
7. Buscar la causa real, plantearse los 5 porqués y buscar la solución.
8. Tener en cuenta las ideas de diez personas en lugar de esperar la idea genial de una sola.
9. Probar y después validar.
10. La mejora es infinita.

Fuente LeanSis.

## 8. Oportunidades de mejora

Antes de abordar la descripción general de las principales técnicas Lean, es útil incidir en las grandes oportunidades de mejora que presentan los sistemas productivos. Las oportunidades más comunes corresponden mayoritariamente a despilfarros que dependen de la propia organización. Para identificar estas oportunidades puede ser útil la formulación de preguntas como las que aparecen en las listas de chequeo (tablas 4).

La lectura de estas listas pone en evidencia las grandes posibilidades de mejora existentes en la fábrica y es la mejor presentación para mostrar cómo las técnicas Lean que se exponen en el siguiente capítulo pueden ayudarnos en el camino de la mejora de nuestra competitividad.



TABLA 4

Listas de chequeo para identificar oportunidades de mejora

### Factor humano

- ¿Cuál es el grado de polivalencia del personal?
- ¿Se aprovecha la capacidad de proponer mejoras por parte de los operarios?
- ¿Se dispone de un sistema de gestión de reuniones?
- ¿Existen un plan de formación para facilitar la polivalencia del personal?
- ¿Existe una tabla o matriz de polivalencia en donde están incluidos todos sus miembros?
- ¿Participan los operarios en grupos de trabajo para generación/implantación de mejoras?
- ¿Existe un programa formal de recogida de sugerencias de mejora?
- ¿El número de sugerencias por empleado es alto?
- ¿Se muestran las sugerencias públicamente?
- ¿Se publica y justifica la no aceptación de una sugerencia de mejora?
- ¿Reconoce el centro de trabajo las sugerencias de sus empleados?
- ¿Existe un formato estándar que permite la evaluación de propuestas?

### Organización de puesto de trabajo

- ¿Qué cosas no son necesarias tener a mano?
- ¿Qué objetos suelen recibir más de un nombre por parte de mis compañeros?
- ¿Qué cosas se necesitarían para mantener la línea siempre limpia?
- ¿Cómo se mejoraría si aumentase el grado de limpieza de la línea de producción?
- ¿Qué tipo de carteles, avisos, advertencias o procedimientos faltan?
- ¿El lugar de trabajo es motivador y confortable?
- ¿Son necesarios los desplazamientos para acceder a las técnicas?
- ¿Las piezas, componentes o materiales son fáciles de coger?
- ¿Dónde están localizadas las piezas rechazadas y en qué cantidades?
- ¿Todos los productos o materiales están identificados?
- ¿Se puede decir que hay un lugar para cada cosa y cada cosa está en su lugar?

### Almacenes

- ¿Dónde está localizado el stock y en qué cantidades?
- ¿Qué podríamos tirar o vender de todo lo que tenemos?
- ¿Los niveles de stock están claramente marcados?

**TABLA 4 (CONTINUACIÓN)**

Listas de chequeo para identificar oportunidades de mejora

### Gestión de operaciones y flujo de trabajo

- ¿Cómo evitar los paros entre operaciones?
- ¿Qué operaciones pueden ser integradas o reducidas?
- ¿Cuál es el lead time actual y por lo tanto el tiempo de reacción ante el cliente?
- ¿De qué cosas podríamos reducir la cantidad que tenemos?
- ¿Existe un flujo continuo de materiales?
- ¿Qué transportes y/o movimientos son realmente necesarios?
- ¿Pueden los operarios parar la línea de producción, si se detecta un problema?
- ¿Cuánto tiempo se necesita para hacer un cambio en la línea de producción?
- ¿Las máquinas, las instalaciones y los equipos están sucios?
- ¿Se puede considerar que existe una falta de organización en la planta?
- ¿Existe un programa de producción en cada punto o estación de trabajo?

### Control de resultados

- ¿Se utilizan indicadores o parámetros para evaluar la calidad y la eficiencia de la gestión?
- ¿Conocen los operarios los indicadores de gestión y su significado?
- ¿El control de proceso es suficiente para garantizar la calidad del producto?
- ¿Se utilizan técnicas de gestión de problemas y están bien implementadas?
- ¿Se puede conocer visualmente el nivel de gestión diaria, semanal y las urgencias?
- ¿Existen fotografías de la evolución de las mejoras?
- ¿Se comenta a diario la situación de las entregas de los clientes principales?

### Estandarización de procesos

- ¿Están definidos, son públicos y se modifican los métodos de trabajo?
- ¿Se hacen revisiones del estándar de trabajo? ¿Se sigue un único formato?
- ¿Se utilizan los estándares de trabajo para formar al personal nuevo?
- ¿Están todas las secciones debidamente identificadas?
- ¿Existen indicadores visuales de paro, marcha, alarma, avería, niveles de stock, etc.?
- ¿Existe una gestión visual del mantenimiento preventivo?
- ¿Existen paneles donde se muestra información según los estándares fijados?



# 2

## TÉCNICAS LEAN



## 1. Uso de las técnicas

El Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que se han ido implementado con éxito en empresas de muy diferentes sectores y tamaños.

Estas técnicas pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características específicas de cada caso. Su aplicación debe ser objeto de un diagnóstico previo que establezca la hoja de ruta idónea, aspecto sobre el que se profundizará en el capítulo 3.

El número de técnicas es muy elevado y los expertos en la materia no se ponen de acuerdo a la hora de identificarlas, clasificarlas y proponer su ámbito de aplicación. En muchos casos hay un falso debate entre si pertenecen al área de la Calidad Total, al JIT o a las nuevas técnicas organizativas. Lo verdaderamente importante es tener los conceptos claros y la firme voluntad de cambiar las cosas a mejor.

La mejor forma de obtener una visión simplificada, ordenada y coherente de las técnicas más importantes es agruparlas en tres grupos distintos.

Un primer grupo estaría formado por aquellas cuyas características, claridad y posibilidad real de implantación las hacen aplicables a cualquier casuística de empresa/producto/sector. Su enfoque práctico y en muchas ocasiones, el sentido común, permite sugerir que deberían ser de “obligado cumplimiento” en cualquier empresa que pretenda competir en el mercado actual, independientemente de si tiene formalizada la aplicación sistemática del Lean. Una visión pragmática del contenido de estas técnicas podría llevarnos a pensar que no se entiende que haya tenido que pasar tanto tiempo para que estas técnicas tan coherentes, nacidas de la observación de la realidad en las plantas de producción, a pie de máquina, a la vista, no hayan sido tomadas en consideración por muchos técnicos, directivos y académicos:

- **Las 5S.** Técnica utilizada para el mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- **SMED.** Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación.
- **Estandarización.** Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas.
- **TPM.** Conjunto de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las perdidas por tiempos de parada de las máquinas.

- **Control visual.** Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora.

Un segundo grupo estaría formado por aquellas técnicas que, aunque aplicables a cualquier situación, exigen un mayor compromiso y cambio cultural de todas las personas, tanto directivos, mandos intermedios y operarios:

- **Jidoka.** Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.
- **Técnicas de calidad.** Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad que persiguen la disminución y eliminación de defectos.
- **Sistemas de participación del personal (SPP).** Sistemas organizados de grupos de trabajo de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.

En un último grupo se encuadrarían técnicas más específicas que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística. Precisamente son aquellas que se han asociado al éxito de las técnicas JIT en la industria del automóvil y que, poco a poco, dependiendo de la tipología de producto y sistema productivo, van aplicándose a otros sectores. En comparación con las técnicas anteriores son técnicas más avanzadas, en tanto en cuanto exigen de recursos especializados para llevarlas a cabo y suponen la máxima aplicación del paradigma JIT:

- **Heijunka.** Conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes, en volumen y variedad, durante un periodo de tiempo y que permiten a la evolución hacia la producción en flujo continuo, pieza a pieza.
- **Kanban.** Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas.

Más allá del poder de estas técnicas, las acciones para su implementación deben centrarse en el compromiso de la empresa en invertir en su personal y promover la cultura de la mejora continua. El pensamiento lean implica una transformación cultural profunda, de manera que empezar con un planteamiento modesto basado en pocas técnicas, incluso solo una, para generar un mini-éxito es la manera correcta de afrontar inicialmente el conocimiento e implantación de las otras de las técnicas Lean. De cualquier forma, cualquier plan de acción debe plantearse a largo plazo, persiguiendo un cambio cultural que pase a formar parte de saber hacer de la empresa.

En este capítulo se realizará una aproximación inicial a cada una de las técnicas asociadas al Lean Manufacturing ya que entrar en su descripción detallada sería objeto de varias publicaciones. Por suerte, existe numerosa bibliografía (ver anexo) que aborda específicamente cada una de estas técnicas, especialmente la publicada por Productivity Press, TPG Hoshin y Díaz de Santos.

## 2. 5S

La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen la herramienta y cuya fonética empieza por "S": Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

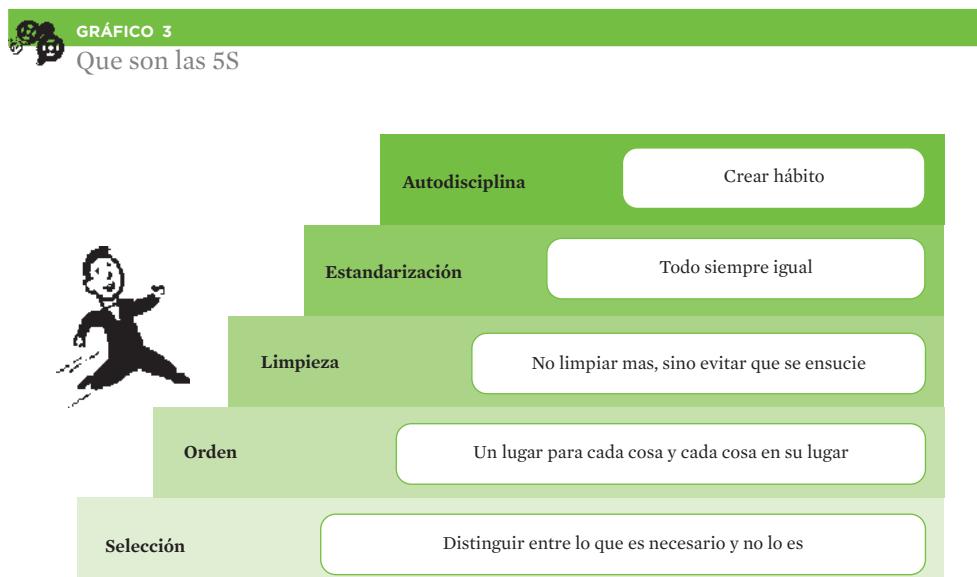
El concepto 5S no debería resultar nada nuevo para ninguna empresa pero, desafortunadamente, si lo es. Es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad por lo que es la primera herramienta a implantar en toda empresa que aborde el Lean Manufacturing. Produce resultados tangibles y cuantificables para todos, con gran componente visual y de alto impacto en un corto tiempo plazo de tiempo. Es una forma indirecta de que el personal perciba la importancia de las cosas pequeñas, de que su entorno depende de él mismo, que la calidad empieza por cosas muy inmediatas, de manera que se logra una actitud positiva ante el puesto de trabajo.

Los principios 5S son fáciles de entender y su puesta en marcha no requiere ni un conocimiento particular ni grandes inversiones financieras. Sin embargo, detrás de esta aparente simplicidad, se esconde una herramienta potente y multifuncional a la que pocas empresas le han conseguido sacar todo el beneficio posible. Su implantación tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa y que afectan, decisivamente, a la eficiencia de la misma:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, técnicas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalajes, etc.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones sencillas de operación.
- Número de averías más frecuentes de lo normal.

- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales y utillajes.
- Falta de espacio en general.

La implantación de las 5S sigue normalmente un proceso de cinco pasos cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos. La dirección de la empresa ha de estar convencida de que las 5S suponen una inversión de tiempo por parte de los operarios y la aparición de unas actividades que deberán mantenerse en el tiempo. Además, se debe preparar un material didáctico para explicar a los operarios la importancia de las 5S y los conceptos básicos de la metodología. Para empezar la implantación de las 5S, habrá que escoger un área piloto y concentrarse en ella, porque servirá como aprendizaje y punto de partida para el despliegue al resto de la organización. Esta área piloto debe ser muy bien conocida, debe representar a priori una probabilidad alta de éxito de forma que permita obtener resultados significativos y rápidos. Los hábitos de comportamiento que se consiguen con las 5S lograrán que las demás técnicas Lean se implanten con mayor facilidad. El principio de las 5S puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes y adoptar una cultura nueva a efectos de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo, de la calidad y de los objetivos generales de la organización. Es por esto que es de suma importancia la aplicación de la estrategia de las 5S como inicio del camino hacia una cultura Lean. El gráfico 3 resume los principios básicos y su implantación en cinco pasos o fases:



## Eliminar (Seiri)

La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta clave es: “¿es esto útil o inútil?”. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. En la práctica, el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho.

 GRÁFICO 4

Ejemplo de tarjeta roja para identificación de elementos inútiles

<b>TARJETA ROJA</b>			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR	Departamento		
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			

## Ordenar (Seiton)

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. La implantación del seiton comporta:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo.

## Limpieza e inspección (Seiso)

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación comporta:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utilajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”. Se trata de dejar las cosas como “el primer día”.

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

Debe insistirse en el hecho de que, si durante el proceso de limpieza se detecta algún desorden, deben identificarse las causas principales para establecer las acciones correctoras que se estimen oportunas.

Otro punto clave a la hora de limpiar es identificar los focos de suciedad existentes (como los lugares donde se producen con frecuencia virutas, caídas de piezas, pérdidas de aceite, etc.) para poder así eliminarlos y no tener que hacerlo con tanta frecuencia, ya que se trata de mantener los equipos en buen estado, pero optimizando el tiempo dedicado a la limpieza.

## Estandarizar (Seiketsu)

La fase de seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo. El principal enemigo del seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Su aplicación comporta las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
- Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

Para implantar una limpieza estandarizada, el procedimiento puede basarse en tres pasos:

- Asignar responsabilidades sobre las 3S primeras. Los operarios deben saber qué hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo.
- Integrar las actividades de las 5S dentro de los trabajos regulares.
- Chequear el nivel de mantenimiento de los tres pilares. Una vez se han aplicado las 3S y se han definido las responsabilidades y las tareas a hacer, hay que evaluar la eficiencia y el rigor con que se aplican.

## Disciplina (Shitsuke)

Shitsuke se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligado al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil y más difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación. El líder de la implantación lean establecerá diversos sistemas o mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, luces y alarmas para detectar fallos, tapas transparentes en las máquinas para ver su interior, utillajes de colores según el producto o la máquina, etc.

 **GRÁFICO 5**

Resumen de la técnica 5S

<b>SEIRI</b> Separar y eliminar	<b>SEITON</b> Arreglar e identificar	<b>SEIDO</b> Proceso diario de limpieza	<b>SEIKETSU</b> Seguimiento de los primeros 3 pasos, asegurar un ambiente seguro	<b>SHITSUKI</b> Construir el hábito
Separar los artículos necesarios de los no necesarios	Identificar los artículos necesarios	Limpiar cuando se ensucia	Definir métodos de orden y limpieza	Hacer el orden y la limpieza con los trabajadores de cada puesto
Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo	Marcar áreas en el suelo para elementos y actividades	Limpiar periódicamente	Aplicar el método general en todos los puestos de trabajo	Formar a los operarios de cada puesto para que hagan orden y limpieza
Eliminar los elementos no necesarios	Poner todos los artículos en su lugar definido	Limpiar sistemáticamente	Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo	Actualizar la formación de los operarios cuando hay cambios
Verificar periódicamente que no haya elementos no necesarios	Verificar que haya “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”	Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo	Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo	Crear un sistema de auditoría permanente de planta visual y 5s

### 3. Cambio rápido de herramientas SMED

SMED por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies), es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utilaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Estos cambios implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ajuste/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales.

Es una metodología clara, fácil de aplicar y que consigue resultados rápidos y positivos, generalmente con poca inversión aunque requiere método y constancia en el propósito.

La reducción en los tiempos de preparación merece especial consideración y es importante por varios motivos. Cuando el tiempo de cambio es alto los lotes de producción son grandes y, por tanto, la inversión en inventario es elevada. Cuando el tiempo de cambio es insignificante se puede producir diariamente la cantidad necesaria eliminando casi totalmente la necesidad de invertir en inventarios.

Los métodos rápidos y simples de cambio eliminan la posibilidad de errores en los ajustes de técnicas y útiles. Los nuevos métodos de cambio reducen sustancialmente los defectos y suprimen la necesidad de inspecciones. Con cambios rápidos se puede aumentar la capacidad de la máquina. Si las máquinas se encuentran a plena capacidad, una opción para aumentarla, sin comprar máquinas nuevas, es reducir su tiempo de cambio y preparación.

Cabe destacar que en las empresas japonesas la reducción de tiempos de preparación no sólo recae en el personal de producción e ingeniería, sino también en los Círculos de Control de Calidad (CCC). Precisamente, SMED hace uso de las técnicas de calidad para resolución de problemas como el análisis de Pareto, las seis preguntas clásicas ¿Qué? - ¿Cómo? - ¿Dónde? - ¿Quién? - ¿Cuándo? y los respectivos ¿Por qué? Todas estas técnicas se usan a los efectos de detectar posibilidades de cambio, simplificación o eliminación de tareas de preparación a partir de identificar la causa raíz que determinan tiempos elevados de preparación o cambio de técnicas. En este sentido conviene tener presente las posibles causas que originan elevados de cambio:

- La terminación de la preparación es incierta.
- No se ha estandarizado el procedimiento de preparación.
- Utilización de equipos inadecuados.

- No haber aplicado la mejora a las actividades de preparación.
- Los materiales, las técnicas y las plantillas no están dispuestos antes del comienzo de las operaciones de preparación.
- Las actividades de acoplamiento y separación duran demasiado.
- Número de operaciones de ajuste elevado.
- Las actividades de preparación no han sido adecuadamente evaluadas.
- Variaciones en los tiempos de preparación de las máquinas.

Para llevar a cabo una acción SMED, las empresas deben acometer estudios de tiempos y movimientos relacionados específicamente con las actividades de preparación. Estos estudios suelen encuadrarse en cuatro fases bien diferenciadas:

#### Fase 1: Diferenciación de la preparación externa y la interna

Por preparación interna, se entienden todas aquellas actividades que para poder efectuarlas requiere que la máquina se detenga. En tanto que la preparación externa se refiere a las actividades que pueden llevarse a cabo mientras la máquina funciona. El principal objetivo de esta fase es separar la preparación interna de la preparación externa, y convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa. Para convertir la preparación interna en preparación externa y reducir el tiempo de esta última, son esenciales los puntos siguientes:

- Preparar previamente todos los elementos: plantillas, técnicas, troqueles y materiales...
- Realizar el mayor número de reglajes externamente.
- Mantener los elementos en buenas condiciones de funcionamiento.
- Crear tablas de las operaciones para la preparación externa.
- Utilizar tecnologías que ayuden a la puesta a punto de los procesos.
- Mantener el buen orden y limpieza en la zona de almacenamiento de los elementos principales y auxiliares (5S).

### Fase 2: Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora de las operaciones

Las preparaciones internas que no puedan convertirse en externas deben ser objeto de mejora y control continuo. A tales efectos se consideran clave para la mejora continua de las mismas los siguientes puntos:

- Estudiar las necesidades de personal para cada operación.
- Estudiar la necesidad de cada operación.
- Reducir los reglajes de la máquina.
- Facilitar la introducción de los parámetros de proceso.
- Establecer un estándar de registro de datos de proceso.
- Reducir la necesidad de comprobar la calidad del producto.

### Fase 3: Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora del equipo

Todas las medidas tomadas a los efectos de reducir los tiempos de preparación se han referido hasta ahora a las operaciones o actividades. La siguiente fase debe enfocarse a la mejora del equipo:

- Organizar las preparaciones externas y modificar el equipo de forma tal que puedan seleccionarse distintas preparaciones de forma asistida.
- Modificar la estructura del equipo o diseñar técnicas que permitan una reducción de la preparación y de la puesta en marcha.
- Incorporar a las máquinas dispositivos que permitan fijar la altura o la posición de elementos como troqueles o plantillas mediante el uso de sistemas automáticos.

### Fase 4: Preparación Cero

El tiempo ideal de preparación es cero por lo que el objetivo final debe ser plantearse la utilización de tecnologías adecuadas y el diseño de dispositivos flexibles para productos pertenecientes a la misma familia. Los beneficios de la aplicación de las técnicas SMED se traducen en una mayor capacidad de respuesta rápida a los cambios en la demanda (mayor flexibilidad de la línea), permitiendo la aplicación posterior de los principios y técnicas Lean como el flujo pieza a pieza, la producción mezclada o la producción nivelada.



**TABLA 5**

Ejemplo de aplicación SMED en Prensas

#### **Técnica Nº 1: Estandarizar las actividades de preparación externa**

Las operaciones de preparación de los moldes, herramientas y materiales deben convertirse en procedimientos habituales y estandarizados. Tales operaciones estandarizadas deben recogerse por escrito y fijarse en la pared para que los operarios las puedan visualizar. Después, los trabajadores deben recibir al correspondiente adiestramiento para dominarlas.

#### **Técnica Nº 2: Estandarizar las partes necesarias.**

Si el tamaño y la forma de todos los troqueles se estandarizan completamente, el tiempo de preparación se reducirá considerablemente. Pero dado que ello resulta de un costo elevado, se aconseja estandarizar solamente la parte de la función necesaria para las preparaciones.

#### **Técnica Nº 3: Utilizar sistemas de fijación rápida**

Se tarda mucho en unir un troquel o unas mordazas directamente a una prensa. Por consiguiente, dispositivos como troqueles o mordazas deben unirse a una herramienta complementaria en la fase de preparación externa, y luego en la fase de preparación interna esta herramienta puede fijarse en la máquina casi instantáneamente. Para hacer ello factible es necesario proceder a la estandarización de las herramientas complementarias como por ejemplo, mesas móviles giratorias o dispositivos de acoplamiento rápido accionados neumáticamente.

#### **Técnica Nº 4: Hacer uso de operaciones en paralelo.**

Una prensa de troquelar grande o una máquina grande de colada a presión tendrán muchas posiciones de fijación en sus cuatro costados. Las operaciones de preparación de tales máquinas ocuparán mucho tiempo al operario. Pero, si se procede a aplicar a tales máquinas operaciones en paralelo por dos personas, pueden eliminarse movimientos inútiles y reducirse así el tiempo de preparación.

#### **Técnica Nº 5: Utilización de un sistema de preparación mecánica.**

Al poner el troquel, podría hacerse uso de sistemas hidráulicos o neumáticos para la fijación simultánea de varias posiciones en cuestión de segundos. Por otra parte, las alturas de los troqueles de una prensa de troquelar podrían ajustarse mediante un mecanismo automático.

## **4. Estandarización**

La “estandarización” junto con las 5S y SMED supone unos de los cimientos principales del Lean Manufacturing sobre los que deben fundamentarse el resto de las técnicas que se describen en este capítulo. Una definición precisa de lo que significa la estandarización, que contemple todos los aspectos de la filosofía lean, es la siguiente: “Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los

conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente”.

La estandarización en el entorno de fabricación japonés, se ha convertido en el punto de partida y la culminación de la mejora continua y, probablemente, en la principal herramienta del éxito de su sistema. Partiendo de las condiciones corrientes, primero se define un estándar del modo de hacer las cosas; a continuación se mejora, se verifica el efecto de la mejora y se estandariza de nuevo un método que ha demostrado su eficacia. La mejora continua es la repetición de este ciclo. En este punto reside una de las claves del pensamiento Lean: “Un estándar se crea para mejorarlo”.

Este concepto de “estándar” es diametralmente opuesto a los sistemas rígidos de aquellas empresas en donde la estandarización se traduce en documentos muertos que reposan en estantes o paneles, desfasados y poco o nada utilizados; incluso suelen tener errores en las descripciones de los métodos y en otras usan enfoques inapropiados para el usuario o situación particular.

Los estándares afectan a todos los procesos de la empresa, de manera que donde exista el uso de personas, materiales, máquinas, métodos, mediciones e información (5M +1I) debe existir un estándar. Las características que debe tener una correcta estandarización se pueden resumir en los cuatro principios siguientes:

1. Ser descripciones simples y claras de los mejores métodos para producir cosas.
2. Proceder de mejoras hechas con las mejores técnicas y herramientas disponibles en cada caso.
3. Garantizar su cumplimiento.
4. Considerarlos siempre como puntos de partida para mejoras posteriores.

Con estas características, son muchos los estándares que deberían desarrollarse en una empresa. La tabla 6 expone una aproximación a los estándares de producción más importantes.



TABLA 6

Ejemplo de estandarización LEAN

### Estandarización para el control de la calidad

- Inspección de proceso.
- Comprobación de herramientas de corte.
- Análisis de problemas.
- Operaciones estándares.
- Estándares de seguimiento y análisis de defectos mediante herramientas de control de calidad (gráficos, histogramas, diagramas de pareto, diagramas causa-efecto, hojas de chequeo, estratificación de datos, diagramas de dispersión, cuadros de control).

### Estandarización para la gestión de equipos

- Procedimientos de inspección de equipo.
- Análisis de averías.
- Gestión visual de mantenimiento.
- Procedimientos de intervención de mantenimiento.
- Programas de mantenimiento general.

### Estandarización para la gestión de operaciones y oficina técnica

- Análisis de operaciones para establecimiento de análisis de tiempos.
- Procedimientos de detección de despilfarros.
- Acciones de mejora continua (Listas de mejora, hojas de planificación de mejoras, resultados de la mejora, informes temporales de mejoras).
- Procedimientos de definición de operaciones y procesos (hojas, gráficos, diagramas ...).
- Especificaciones de equipos con datos de capacidad.
- Preparación de utilaje y herramientas.
- Tiempos estándares.

### Estandarización para la gestión de control de la producción

- Seguimiento de trabajo y órdenes de producción (programas diarios de producción).
- Seguimiento de averías e interrupciones de máquina.
- Paneles de información visual de planificación.
- Progreso de los procesos y estado de la planta.

## 5. Mantenimiento Productivo Total TPM

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. Para ello, el TPM se propone cuatro objetivos:

- Maximizar la eficacia del equipo.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo que se inicie en el mismo momento de diseño de la máquina (diseño libre de mantenimiento) y que incluirá a lo largo de toda su vida acciones de mantenimiento preventivo sistematizado y mejora de la mantenibilidad mediante reparaciones o modificaciones.
- Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos.
- Implicar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, incluyendo mantenimiento autónomo de empleados y actividades en pequeños grupos.

La eficacia de los equipos se maximiza por medio del esfuerzo realizado en el conjunto de la empresa para eliminar las “seis grandes pedidas” que restan eficacia a los equipos (tabla 7).

TABLA 7	
Perdidas en equipos	

### Las seis grandes pedidas en los equipos productivos

Tipo	Perdida
Tiempo Muerto	1. Averías debidas a fallos en equipos. 2. Preparación y ajustes. Ejemplos, cambios de utillajes, moldes, ajustes herramientas.
Perdidas de velocidad	3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.). 4. Velocidad reducida (diferencia entre la velocidad nominal y la real).
Defectos	5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación). 6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.

Una consecuencia importante de la implantación del TPM en la fábrica es que los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del mantenimiento básico de sus equipos con el fin de conservarlos en buen estado de funcionamiento y, además, realizan un control permanente sobre dichos equipos para detectar anomalías antes de que causen averías. El TPM incluye como primeras actividades la limpieza, la lubricación y la inspección visual.

El TPM promueve la concienciación sobre el equipo y el automantenimiento por lo que es necesario asegurar que los operarios adquieran habilidades para descubrir anomalías, tratarlas y establecer las condiciones óptimas del equipo de forma permanente.

En estas condiciones, la implantación TPM requiere una metodología adecuada a las características de la empresa y sobre todo, formación de las personas. De una forma esquemática, el proceso de implantación TPM se puede desplegar en las siguientes fases:

### Fase preliminar

En una fase preliminar es necesario modelizar la información relacionada con mantenimiento, identificando y codificando equipos, averías y tareas preventivas.

### Fase 1.- Volver a situar la línea en su estado inicial

El objetivo debe ser dejar la línea en las condiciones en las que fue entregada por parte del proveedor el día de su puesta en marcha: limpia, sin manchas de aceite, grasa, polvo, libre de residuos, etc.

### Paso 2.- Eliminar las fuentes de suciedad y las zonas de difícil acceso

Una fuente de suciedad (fugas de aire o de aceite, caídas de componentes, virutas de metal, etc.) es aquel lugar en el que, aunque se limpia continuamente, sigue generando suciedad. Estas fuentes de suciedad hay que considerarlas como causas de un mal funcionamiento o anomalías de los equipos, aunque está claro que unas repercutirán más que otras en el rendimiento de las instalaciones.

### Paso 3.- Aprender a inspeccionar el equipo

Para el proceso de implantación del TPM es fundamental que el personal de producción, poco a poco, se vaya encargando de más tareas propias de mantenimiento, hasta

llegar a trabajar de forma casi autónoma. Para ello es imprescindible formación para transmitir los conocimientos necesarios a los operarios de la línea sobre el funcionamiento de las máquinas y los equipos. Esta formación cada vez será más detallada y abarcará más tareas multidisciplinares.

#### Paso 4.- Mejora continua

En este paso los operarios de producción realizan las tareas de TPM de forma autónoma, se hacen cargo de las técnicas necesarias y proponen mejoras en las máquinas que afecten a nuevos diseños de línea. Los responsables verifican los esfuerzos para mejorar los procedimientos de mantenimiento preventivo y supervisan sus actividades orientadas a elevar la rentabilidad económica de la planta. En esta fase cobra vital importancia la determinación de las causas de averías para la cual se pueden utilizar las mismas técnicas de calidad total que se usan en SMED.

Una vez iniciado un programa TPM, la calidad de su proceso de implantación debe ser auditada por el departamento de mantenimiento de cara a controlar los costes, comprobar que las actividades planificadas se han realizado y plantear objetivos para siguientes fases.

En este punto conviene definir un sistema de indicadores accesible y fiable para capturar, medir, analizar y evaluar los resultados y desviaciones respecto al objetivo de manera metódica y fiable. Indicadores como el rendimiento de la mano de obra, las horas dedicadas a trabajos urgentes, los costes de reparación o la disponibilidad son válidos para estos sistemas aunque en el entorno Lean cobra vital importancia el indicador numérico natural para el TPM, denominado Índice de Eficiencia Global del Equipo, conocido como OEE (Overall Equipment Efficiency).

OEE es un indicador que se calcula diariamente para un equipo o grupos de máquinas y establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido, si todo hubiera ido perfectamente, y las unidades sin defectos que realmente se han producido. Para la utilización de este indicador, se utilizan los índices de Disponibilidad, Eficiencia y Calidad. OEE es el producto de estos tres índices, de manera que:

$$OEE \text{ (Eficiencia Global de Equipos Productivos)} = D * E * C$$

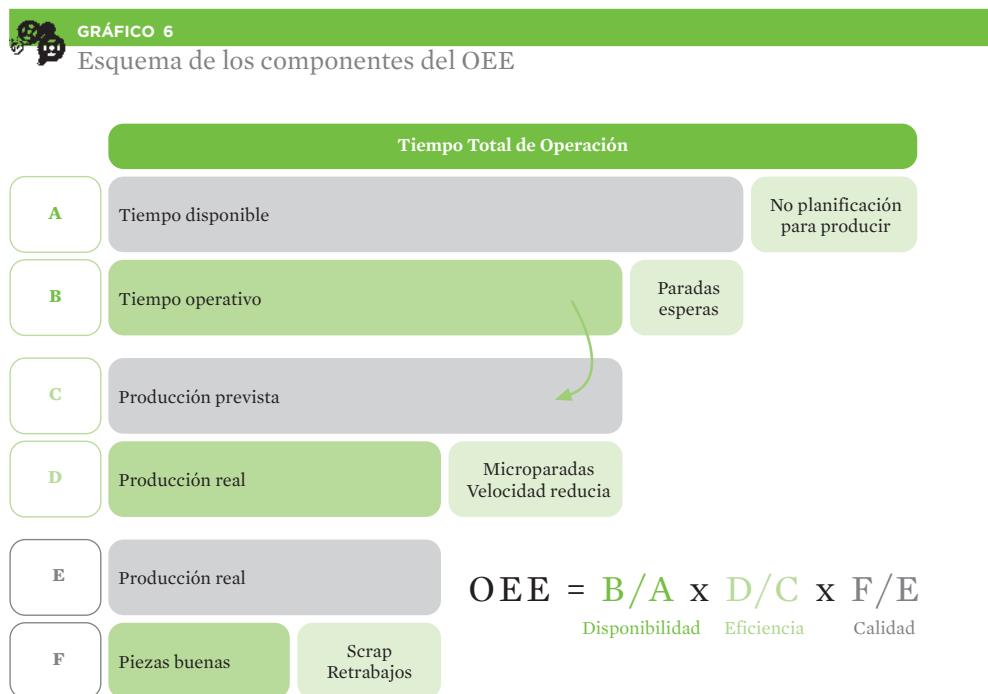
El coeficiente de disponibilidad (D) es la fracción de tiempo que el equipo está operando realmente reflejando las pérdidas por averías y paradas. Para su cálculo se parte del tiempo disponible, también llamado tiempo de carga, que es el tiempo total de operación menos el tiempo muerto, planificado o necesario, tal como la interrupción del programa de producción, tiempos de descanso y reuniones diarias de taller. El tiempo

operativo es el tiempo de carga menos el tiempo que la máquina está parada debido a averías, preparaciones, ajustes, cambio de técnicas y otras paradas.

El coeficiente de eficiencia (E) mide el nivel de funcionamiento del equipo contemplando las perdidas por tiempos muertos, paradas menores y perdidas por una velocidad operativa más baja que la de diseño.

Por último, el coeficiente de calidad (C) mide la fracción de la producción obtenida que cumple los estándares de calidad reflejando aquella parte del tiempo empleada en la producción de piezas defectuosas o con errores.

Disponer de un OEE de, por ejemplo, 60% significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber fabricado, sólo ha producido 60. Este tipo de cálculo hace que el OEE se convierta en un examen severo. Por ejemplo, si los tres índices son del 90%, el OEE será 72,9%. En general, se considera que un muy buen OEE se situaría por encima del 85%. En la práctica, se acepta el establecimiento de objetivos distintos para cada índice, y así, por ejemplo, se podría plantear una disponibilidad del 90%, una eficiencia del 95% y un índice de calidad del 99,9%, lo que representa un OEE del 85%.



El cálculo del OEE es interesante porque en un único indicador se evalúan todos los parámetros fundamentales de la producción industrial y constituye una de las claves del Lean. De acuerdo con lo expuesto, la mejora de la eficacia con la que trabajan los equipos y las instalaciones permite el incremento de la eficiencia de todo el sistema productivo. El valor numérico de la eficiencia global es un porcentaje que se determina con anterioridad a la introducción de mejoras para conocer el punto de partida del equipo cuya eficiencia se quiere incrementar. Este indicador permite valorar la progresión Lean a medida que se van introduciendo sucesivas mejoras. La importancia del indicador es tal que muchas consultoras/implantadoras Lean desarrollan toda su metodología alrededor de la explotación del OEE.

## 6. Control visual

Las técnicas de control visual son un conjunto de medidas prácticas de comunicación que persiguen plasmar, de forma sencilla y evidente, la situación del sistema de productivo con especial hincapié en las anomalías y despilfarros. El control visual se focaliza exclusivamente en aquella información de alto valor añadido que ponga en evidencia las pérdidas en el sistema y las posibilidades de mejora. Hay que tener en cuenta que, en muchos casos, las fábricas usan estadísticas, gráficas y cifras de carácter estático y especializado que solo sirven a una pequeña parte de los responsables de la toma de decisión.

En este sentido, el control visual se convierte en la herramienta Lean que convierte la dirección por especialistas en un dirección simple y transparente con la participación de todos de forma que puede afirmarse que es la forma con la que Lean Manufacturing “estandariza” la gestión.

Bajo la perspectiva Lean, estas técnicas persiguen mantener informado al personal sobre cómo sus esfuerzos afectan a los resultados y darles el poder y responsabilidad de alcanzar sus metas. Estas técnicas tienen relación con la importancia que en la metodología Lean tiene la motivación de los empleados a través de la información.

El control y comunicación visual tiene muchas ventajas, entre ellas la rápida captación de sus mensajes y la fácil difusión de información. En las empresas japonesas se considera el dialogo como una inversión muy importante para las compañías, pues gracias a los aportes de sus integrantes se establece un proceso de aprendizaje, común y compartido, a partir de la experiencia y conocimiento de los mismos empleados. La motivación aumenta cuando el trabajador tiene la oportunidad de contribuir y recibir reconocimientos. Los tableros de gestión visual, o cualquier otro tipo de técnicas de comunicación visual, son excelentes espacios que sirven como marco metodológico para orientar el flujo de ideas y brindar un contexto de la situación a ser analizada.

El control visual incluye muchos métodos de aplicación, cada uno adecuado a diferentes objetivos o problemas de gestión. El siguiente cuadro expone un resumen de las diferentes técnicas de control visual que pueden darse en la planta de fabricación. No hay razón para implantar todo lo que aparece en el esquema sino que hay que aplicar aquellas medidas que mejor se adapten a las particularidades del sistema, de las personas, y del estado de evolución de la empresa hacia la cultura Lean.



TABLA 8

## Ejemplos de Control Visual

### Control visual de espacios y equipos

- Identificación de espacios y equipos.
- Identificación de actividades, recursos y productos.
- Marcas sobre el suelo.
- Marcas sobre técnicas y estándares.
- Áreas de comunicación y descanso.
- Información e instrucciones.
- Limpieza.

### Documentación visual en el puesto de trabajo

- Métodos de organización: Hojas de instrucciones, estudios de tiempos/movimientos, planificación del trabajo, autoinspección, recomendaciones de calidad, procedimiento de seguridad.
- Recursos y tecnología. Instrucciones de operación y mantenimiento, cambios y ajustes, descripción de procesos y tecnologías.
- Productos y materiales. Especificaciones del producto, listas de piezas, requerimientos de empaquetado, identificación de defectos comunes en materiales y productos.

### Control visual de la producción

- Programa de producción.
- Programa de mantenimiento.
- Identificación de stocks.
- Identificación de reprocesos.
- Identificación de trabajos en proceso (cargas, retrasos...).
- Indicadores de productividad.



TABLA 8 (CONTINUACIÓN)

Ejemplos de Control Visual

### Control visual de la calidad

- Señales de monitorización de máquinas.
- Control estadístico de proceso (SPC).
- Registros de problemas.

### Gestión de indicadores

- Objetivos, resultados y diferencias de indicadores de proceso.
- Gestión de la mejora continua.
- Actividades de mejoras.
- Sugerencias.
- Proyecto en marcha.

La implantación de cualquiera de los mecanismos de comunicación visual solo puede tener éxito con un cambio cultural en la fábrica. No sucede de la noche a la mañana el poder avanzar a un sistema de participación de la información. El punto de partida para la dirección y personal de supervisión es apoyar el proceso de participación en la información a la vez que se comunica a toda la compañía esta nueva perspectiva. En este sentido, para aumentar el éxito de su implantación se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- No empezar nunca un proyecto de comunicación visual sin primero verificar el compromiso de la compañía con unas pautas bien definidas y siguiendo los principios citados con anterioridad.
- No se debe nunca hacer una aproximación a la comunicación visual como una mera técnica. Si la dirección de una compañía no mantiene este concepto, la exposición pública de información no avanzará más allá del gesto sin contenido y el debate superfluo.
- Una vez que se han salvado los primeros escollos de relación entre dirección y posesión de información es posible empezar. Más allá del punto de partida, la comunicación visual llega a ser un verdadero aliado del proyecto cultural por su poder para estimular el diálogo y superar las barreras jerárquicas.
- La aplicación de un sistema de indicadores no consiste meramente en colocar gráficos de control de gestión en los lugares de trabajo. Más bien, se debe cambiar el



modo de concebir el sistema de mediciones, enfatizando en los indicadores del proceso y descentralizando la adquisición, medición, presentación y análisis de los datos.

- La colocación de resultados en el dominio público requiere considerar los aspectos culturales del tipo de medición específica y la cultura del personal. Es necesario permitir a los usuarios participar en la creación de estándares, incrementar la cantidad de trabajo hecho por pequeños grupos y aumentar el contacto informal con la cadena jerárquica.
- Desarrollar un sistema de responsabilidades compartidas, especialmente entre los departamentos de producción y los funcionales (mantenimiento, instalaciones, ingeniería industrial, etc.).
- Reorientar las funciones de control de calidad hacia la observación de los hechos y la resolución de problemas en lugar de monitorizar a los individuos para buscar culpables.
- Fomentar la participación del personal de producción en proyectos de mejora en sus lugares de trabajo.

## 7. Jidoka

Jidoka es un término japonés, que significa automatización con un toque humano o autonomación. Esta palabra, que no debe confundirse con automatización, define el sistema de control autónomo propuesto por el Lean Manufacturing. Bajo la perspectiva Lean, el objetivo radica en que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, de forma que, si existe una anormalidad durante el proceso, este se detendrá, ya sea automática o manualmente por el operario, impidiendo que las piezas defectuosas avancen en el proceso. Dado que sólo se producirán piezas con cero defectos, se minimiza el número de piezas defectuosas a reparar y la posibilidad de que éstas pasen a etapas posteriores del proceso.

Con este sistema máquinas y operarios se convierten en un inspector de calidad. No hay distinción entre empleados de la línea (que fabrican los artículos) e inspectores de calidad (que comprueban la bondad de la fabricación). Las fases de inspección, si son necesarias, se realizan dentro de la misma línea y cada operario garantiza la calidad de su trabajo. En esta situación el énfasis se desplaza de la inspección para hallar defectos a la inspección para prevenir defectos. En otras palabras, se muestra más interés en controlar el proceso y menos el producto. Todas las unidades producidas deben ser buenas, no se permite el lujo de tener piezas defectuosas ya que no está prevista la producción de piezas adicionales.

La técnica Jidoka se puede aplicar de distintas maneras; en casi todos los casos depende de la creatividad aplicada para evitar que una pieza defectuosa siga avanzando en su proceso. Normalmente se identifican las técnicas Jidoka con sistemas de autonomización de las máquinas o con la capacidad (y autoridad) del operario de parar la línea.

Una máquina automatizada es aquella que está conectada a un mecanismo de detención automática para prevenir la fabricación de productos defectuosos; de esta forma, se incorpora a las máquinas la inteligencia humana o un toque humano. La autonomatización modifica también el sentido del uso de la máquina. Cuando trabaja normalmente no es necesario ningún operario; sólo cuando se para como consecuencia de una situación anormal requerirá de la atención del personal. Como resultado, un solo trabajador podrá atender varias máquinas reduciéndose así el número de operarios e incrementando el rendimiento de la producción.

La tabla 9 muestra el esquema de los pasos progresivos y técnicas concretas que se pueden ir aplicando para alcanzar una autonomación completa en las máquinas.

La capacidad de parar la línea por parte del operario es un aspecto fundamental del Jidoka. Cada operario puede pulsar un botón para detener la producción cuando detecta defectos o irregularidades. Cuando el operario pulsa el botón, una señal (andon) indica el problema y alerta a todos los compañeros de la sección de las dificultades de la operación asignada al operario. Este sistema de luces, permite la comunicación entre los operarios. En la práctica funciona de la siguiente manera. Una luz verde significa que no hay problemas, una de color ámbar indica que la producción se está quedando atrás, como consecuencia de un problema, pero el operario que lo ha detectado se ve capacitado para resolverlo personalmente. Una luz roja indica la detección de un problema grave: el proceso se paraliza de manera que los compañeros y el propio encargado deben contribuir decididamente a encontrar una solución factible.

Un ejemplo que combina ambas técnicas es el utilizado en algunas factorías del sector del automóvil en donde los operarios caminan junto a una línea de montaje móvil, disponiendo de un tiempo limitado para ejecutar su trabajo. Si éste camina más allá de la distancia establecida, pisará una alfombrilla que activará un mecanismo que parará la línea de montaje. Pisar la alfombrilla significa que ha detectado un problema, causante del retraso en sus tareas. Cuando el mecanismo se activa y la línea se detiene, el encargado de sección junto con el operario tendrá un tiempo para resolver el problema y poner de nuevo la línea en marcha.



TABLA 9

Las 10 Etapas de la autonomización (Jidoka)

Fase	Carga Hombre/máq.	
1	<b>Autonomización del proceso</b> Transferir esfuerzo de operario en esfuerzo de la máquina. Ejemplo: Atornillado automático.	Operaciones simultáneas operario/ máq.
2	<b>Autonomización de sujetar</b> Sustitución de apriete manual por sistemas accionados mecánicamente. El operario solo carga el útil.	
3	<b>Autonomización de alimentación</b> Alimentación automática. El operario solo interviene para parar la alimentación en caso de errores.	
4	<b>Autonomización de paradas</b> El sistema de alimentación para correctamente la máquina al final del proceso. El operario puede abandonar el proceso o máquina.	
5	<b>Autonomización de retornos</b> Finalizado y parado el proceso correctamente, el sistema retorna a situación de inicio sin ayuda del operario.	
6	<b>Autonomización de retirada de piezas</b> Finalizado el proceso y retorno, la pieza es retirada automáticamente de forma que la siguiente pieza puede ser cargada sin necesidad de manipular la anterior.	
7	<b>Mecanismos antierror (Poka-Yoke)</b> Para prevenir transferencia de piezas defectuosas al proceso siguiente se instalan dispositivos para detectar errores, parar la producción y alertar al operario.	
8	<b>Autonomización de carga</b> La pieza es cargada sin necesidad de operario. El proceso debe tener capacidad de detectar problemas y parar la operación.	
9	<b>Autonomización de inicio</b> Completados los pasos anteriores la máquina debe empezar a procesar piezas de forma autónoma. Se deben prever problemas de seguridad y calidad.	
10	<b>Autonomización de transferencia</b> Se enlazan operaciones mediante sistemas de transferencia que eviten la intervención del operario.	Tareas de operario  Tareas máquina

Fuente: Adaptación de “Jidoka: Automatización con un toque humano”. Revista Logitel nº57. Marzo 2007.

Otro punto clave de las técnicas Jidoka es el sistema de autoinspección o inspección “a prueba de errores”, conocido como poka-yoke en japonés. Se trata de unos mecanismos o dispositivos que, una vez instalados, evitan los defectos al cien por cien aunque exista un error humano. En otras palabras, se trata de que “los errores no deben producir defectos y mucho menos aún progresar”. Los poka-yoke se caracterizan por su simplicidad (pequeños dispositivos de acción inmediata, muchas veces sencillos y económicos), su eficacia (actúan por sí mismos, en cada acción repetitiva del proceso, con independencia del operario) y tienen tres funciones contra los defectos: pararlos, controlarlos y avisar de ellos.

El diseño de un poka-yoke debe partir de la base de que han de ser baratos, duraderos, prácticos, de fácil mantenimiento, ingeniosos y, preferiblemente, diseñados por los operarios.

## 8. Técnicas de calidad

La garantía de alta calidad constituye un pilar extraordinariamente importante en el contexto de Lean manufacturing. La calidad se entiende como el compromiso de la empresa en hacer las cosas “bien a la primera” y en todas sus áreas para alcanzar la plena satisfacción de los clientes, tanto externos como internos. El esfuerzo continuo mediante el despliegue de las técnicas de calidad es la única forma de asegurar que todas las unidades producidas cumplan las especificaciones dadas.

En esta situación cada empleado se convierte en un inspector de calidad, no habiendo distinción entre los operarios de la línea y el personal del departamento de calidad. De esta manera la reparación de los defectos no se realiza después de un largo tiempo de producción defectuosa, sino inmediatamente después de la localización de un problema.

Sin embargo, la búsqueda de soluciones aplicables en cada caso industrial no es sencilla y en muchas ocasiones depende de la creatividad de las personas involucradas en los procesos de diseño, ejecución y control del proceso el evitar que una pieza defectuosa siga avanzando en su proceso. Para alcanzar estos objetivos, Lean Manufacturing proponga un uso intensivo de las técnicas de Calidad TQM (Total Quality Management), destacando entre todas ellas los chequeos de autocontrol, la Matriz de Autocalidad, 6 Sigma, el análisis PDCA y la implantación de planes cero defectos.

## Chequeos de autocontrol

Los autochequeos de calidad persiguen que el mismo operario que ejecuta las operaciones de fabricación se encargue de la inspección. Son un buen complemento en aquellos casos en que no es posible diseñar mecanismos anti-error que realicen un cien por cien de la inspección. Es un sistema muy eficiente aunque, a veces, puede ser difícil que los operarios tengan un espíritu crítico con su trabajo y sea necesario añadir otros sistemas de inspección.

Los chequeos sucesivos pueden reducir la tasa de defectos a una quinta parte de la inicial en pocas semanas. Para ello, es indispensable fijar sólo dos o tres puntos de chequeo. Debe advertirse que, de entrada, la tasa de defectos aumentará ya que se detectarán defectos que antes pasaban inadvertidos. En el caso de que sea necesario realizar inspecciones de tipo sensorial (por ejemplo, rayado, calidad de la pintura, etc.), es conveniente colocar las muestras (aceptables y no válidas) junto a los puntos de control para hacer evidentes los límites aceptables.

En la inspección sensorial tiene un papel relevante la visual, con la inestimable involucración de los operarios, lo que requerirá una labor de formación y cuatro fases:

- Mostrar los estándares para facilitar la interpretación del campo visible y permitir el reconocimiento de anomalías que puedan exigir respuestas.
- Desarrollar un sistema de respuesta que mantenga tres principios: transmisión de una retroacción rápida, colocar mensajes cerca y asegurar que la información se comparte dentro del grupo.
- Registrar los problemas.
- Observar más allá del propio entorno, ya que habitualmente se ha de ser consciente de las circunstancias externas al propio territorio.

## La Matriz de Autocalidad (MAQ)

La Matriz de Autocalidad (MAQ) es una herramienta de soporte a la calidad que permite visualizar “dónde” se producen los defectos en un proceso dado y “hasta quién llegan”. En la práctica se usa registrar los defectos con el objetivo de perseguir que se detecten allí donde se generan.

En esta matriz se representan cada una de las fases de un proceso productivo en filas y columnas. En general, se incluyen dos columnas destinadas a proveedores: la primera para los externos (donde se reflejan las compras) y la segunda para los internos (que

son las distintas secciones que aprovisionan la línea de montaje). Del mismo modo se incluyen dos filas para clientes finales: una para los de carácter externo y otra para los de carácter interno.

La utilización de la MAQ se origina a partir de los datos de defectos anotados en las denominadas “Hojas de Registro de Defectos”. Al final de un turno de trabajo se recogen dichas hojas y se trasladan las anotaciones que figuran en las mismas y que representan los defectos detectados a la matriz de Autocalidad. Por ejemplo, en un proceso de fabricación de un determinado producto, el operario encargado de la realización de la fase final, en la que se controla el aspecto de la pieza, observa un exceso de pegamento en la zona interior de una pieza. La cola sobresale por encima del embellecedor lo que da lugar a que el producto sea defectuoso. Una vez detectado el problema, el operario retira la pieza y la coloca en un contenedor de color rojo, anotando seguidamente el defecto en la hoja de registro de defectos de la línea.

 **GRÁFICO 7**

Matriz de autocalidad

		FASE DONDE SE PRODUCE EL DEFECTO							
		Proveedor Externo	Proveedor Interno	Fase 1	Fase 2	Fase 3	—	Fase n	Total ppm
FASE DONDE SE DETECTA EL DEFECTO	Fase 1								
	Fase 2								
	Fase 3								
	—								
	Fase n								
	Cliente interno								
	Cliente externo								
	Total ppm								

TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS EN UN PERÍODO		TOTAL PPM	
--	--	-----------	--

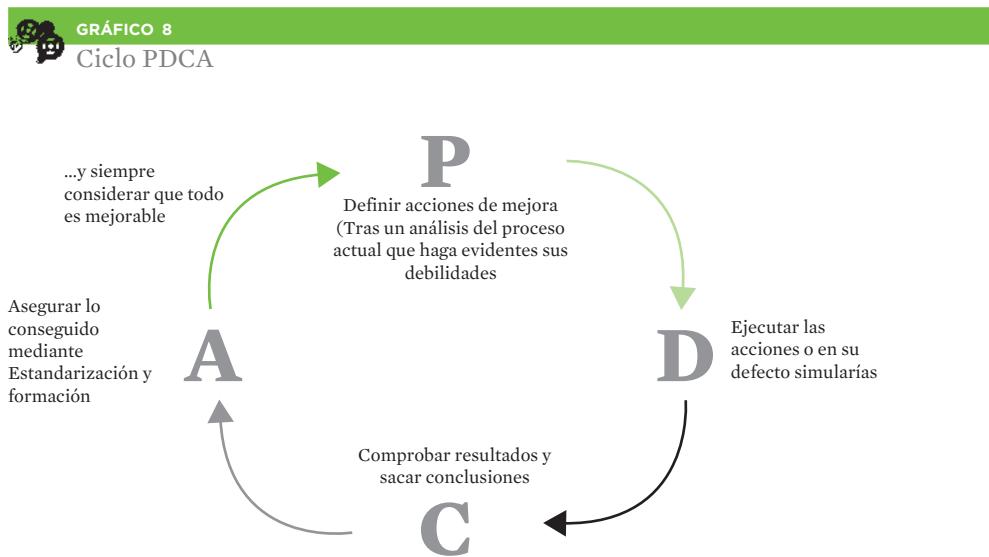
Objetivo: Diagonalizar la matriz aquí. Los defectos se detectan donde se producen

Una vez introducidos todos los datos procedentes de las hojas de registro de defectos en la MAQ, se elabora un plan de acción para cada tipo de defecto. En este momento, las personas implicadas dejan de ser sólo los operarios, entran en escena el supervisor de la línea y el responsable de calidad. Estos últimos son los encargados de seleccionar los problemas más importantes empleando para ello un diagrama de Pareto, analizar dichos problemas y establecer un plan de acciones para paliarlos e incluso, si fuese factible, eliminarlos.

El objetivo final de la matriz de autocalidad es detectar todos los defectos en la fase donde se generan o lo que es lo mismo, que los defectos aparezcan registrados en la diagonal principal. Otro de los objetivos perseguidos es el de no tener ningún incidente con el cliente, esto aparece identificado en la matriz, cuando en la fila de los clientes no se aparece registrada ninguna marca.

## Ciclo PDCA

Dentro de las técnicas de la calidad se considera que el análisis mediante el Ciclo PDCA, conocido como círculo de Deming, es una de las técnicas fundamentales a la hora de identificar y corregir los defectos. En el entorno Lean Manufacturing, el ciclo planificar-ejecutar-verificar-actuar debe guiar todo el proceso de mejora continua, tanto en las mejoras drásticas o radicales como en las pequeñas mejoras: P (plan), diagnosticar los problemas, definir los objetivos y la estrategia para abordarlos; D (do), llevar a cabo el plan, C (control), analizar los resultados; y A (act), ajustar, aprender de la experiencia, sacar conclusiones y realizar una nueva P o pasar a la S, al estándar, si se han cubierto los objetivos.



La metodología de aplicación del ciclo PDCA puede resumirse en los siguientes pasos:

- **Analizar la situación inicial.** Las técnicas que se utilizarán para al análisis inicial del lugar de trabajo dependerán del nivel de implantación de técnicas Lean. La herramienta a aplicar en el análisis inicial puede ser un cuestionario de satisfacción del operario y una visita al lugar de trabajo, tomando fotografías con la finalidad de mejorar el control visual.
- **Planificar y estudiar la viabilidad.** Una vez finalizado el análisis inicial se analizan los resultados obtenidos, se detectan los puntos susceptibles de mejora y las técnicas a utilizar. En esta fase, se crean los indicadores, se cuantifican sus valores iniciales y se definen los objetivos a alcanzar para poder valorar la evolución después de la implantación.
- **Seleccionar línea/área piloto.** Se elige una línea o área piloto para la mejora, valorando la viabilidad económica y técnica, así como el cumplimiento de los estándares de la calidad. En caso de que las mejoras no sean viables se buscarán otras posibilidades.
- **Implantación inicial en línea piloto.** Después de seleccionar una línea piloto se implantan todas las mejoras utilizando las técnicas Lean más adecuadas para cada situación particular.
- **Formar al personal.** Una vez implantadas las mejoras se realiza la planificación de la formación de todo el personal con el fin de incrementar su capacitación y motivación.
- **Verificar la efectividad de las mejoras.** Se vuelven a utilizar las técnicas definidas para evaluación inicial con el fin de volver a obtener nuevos valores de los indicadores y, de esa manera, ver si se han logrado los objetivos propuestos. De no ser así se investigarán las causas y se volverán a realizar nuevas propuestas. Si los resultados cumplen los objetivos definidos se procederá a una estandarización de las mejoras y las técnicas para su mantenimiento.
- **Planificar el trabajo en el resto de líneas o áreas de producción.** Las mejoras estandarizadas en la línea piloto se implementarán en el resto de la línea de empresa.

## Cero defectos

El objetivo final de aplicar cualquier herramienta de la calidad es la obtención de cero defectos bajo una perspectiva que englobe los cinco elementos clave de la de las fábricas: operarios, materiales, máquinas, método e información (5M +1I).

Un plan global para lograr los cero defectos que utilice las técnicas Lean que han sido expuestas hasta ahora podría desplegarse a partir de las siguientes acciones:

- **Entrenamiento básico (Personas).** Las personas son la raíz de muchos errores y defectos. Se debe asegurar un buen fundamento con entrenamiento básico que incluya temas tales como el rol global de las personas en las fábricas, la calidad y la importancia del seguimiento de estándares.
- **Entrenamiento en habilidades múltiples (Personas).** Muchos defectos son resultados de la falta de conocimientos. Los operarios intentan voluntariamente fabricar productos libres de defectos pero la falta de algunos conocimientos y habilidades pueden hacer difícil para ellos descubrir los defectos. Cuanto más entrenamiento y formación, mayores serán las posibilidades de que los operarios puedan sumir con efectividad el autocontrol.
- **Control visual (Información).** En muchas ocasiones las empresas recogen gran cantidad de información sobre defectos para realizar análisis cuantitativos que quedan archivados si mayor uso. Este funcionamiento tienen poco sentido si la información no se examina y comparte con los trabajadores. Los datos analíticos conviene ser expuestos en forma de representación gráfica que ayude a los trabajadores a explorar el significado de los datos.
- **Inspección preventiva (Materiales).** La inspección aguas abajo (en procesos posteriores) tienen poca capacidad para evitar la producción de artículo defectuosas. La mejor prevención de defectos es la que detecta y corrige los errores antes de que se produzcan los defectos. Esta clase de control solo puede obtenerse combinando las operaciones productivas e inspección en el mismo lugar.
- **Mecanismos anti-error (Máquina).** La autonomía con toque humano significa crear máquinas con la característica de detectar fallos y de forma automática y debe convertirse en pieza clave para lograr cero defectos en la línea.
- **Mantenimiento preventivo (Máquina).** Es necesario garantizar que los equipos de fábrica están en perfectas condiciones operativas para lo cual es necesario que los operarios aprenden las pautas diarias de mantenimiento que necesitan los equipos basándose en las técnicas TPM.
- **Producción en flujo (Método).** El mejor modo de descubrir defectos es usar el producto tan pronto se ha fabricado. La producción en flujo de una sola pieza permite a los trabajadores hacer justamente eso.

- **Operaciones estándares (Método).** Donde quiera que encontremos operarios que piensan “no sé realmente el mejor modo de hacer esto”, o, “es demasiado para mí decidir cómo debe hacerse esto”, podemos estar seguros que encontraremos productos defectuosos. La estandarización de los procesos y operaciones se convierte el elemento clave para asegurar que los operarios siempre realizan las operaciones de la forma más eficaz.
- **5S.** Ninguna de las acciones anteriores funcionará a plena efectividad a menos que se establezca previamente una implantación eficaz de las 5S que, como se ha comentado, se convierte el primer cimiento sobre el que empezar aplicar principios y técnicas Lean.

## Seis Sigma

Seis Sigma ha ido evolucionando desde su mera aplicación como herramienta de calidad a ser incluida dentro de los valores clave de algunas empresas, como parte de su filosofía de actuación Lean. En realidad no es una herramienta sino una nueva técnica que adquiere su máxima efectividad cuando se combina con Lean Manufacturing. Aun partiendo de esta premisa, se ha optado por incluirla dentro de las técnicas Lean para intentar clarificar sus diferencias ya que es muy frecuente encontrar alusiones recientes al Lean Seis Sigma (LSS).

Seis Sigma es una metodología de mejora de procesos o productos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, que persigue reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de Seis Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier fallo que en un producto o servicio no logre cumplir los requisitos del cliente. Utiliza técnicas estadísticas para la caracterización y el estudio de la variabilidad de los procesos. El valor Seis Sigma tiene relación con la desviación típica estándar de la distribución normal por lo que 6 Sigma equivale a una tasa de eficiencia del 99,99966%. En estas condiciones requiere de método científico y de expertos, ya que busca actuar sobre las causas raíz de la variabilidad. Para ello utiliza técnicas estadísticas y no estadísticas en un proceso de cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Introducir Mejoras y Controlar (DMAIC).

Mientras que Lean Manufacturing actúa sobre los despilfarros de las actividades de producción de una manera rápida, Seis Sigma afronta el análisis de las causas para evitar su repetición. Lean Seis Sigma es algo más que un programa de mejora convencional. Los programas Lean Seis Sigma exigen una mayor dedicación (en algunos casos, y para algunas personas, a tiempo completo), se centran en problemas concre-

tos para cuya elección se realizan estudios de viabilidad económica, utilizan técnicas potentes de recogida y análisis de datos, y exigen un inequívoco compromiso de la dirección. Todo ello encaminado a que las acciones de mejora se reflejen finalmente en beneficios en el balance económico de la empresa.

El conocimiento de los principios Seis Sigma es la mejor forma de conocer el contenido y alcance de este sistema:

- **Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo.** Esta metodología implica un cambio en la forma de realizar las operaciones y de tomar decisiones. La estrategia se apoya y compromete desde los niveles más altos de la dirección y la organización.
- **Seis Sigma se apoya en una estructura directiva que incluye personal a tiempo completo.** La forma de manifestar el compromiso por Seis Sigma es creando una estructura directiva que integre líderes de negocio, de proyectos, expertos y facilitadores. Cada uno de los líderes tiene roles y responsabilidades específicas para formar proyectos de mejora.
- **Formación y acreditación.** Cada uno de los actores del programa de Seis Sigma requiere de una formación específica. Varios de ellos deben tomar un entrenamiento amplio, conocido como curriculum Black Belt con diferentes niveles de progresión y capacitación; campeón, maestro cinta negra, cinta negra y cinta verde.
- **Orientada al cliente y enfocada a los procesos.** Esta metodología busca que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente y que los niveles de calidad y desempeño cumplan con los estándares de Seis Sigma. Al desarrollar esta metodología se requiere profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades. En base a ese estudio sobre el cliente se diseñan y mejoran los procesos.
- **Dirigida con datos.** Los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos de esta metodología. Los datos son necesarios para identificar las variables de calidad y los procesos y áreas que tienen que ser mejorados.
- **Se apoya en una metodología robusta.** Se requiere de una metodología para resolver los problemas del cliente, a través del análisis y tratamiento de los datos obtenidos.

La metodología Seis Sigma es una iniciativa a realizar a largo plazo, basada en una política intensa de comunicación entre todos los miembros y departamentos con el fin de crear una nueva cultura en toda la organización.

## 9. Sistemas de participación del personal

Los sistemas de participación del personal (SPP) se definen como el conjunto de actividades estructuradas de forma sistemática que permiten canalizar eficientemente todas las iniciativas que puedan incrementar la competitividad de las empresas. Estos sistemas tienen como objetivo común la identificación de problemas o de oportunidades de mejora para plantear e implantar acciones que permitan resolverlos, de aquí que son pieza fundamental en el proceso de mejora continua propugnado por el Lean Manufacturing.

Sobre el papel, los sistemas de participación le dan al personal la oportunidad de expresar sus ideas relativas a diferentes aspectos de las actividades desarrolladas en la organización. Su puesta en marcha no es sencilla ya que la implicación del personal es uno de los temas más controvertidos en las empresas y su éxito suele ser escaso. El problema radica en la poca importancia que muchas veces se le ha otorgado al individuo dentro del sistema. La implicación personal se consigue con trato directo y el establecimiento de técnicas que se ocupen particularmente del individuo. Para ello, el sistema Lean de mejora continua establece las prioridades en el lanzamiento de las mismas en función de su transcendencia:

- Seguridad en el trabajo. La premisa principal es garantizar la seguridad de todos los trabajadores a partir de buenas normas y mecanismos de control.
- Condiciones de trabajo. La creación de un buen ambiente de trabajo comienza por establecer unas condiciones de trabajo satisfactorias que inviten a emprender el camino a la mejora.
- Formación. El crecimiento profesional personal motiva e implica para sentirse partícipe del conjunto y asumir los objetivos de la empresa como propios.
- Comunicación personal. Una comunicación frecuente, clara y directa de los trabajadores con los superiores jerárquicos, de forma personal, elimina dudas y conflictos que pueden entorpecer el avance de la mejora.
- Participación en la mejora. La experiencia de cada uno de los trabajadores es uno de los mayores valores de la empresa. Se deben crear mecanismos para incitar ideas de mejora, tanto a nivel individual como colectivo.
- Implicación de todos. Finalmente la implicación de todo el personal, desde los directivos hasta los operarios, creará el vínculo necesario para la sostenibilidad del sistema.

En estas condiciones, los sistemas de participación pueden suponer evidentes ventajas para las empresas:

- La mejora de las relaciones y la comunicación entre los diferentes niveles jerárquicos de la organización.
- El fomento de la creatividad y de la conciencia de grupo frente a la conciencia individual, lo que supone una mejor integración en la estructura organizativa.
- El incremento de la motivación del personal.

Dentro del pensamiento Lean, los sistemas de participación de personal más usados son los grupos de mejora y los sistemas de sugerencias.

## Grupos de mejora

En el entorno Lean, los proyectos de implantación, mejora y mantenimiento del sistema se organizan a través de diferentes tipologías de grupos cuya solidez se basa en la implicación gracias a su participación activa y a las técnicas puestas a su disposición:

- **Equipos de mejora (equipos Kaizen).** Equipos de seis a ocho miembros que abordan la resolución de problemas específicos o el despliegue de nuevas técnicas. Son equipos multidisciplinares formados por personas de diferentes niveles de responsabilidad y departamentos. Están adiestrados en técnicas de análisis y resolución de problemas y en técnicas específicas para la búsqueda y eliminación de “desperdicios”. La creación de grupos Kaizen permite gestionar, de forma activa, el conocimiento depositado en todas las personas de la organización. Bajo la perspectiva “la situación actual nunca es la mejor de las posibles”, estos grupos trabajan para conseguir mejoras.
- **Grupos autónomos de producción (GAP).** Grupos de personas que trabajan en un área determinada, organizando el trabajo orientado a los procesos y que persiguen en todo momento la mejora continua. Estos grupos son decisivos a la hora de pilotar la implantación inicial de técnicas Lean en un área determinada de la fábrica. Posteriormente, una vez implantadas y estabilizadas, son decisivos a la hora de mantener el sistema y perseguir el control y la mejora continua de los resultados (costes, calidad, entregas y personal).

Las características que diferencian estos grupos Lean de las iniciativas tradicionales de equipos o reuniones de resolución de problemas, son las siguientes:

- Disponen de estructuras definidas de soporte operativo que están a su disposición para el desarrollo de sus acciones de mejora.

- Utilizan la gestión visual como soporte al sistema. La gestión visual se refleja en todas las actividades de los equipos tales como control de indicadores, técnicas de implicación del personal, seguridad, formación (polivalencia), ideas de mejora, condiciones de trabajo, estándares de calidad o informaciones de buenas prácticas de otros equipos Lean.
- Pertenecen a una estructura perfectamente jerarquizada y definida que deja claras las reglas para la comunicación y gestión que facilitan de forma ágil y eficiente la toma de decisiones.
- Disponen de un sistema perfectamente definido de reuniones según los diferentes niveles jerárquicos. Este sistema se traduce en un Mapa de Reuniones de Planta que establece tipo de reuniones, cadencia, participantes, agenda y objetivos.
- La metodología de las reuniones está también perfectamente definida en todos sus aspectos: actas, preparación previa, tiempo controlado...

## Programas de sugerencias

Los programas de sugerencias están dirigidos a aprovechar todo el potencial individual de los empleados mediante la canalización de sus sugerencias. Una sugerencia es toda idea que suponga una modificación, simplificación, o mejora de los métodos de trabajo, tanto administrativos como productivos, y cuya consecuencia es una reducción de costes. Una sugerencia debe incluir una situación previa (“el antes”) y una situación propuesta (“el después”) de modo concreto y claro ya que no pueden admitirse sugerencias idealistas o genéricas como plantear la “mejora del sistema de comunicación de la empresa”. En principio, las sugerencias deben enfocarse hacia los siguientes temas:

- Mejora de la calidad y de los procesos productivos y administrativos.
- Ergonomía y seguridad de los puestos de trabajo.
- Reutilización y aprovechamiento de materiales.
- Eliminación de cualquier tipo de despilfarro.
- Ahorros de energía, horas máquina, gastos generales, etc.

Los sistemas de sugerencias se han considerado tradicionalmente los primeros programas de mejora, sin embargo, no siempre han alcanzado éxito por las siguientes razones:

- El programa se desarrolla más como una entidad independiente que como parte de un enfoque global dirigido a la mejora continua.

- La mayor parte de la organización no comparte la idea de que a mayor número de sugerencias, mejor moral del personal y mejor rendimiento.
- Las personas que formulan las sugerencias no son las mismas que las aplican.
- El proceso de evaluación es complejo y lento quizás porque, al intentar que sea justo y exacto, se burocratiza demasiado.
- Los éxitos no se comparten con el personal. Los participantes no reciben estímulo ni información sobre resultados y se piensa que el sistema no es importante para la dirección.
- No se ha formado lo suficiente a los operarios ni a los líderes del proceso de mejora continua, ni se ha verificado que estos líderes sirvan para extender el sistema.
- Existe una falta de voluntad en la organización, especialmente en la dirección, para mejorar el programa de sugerencias y hacer que funciones de forma efectiva.
- No se ha establecido un procedimiento de presentación de sugerencias y tampoco se ha previsto un formato estándar de seguimiento de las sugerencias.

En general, los medios más comunes para difundir el programa de sugerencias son: la información general a los empleados, a través de la Intranet o el boletín interno de la empresa, los cursos de formación y los anuncios de premios y recompensas.

## 10. Heijunka

La técnica Heijunka y el Kanban, objeto de explicación en el siguiente apartado, son las técnicas que suponen el paradigma de la producción Lean. Surgidas de manera específica en la industria del automóvil suponen el máximo grado de compromiso con la filosofía JIT y son técnicas que necesitan de entornos específicos para su aplicación, tanto en lo relativo a los productos, como en los procesos y disponibilidad de medios.

Heijunka es la técnica que sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un periodo de tiempo, normalmente un día o turno de trabajo. Evidentemente, esta herramienta no es aplicable si hay nula o poca variación de tipos de producto. La gestión práctica del Heijunka requiere un buen conocimiento de la demanda de clientes y los efectos de esta demanda en los procesos y, a su vez, exige una estricta atención a los principios de estandarización y estabilización. Los pedidos de los clientes son relativamente constantes si se consideran en promedio dentro de un período suficientemente grande de tiempo, pero son impredecibles si se analizan con un rango de tiempo pequeño y fuera de un programa pactado. En el primer caso, las variaciones de la producción se deben al propio proceso (planifica-

ción, tamaño de los lotes, incidentes, oportunidades de negocio, etc.). En el segundo caso, es la aplicación extrema del tamaño unitario del lote lo que lleva a las empresas a intentar el ajuste instantáneo de la demanda, soportando todas las variaciones de los pedidos. A través de una producción continua nivelada, suavizada y en pequeños lotes, se logra producir con el mínimo nivel de despilfarro posible.

Para la aplicación del Heijunka existen una serie de técnicas que, integradas en su conjunto, permiten obtener un sistema avanzado de producción con flujo constante, ritmo determinado y trabajo estandarizado, lo que proporciona unas ventajas muy significativas desde el punto de vista de la optimización de mano de obra, minimización de inventarios y tiempos de respuesta al cliente. Estas técnicas son:

- Usar células de trabajo.
- Flujo continuo pieza a pieza.
- Producir respecto al Takt time (tiempo de ritmo).
- Nivelar el mix y el volumen de producción.

### Usar células de trabajo

Uno de los primeros pasos en la puesta en marcha de un sistema Lean es la creación de flujo en la planta, lo que lleva a un layout orientado al producto. En este tipo de distribución las estaciones de trabajo se sitúan una al lado de la otra siguiendo las fases del proceso productivo y el producto avanza a medida que se hacen las operaciones correspondientes. De esta forma se crea una secuencia eficiente que permite un movimiento continuo y suave de las materias primas para elaborar productos de principio a fin. El diseño que mejor cumple los requerimientos básicos de la gestión Lean es la denominada “célula flexible” (o de trabajo), que responde al concepto de flujo de actividades muy cercanas y que adopta la forma física de “U”. Lo esencial de la distribución en U es que la entrada y la salida de una línea se encuentran en la misma posición. El flujo continuo transforma varios procesos que trabajan de forma independiente en una celda de trabajo conjunta donde todos los procesos van ligados uno después del otro.

Cada celda se diseña para producir una familia de partes o una cantidad limitada de familias de partes. Una familia de partes es un grupo de piezas o subconjuntos del producto principal que poseen similitudes en la forma geométrica y el tamaño, o en las fases de fabricación. La celda incluye equipo especial de producción y técnicas y soportes personalizados para optimizar la producción de las familias de partes. En esta situación, cada celda se convierte en una fábrica dentro de la fábrica.

A la hora de diseñar células de células se hacen necesarios ciertos requerimientos:

- Identificar familias de productos, a menudo utilizando tecnología de grupos.
- Contar con personal capacitado y flexible.
- Disponer de personal de apoyo o empleados imaginativos y flexibles para establecer las células de trabajo iniciales.
- Diseñar sistemas antierror en cada estación de la célula.

La adopción de células permite obtener unas ventajas muy significativas en la eficiencia del sistema:

- Mejor cumplimiento de los requisitos establecidos por el cliente, en calidad y plazos.
- Reducción del inventario en proceso ya que la célula de trabajo se establece para proporcionar un flujo equilibrado de maquina a máquina.
- Reducción en el espacio de la planta ya que se necesita de menos espacio entre las máquinas para el inventario en proceso.
- Menor inventario de materias primas y productos terminados, porque con menos trabajo en proceso se agiliza el movimiento de materiales.
- Mayor uso de equipo y maquinaria debido a una mejor programación y el flujo más rápido.

## Flujo continuo pieza a pieza

El concepto de flujo continuo se resume mediante una frase simple: “mover uno, producir uno” (o “mover un pequeño lote, fabricar un pequeño lote”). Es fundamental el papel del flujo continuo dentro de la filosofía Lean en la que hay que asegurar que una operación “aguas arriba” nunca hace más de lo que requiere una operación “aguas abajo”, de manera que nunca se produce más de lo que solicita un cliente.

También se puede definir como trabajar de modo que el producto fluya de forma continua, desde el proveedor al cliente, con el menor plazo de producción posible y con una producción de despilfarro mínima.

El flujo continuo supone configurar todo el proceso para que dicho flujo se interrumpa lo menos posible, de modo que se pueda trabajar a un ritmo fluido y, para hacerlo posible, se necesitan contemplar tres niveles distintos:

1. Flujo de información normalizado para tomar decisiones aplicando las técnicas siguientes:
  - La nivelación para distribuir la producción de la forma más fluida.
  - Las tarjetas kanban para indicar la necesidad de material.
  - El seguimiento diario de procesos para localizar las desviaciones y resolver problemas cuanto antes.
2. Flujo de materiales. Al reducir el despilfarro paso a paso, se crea un flujo de materiales con el menor plazo de producción posible mediante el uso de las técnicas siguientes:
  - Un flujo pull entre todos los procesos para reducir el trabajo en proceso.
  - Un equipo necesario para el flujo de proceso.
  - Una organización multiproceso.
  - Unas entregas frecuentes.
3. Flujo de operarios (trabajo normalizado). Al formar a los operarios y asignarles las técnicas adecuadas, se crean estaciones de trabajo que ofrecen gran flexibilidad y eficacia. Para ello es necesario:
  - Sincronizar el proceso según el takt time.
  - Crear celdas o líneas flexibles.
  - Formar a los operarios para trabajar en líneas multiproceso (polivalencia del personal).
  - Normalizar el trabajo para distinto número de operarios en función de la demanda del mercado.

### Producir respecto al Takt time (tiempo de ritmo)

El takt, “compás” en idioma alemán, se emplea para sincronizar el tiempo de producción con el de ventas, convirtiéndose en un número de referencia que da una sensación del ritmo al que hay que producir. Se calcula dividiendo el tiempo disponible de producción por la demanda del cliente, todo ello en un periodo dado. Así pues, el takt time se puede describir mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Takt time} = (\text{tiempo operativo por periodo en segundos.}) / (\text{Demanda cliente por periodo en unidades}).$$

Si el turno de trabajo es de ocho horas diarias (480 minutos), 22 días laborables al mes y los clientes compran 79.200 unidades por mes, deberían fabricarse 3.600 unidades al día o una unidad cada 8 segundos. En un proceso de flujo pieza a pieza, cada proceso debería estar diseñado y preparado para producir una unidad cada 8 segundos. Si va más rápido, se producirá en exceso y si va más lento, se creará un departamento cuello de botella. El takt se utiliza para sincronizar el ritmo de la producción con el de las ventas y además permite alertar a los operarios cuando están adelantados (sobreproducción) o retrasados.

Dado que el volumen de pedidos fluctúa, el takt time se ajusta para que exista una sincronización entre la producción y la demanda. Sin embargo, los clientes no piden un solo artículo cada vez sino una cantidad más o menos estandarizada para ser entregada en un contenedor o palet. Cuando esto pasa, debe reconvertirse el takt time en una unidad llamada tiempo de paso.

El tiempo de paso es, por tanto, el producto del takt time (definido por la demanda de los clientes) por la cantidad conjunta (definida por la empresa). Producir al ritmo del takt suena sencillo, pero requiere esfuerzo para dar rápida respuesta ante los problemas, eliminar causas de ineficiencias y eliminar tiempos de cambio en procesos tipos de ensamblaje aguas abajo.

### Nivelar el mix y el volumen de producción

La programación de grandes series o lotes en los procesos finales de montaje o procesos reguladores evita realizar muchos cambios pero esto crea serios problemas en el resto del flujo de valor.

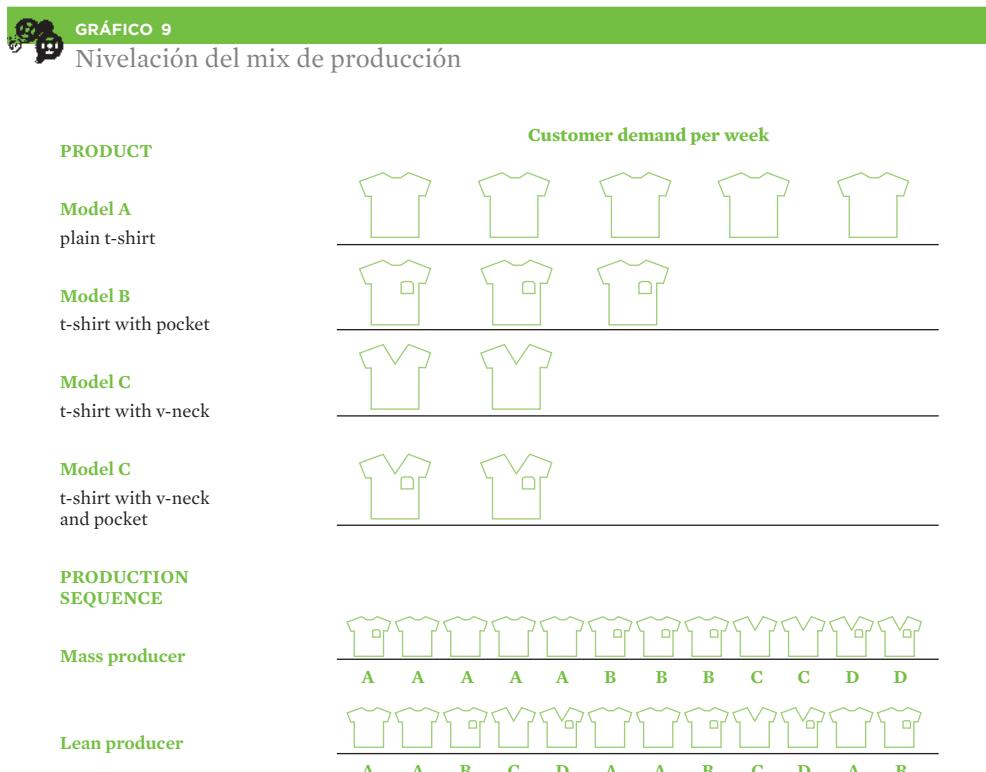
Los grandes lotes hacen difícil el servir a clientes que desean algo diferente a la serie que se está produciendo en el momento. Esto se traduce en requerimientos de más stock de producto terminado y mayor periodo de maduración. El inventario en curso de procesos aguas arriba también se incrementa y amplifica por la necesidad de disponer de los conjuntos en grandes lotes. De la misma manera, pequeñas fluctuaciones de las órdenes en el proceso regulador afectan y distorsionan los requerimientos de capacidad aguas arriba.

Muchas empresas encargan lotes grandes de trabajo a los procesos de planta, lo cual causa los siguientes problemas:

- No hay ni sentido de takt time ni pull con el que responder.
- El volumen de trabajo se encarga de manera aleatoria con picos y valles que causan caos en máquinas, trabajadores y supermercados.

- La situación se hace difícil de monitorizar.
- Con tal cantidad de trabajo cada proceso tiende a secuenciar las órdenes por su cuenta, lo cual incrementa el periodo de maduración o lead time y la necesidad de expedir órdenes.
- Responder a cambios en requerimientos de clientes se vuelve muy complicado.

Una de las formas más efectivas de evitar dicho efecto consiste en realizar un mix o mezcla lo más nivelada posible en el proceso regulador. Nivelar el mix de producción significa producir en pequeños lotes, incrementando el número de cambios y manteniendo las variantes de componentes a disposición en la sección de montaje (gráfico 9).



Fuente: Marchwinski et al., 2003.

Por otra parte, nivelar el volumen de producción significa desencadenar la producción encargando y retirando en el proceso regulador unidades de trabajo pequeñas y con-

sistentes. Trata de que la frecuencia de tiempo de gestión, la cantidad de trabajo que se encarga cada vez y el tiempo dedicado al control de la producción sean mínimos. Establecer un ritmo de nivel de producción crea un flujo de producción predecible, el cual da la alarma sobre los problemas y habilita tomar rápidas acciones correctoras. Una buena forma de comenzar es entregar en el proceso regulador pequeñas unidades de trabajo valoradas entre 5 y 60 minutos o entre 15 minutos y 2 horas, según de qué autor se trate, y, simultáneamente, retirar la misma cantidad de producto terminado. A este proceso también se le denomina paced withdrawal o retirada rítmica. A la unidad de trabajo valorada en tiempo se le llama pitch (paso), y habitualmente es calculado basándose en la cantidad de unidades de embalaje o en un múltiplo de dicha cantidad. En un entorno en el que se trabaja bajo pedido se aconseja que el pitch sea calculado en base a la capacidad del cuello de botella. Por ejemplo, para un takt time 30 segundos con tamaño de embalaje de 20 unidades, el pitch corresponderá a 10 minutos de trabajo ( $30\text{ seg} * 20\text{ piezas}$ ). Por tanto, cada 10 minutos:

- Se le da una orden al proceso regulador para producir una unidad de embalaje.
- Se retira un pitch de producto terminado.

Así pues, el pitch se convierte en la unidad básica del programa de producción para la familia de producto. Si se secuencia y se controla cada pitch, se puede responder a problemas rápidamente y así mantener el takt time.

## 11. Kanban

Se denomina Kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés, Kanban), aunque pueden ser otro tipo de señales. Utiliza una idea sencilla basada en un sistema de tirar de la producción (pull) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños, mediante la utilización de tarjetas. Kanban se ha constituido en la principal herramienta para asegurar una alta calidad y la producción de la cantidad justa en el momento adecuado.

El sistema consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica y, a su vez, con la línea de montaje final. Las tarjetas se adjuntan a contenedores o envases de los correspondientes materiales o productos, de forma que cada contenedor tendrá su tarjeta y la cantidad que refleja la misma es la que debe tener el envase o contenedor.

De esta forma, las tarjetas Kanban se convierten en el mecanismo de comunicación de las órdenes de fabricación entre las diferentes estaciones de trabajo. Estas tarjetas recogen diferente información, como la denominación y el código de la pieza a fabricar, la denominación y el emplazamiento del centro de trabajo de procedencia de las piezas, el lugar donde se fabricará, la cantidad de piezas a producir, el lugar donde se almacenarán los artículos elaborados, etc.

 GRÁFICO 10  
Esquema del sistema Kanban

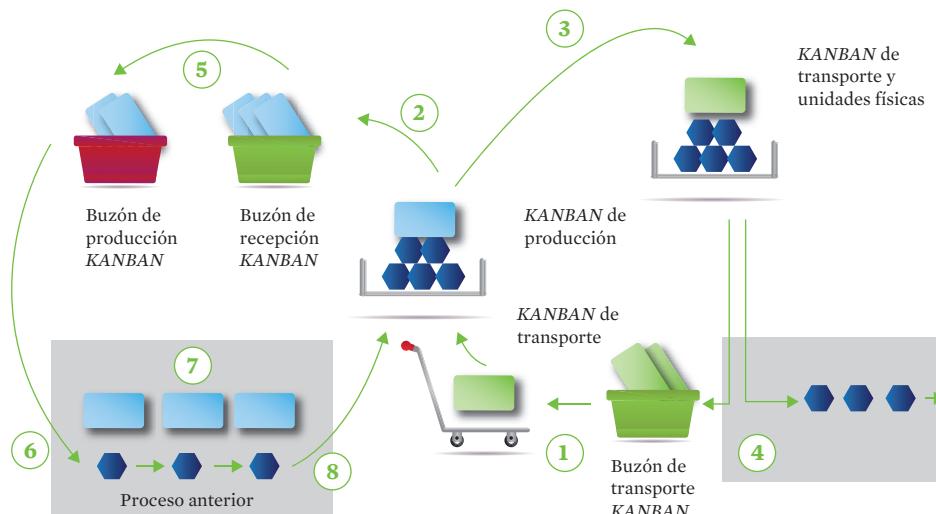


 GRÁFICO 11  
Ejemplo de tarjeta Kanban

KANBAN	
CÓDIGO Art.	63 10 2200
DESCRIPCIÓN	PLA 63x10x2200
Cantidad a fabricar	Consumo promedio
50	100
Cantidad de Tarjetas KANBAN	
2 de 2	
Almacén Estante:	
A 02	
Material:	
63x11	

Se distinguen dos tipos de kanbans:

- El kanban de producción, que indica qué y cuánto hay que fabricar para el proceso posterior.
- El kanban de transporte, que indica qué y cuánto material se retirará del proceso anterior.

La principal aportación del uso de estas tarjetas es conseguir el reaprovisionamiento único del material vendido, reduciéndose de este modo, los stocks no deseados.

Cuando se explican las cuestiones técnicas de funcionamiento del sistema aparecen dudas: ¿cómo deben calcularse el número de tarjetas en circulación?, ¿y el número de piezas por kanban?, ¿qué pasa si una desaparece?, etc. Aunque es necesario resolver estas cuestiones, lo realmente importante es formar un equipo de personas dispuestas a aprender, que busquen y encuentren caminos para minimizar el número de tarjetas para reducir y, finalmente, eliminar los stocks. Kanban ha tenido una fuerte implantación en la industria del automóvil, convirtiéndose en uno de los prototipos del sistema JIT. Precisamente, en el sector del automóvil, la implantación del sistema pull mediante este tipo de tarjetas se ha acompañado de la aplicación de otros tres métodos operativos de gestión de la producción y logística:

### Nivelación de la producción: contrato logística-producción

Para obtener la nivelación y capacidad tanto de la producción como de los materiales y recursos humanos, se establece un acuerdo, denominado “contrato”, entre las áreas de logística y de producción, referente a la variedad y cantidad a producir en un periodo mínimo de un mes. Será necesario dimensionar la cadena logística a través de los pedidos hechos por los clientes y garantizar el suministro de componentes para montar a tiempo los productos. Por su parte, el área de producción debe fabricar las cantidades pedidas, gestionando sus recursos tanto humanos como materiales, independientemente de las incidencias que se produzcan.

### Relación con los proveedores

Trabajando mediante el sistema pull, sólo se fabrican aquellos productos que quiere el cliente. Pero si se desea obtener un verdadero flujo continuo hay que seguir tirando de este flujo y esto se traslada al almacén, dónde llega el material necesario para la producción. Una manera de conseguir este objetivo es mediante el aprovisionamiento según las necesidades igual que ocurre en las líneas de producción, disponiendo de

una política de suministro de entregas frecuentes con los proveedores. En este sistema se buscan relaciones a largo plazo con los proveedores. Los proveedores entregan piezas de alta calidad varias veces al día, a menudo en la misma línea de montaje del cliente, lo que evita la recepción y la inspección. Se trata de un sistema casi sin papeles basado en un espíritu de confianza mutua.

## Polivalencia de los operarios

El sistema pull de producción, por un lado y los requerimientos del mercado, por otro, obligan a la polivalencia, es decir, exigen que los operarios dominen más de un proceso de forma que tengan la capacidad de trabajar en varios puestos, máquinas o técnicas distintas. La polivalencia permite al equipo tener un funcionamiento autónomo ya que las personas polivalentes no siempre se limitan a un puesto porque pueden ayudarse mutuamente, reemplazarse o cambiar de tarea.

Para conseguir flexibilidad es preciso que el número de operarios se adapte a las necesidades reales de la demanda en cada momento. Desde el punto de vista del operario, esto significa que puede ver alterada su asignación de tareas incrementándose o disminuyéndose el número de actividades a realizar o, simplemente, modificándose el orden o el contenido de las mismas. En Japón se utiliza el término shojinka para referirse a la flexibilidad en el número de trabajadores en cada taller para adaptarse a los cambios de la demanda mediante la ampliación de la gama de tareas asignadas a los operarios.

Por otro lado, la organización Lean comporta una revalorización de la figura del encargado de la planta, que tiene una tasa de polivalencia del 100%, y al que compete garantizar el cumplimiento de los objetivos de producción en cuanto a calidad y rendimiento. El encargado debe estar en un estado permanente de observación crítica del desarrollo de la producción. Debe supervisar y coordinar a todos sus subordinados y tomar las decisiones oportunas acorde con el interés de la estrategia de la empresa. Los encargados, además, tienen una amplia autonomía de decisión con respecto a las sugerencias de mejora que provengan de los operarios. Los japoneses atribuyen al encargado el papel de responsable de la eliminación de las tres "M": Muri-muda-mura, es decir, operaciones no ergonómicas o sobrecarga del trabajo (muri), despilfarros (muda) y operaciones irregulares (mura).

# 3

## HOJA DE RUTA PARA LA IMPLANTACIÓN LEAN



## 1. Aspectos generales de implantación

Las técnicas descritas en el capítulo anterior suscitan enseguida las preguntas relacionadas sobre si es posible implantarlas en cualquier empresa, en qué orden y cómo. Las preguntas no son fáciles de responder si lo que se busca es una solución única y aplicable a todas las casuísticas y sectores industriales. La propia naturaleza de la producción moderna aconseja evitar el uso de generalizaciones y no acatar términos, conceptos, ni métodos en el ámbito industrial como universales.

Los estudios realizados hasta la fecha, y la opinión de los profesionales con larga experiencia en implantaciones Lean, indican que la extensión del modelo es aplicable todas las empresas y sectores. Aconsejan que la implantación se haga de forma secuencial, adaptándose a la realidad particular de cada caso, equilibrando los esfuerzos y recursos con los objetivos de mejora propuestos y la realidad. En general existe un consenso en que es necesario empezar por aquellas técnicas y métodos que modifican sustancialmente y, sobre todo, rápidamente, las formas de trabajo. En este sentido parece lógico afrontar primero aquellas que permiten mejorar las condiciones de trabajo (5S) y la reducción de los tiempos de preparación (SMED). Un ejemplo clásico de implantación puede comenzar con una primera etapa en donde se define un área piloto y se entrena un equipo de producción en las técnicas Lean, incluyendo funciones de soporte de personal de ingeniería y mantenimiento, bajo una estructura jerarquizada y organizada de reuniones/talleres con mandos y directivos. El éxito de esta primera implantación será fundamental a la hora de extender el “modelo de buenas prácticas” al resto de la empresa. A continuación, ya se pueden ir estableciendo programas de mejora en el resto de las unidades operativas que involucren a nuevos equipos Lean suficientemente formados y motivados en la detección de despilfarros y propuesta de mejoras. Por su parte, mandos y directivos deben implicarse personalmente en el proceso de “cambio cultural” y garantizar la sostenibilidad y crecimiento del sistema. A partir de los éxitos iniciales, ya puede pensarse en técnicas Lean más avanzadas, teniendo en cuenta que al final del proceso habrá que diseñar un procedimiento de auditoría permanente que garantice el mantenimiento y la mejora continua del propio sistema en el tiempo.

En cualquier caso, para implementar en las empresas un sistema tan sencillo en el procedimiento, pero difícil en su filosofía, es determinante el compromiso de la alta dirección que, con sentido común y suficientes recursos económicos, debe invertir en formación para respaldar este tipo de proyectos.

## 2. Fases de implantación

En este trabajo se ha desarrollado una hoja de ruta que pretende ser una mera aproximación genérica a la implantación de todas las técnicas descritas hasta ahora (gráfico 12).

La hoja de ruta está constituida por una posible secuencia de fases y elementos que permitan a las empresas diseñar el mejor camino para una implantación Lean Manufacturing. Evidentemente, las fases propuestas que aparecen en el gráfico 10 consideran un escenario de “máximos” por lo que deben ser tomadas exclusivamente como una referencia de manera que cada empresa diseñe su propia hoja de ruta.

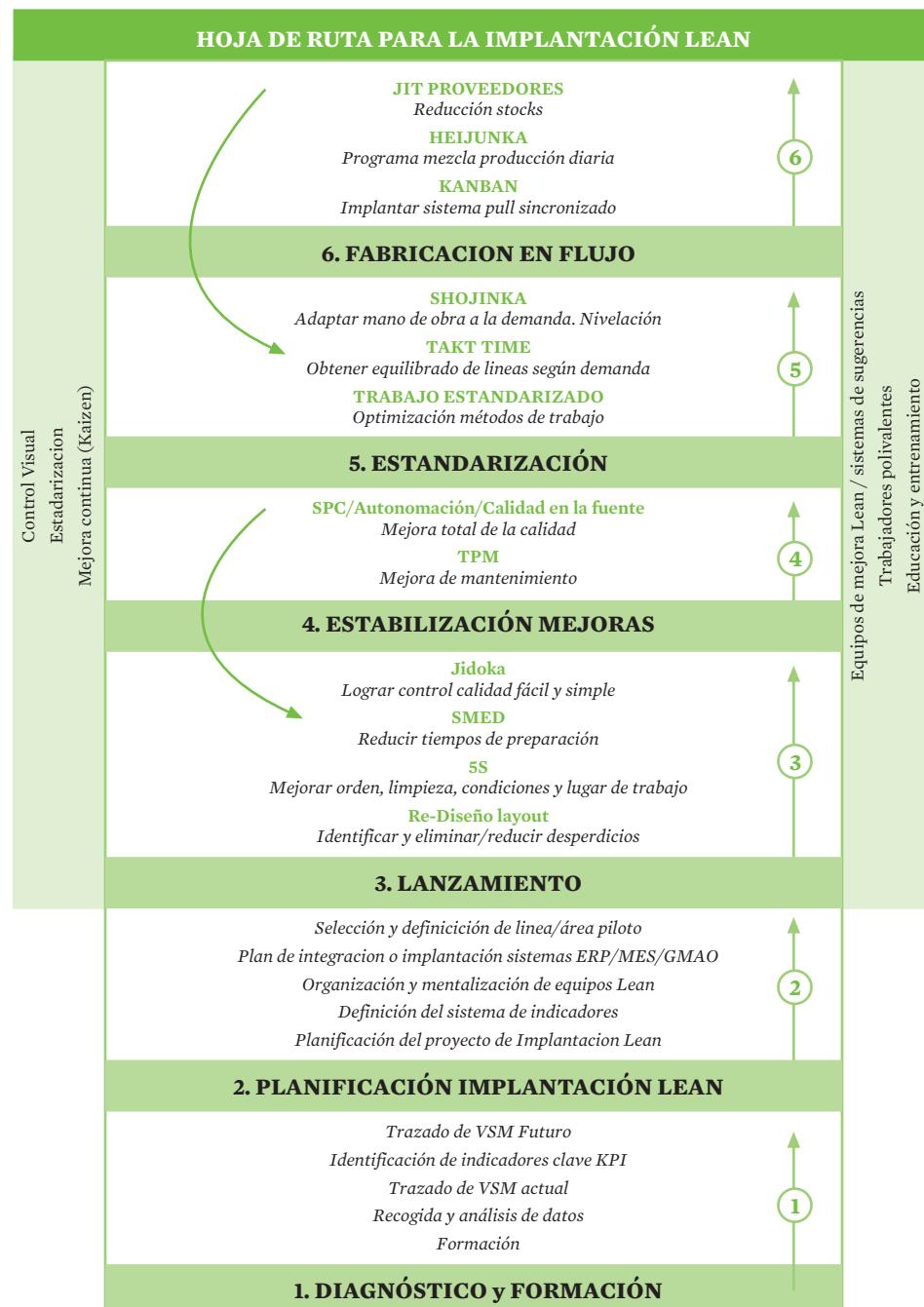
Los objetivos al diseñar esta hoja de ruta han sido:

- Establecer metas intermedias, por medio de una secuencia de bloques (elementos) buscando resultados en periodos de tiempo pequeños.
- Evolucionar hacia nuevas técnicas conforme se dedica más tiempo a la implantación.
- Adaptar a la situación de las empresas españolas.
- Reducir la curva de aprendizaje para implantar sistemas Lean.
- Permitir a una compañía localizar el grado de avance Lean de su sistema de fabricación.
- Incidir en la importancia del espíritu de mejora continua, factor humano, formación y en la utilización del control visual y estandarización como pilares básicos en la hoja de ruta de una implantación Lean.



GRÁFICO 12

Metodología propuesta



## Fase 1: Diagnóstico y Formación

No se puede comenzar a estudiar el proceso de mejora sin definir por dónde hay que empezar, de qué manera hay que trabajar, qué recursos se necesitan, etc. La primera fase debe centrarse en conocer el estado actual del sistema de fabricación en relación con las áreas abordadas por el Lean y emprender un programa específico de formación interna. Las etapas recomendadas para esta etapa de diagnóstico son:

### Formación en conceptos Lean Manufacturing

Se forman las personas que han de participar en el lanzamiento de la implantación Lean. Aunque esta formación se explica con más detalle en capítulo 4, los principales puntos en los que debe incidir la formación inicial son:

- Objetivos y aspectos clave del Lean Manufacturing como los conceptos de valor y despilfarros.
- Aprender a analizar las operaciones y su flujo, detectando despilfarros, con la ayuda de paneles de técnicas visuales.
- Tomar conciencia de los diferentes aspectos del factor humano dentro del sistema Lean.
- Aprender a representar el proceso y su flujo por medio del mapa de cadena de valor o value stream map (VSM) herramienta visual que representa los flujos de materiales y de información del proceso desde el aprovisionamiento hasta el cliente.

### Recogida y análisis de datos

El éxito de la implantación depende, en gran medida, de la fiabilidad de los datos de partida. Se precisa información sobre los productos (referencias, componentes, cantidades...) y los procesos (operaciones, equipos, capacidad, tiempos...). Se debe analizar, también, la demanda efectiva, producto a producto, para poder evaluar el ritmo de producción necesario. En esta fase puede ser muy útil realizar un análisis de la variedad de productos y volúmenes de producción (análisis P-Q). Este análisis ordena las cantidades de producto de acuerdo con sus destinos (clientes). El objetivo de este estudio es organizar y priorizar productos como ayuda a la toma de decisión de cuál es el modelo de producción más adecuado a cada caso, por ejemplo: producción tradicional con trabajadores especializados, líneas de fabricación o montaje dotadas de flexibilidad o líneas de producción JIT multiproducto.

## Trazado del VSM actual

En esta etapa se introduce toda la información recogida y analizada hasta el momento en un VSM denominado “actual” que actúa como fuente de información global de la situación de partida, visualizada a través de los flujos de producto, materiales e información.

## Trazado del VSM futuro

A partir de toda la información de etapas anteriores se plantean las posibles soluciones más efectivas y se diseña un nuevo VSM con el nuevo flujo de producto, materiales e información.

## Fase 2: Diseño del plan de mejora

Dependiendo de las situación de cada empresa, sus características y su grado de eficacia desde una perspectiva Lean, es necesario planificar un proyecto de implantación coherente con su realidad, y con unos objetivos bien definidos a corto, medio y largo plazo.

Este plan de mejora debería incidir en los siguientes aspectos:

- Planificación detallada del proyecto de implantación Lean, estableciendo objetivos concretos, tareas, duraciones y proporcionando los medios necesarios para llevarlo a cabo.
- Definición del sistema de indicadores de seguimiento del proyecto de manera que se conozcan perfectamente los criterios que se van a utilizar para medir el grado de mejora según avance el proyecto.
- Organización de los equipos de trabajo Lean, incluyendo su estructura jerarquizada, funciones y metodología operativa. Se debe abordar la formación específica en técnicas Lean, incidiendo tanto en técnicas específicas como todas aquellas acciones que faciliten la implicación del personal y el cambio de mentalidad (pre-requisito Lean).
- Diseño de un plan de integración o implantación sistemas ERP/MES/GMAO o, en su defecto, tener claro el papel de los sistemas de información en la implantación Lean.
- Selección de la línea o área piloto. El cambio que provoca el Lean en un sistema productivo es muy grande y hay que minimizar los riesgos desde el principio. Por ello, es aconsejable seleccionar un área limitada para iniciar la implantación de las técnicas. Una vez que se van consiguiendo los éxitos, esta área piloto se convierte en un modelo de buenas prácticas para el resto de la empresa.

## Fase 3: Lanzamiento

En esta fase, comienzan los cambios radicales en los medios materiales y en su gestión operativa. En un primer momento es aconsejable perseguir cambios impactantes, rápidos y motivadores que faciliten la implantación del resto del sistema.

Se comienza siempre con las técnicas esenciales del Lean como son las 5S, SMED y técnicas específicas del Jidoka como los mecanismos anti-error.

En muchas ocasiones también puede ser necesario un rediseño previo de la distribución en planta, sobre todo en casos de sistemas productivos obsoletos con grandes inefficiencias a todos los niveles. Incluso hay situaciones en que el diagnóstico previo debe plantearse como un estudio completo de racionalización de la producción. El estudio incluiría un nuevo diseño de flujos de materiales, ubicación de máquinas y lugares de trabajo, recorridos de materiales y personas, definición de nuevos elementos de transporte. Incluso podría ser necesario afrontar estudios preliminares de equilibrado de operaciones y puestos de trabajo, ajustando la capacidad productiva a la demanda y prestando atención a las operaciones con más despilfarros y a los cuellos de botella.

Desde ese momento se pueden realizar grupos de trabajo (talleres kaizen) en todos los niveles de la organización que vayan ayudando en el proceso de “revolución de mentalidades”. Este proceso debe continuar durante toda la implantación Lean mediante la aplicación sistemática y permanente de las técnicas y principios esenciales del Lean Manufacturing: control visual, estandarización, mejora continua (Kaizen), equipos de mejora Lean, trabajadores polivalentes, educación y entrenamiento, programas de sugerencias.

## Fase 4: Estabilización de mejoras

Los objetivos de esta etapa son:

- Reducir desperdicios en actividades relacionadas con mantenimiento y calidad.
- Estabilizar el proceso de producción para incrementar el nivel de confianza con respecto a tiempos de preparación, efectividad global del equipo y niveles de calidad.
- Reducir los lotes de producción al mínimo posible, determinado por el punto de equilibrio de producción.

Para ello se pueden desplegar acciones TPM y todas aquellas técnicas de calidad disponibles: SPC, autonomación, chequeos de calidad y MAQ. Según se vayan logrando

las mejoras y haciendo más confiable y estable el proceso, se conseguirán menores tamaños de lote, mayor flexibilidad y un aumento de la calidad.

En esta fase se pueden organizar realizar talleres Kaizen relacionados con metodologías de mejora como mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo total, calidad en la fuente o control estadístico de proceso. Los sistemas de información pueden aportar ayuda en esta fase, especialmente mediante la utilización de sistemas de gestión de mantenimiento (GMAO), sistemas de control MES y programas de análisis estadístico de la calidad, siempre recordando, que estos programas son simples técnicas y que lo importante es la cultura de mejora.

## Fase 5: Estandarización

La implantación de las técnicas anteriores permite afrontar el despliegue de aquellas acciones Lean más específicas relacionadas con la optimización de los métodos de trabajo y el control de la gestión. Los objetivos de esta etapa son:

- Optimizar métodos de trabajo.
- Diseñar métodos de trabajo capaces de adaptarse a las variaciones de la demanda.
- Adaptar el ritmo de producción a la demanda del cliente.
- Adaptar la mano de obra y capacidad a la demanda requerida.

En esta etapa, los métodos bajo los cuales se han logrado lotes pequeños deben ser estandarizados y diseñados para ajustarse a las variaciones de demanda que genere el cliente. Elementos como el tiempo de ciclo demandado (takt time), shojinka y trabajo estandarizado deben utilizarse en esta etapa; los talleres Kaizen siguen siendo importantes para encontrar formas de mejorar los métodos estándar. En esta fase cobra aún más importancia la educación y entrenamiento de todos los trabajadores involucrados en la implementación y operación de sistema es muy importante. Los trabajadores multifuncionales deben adaptarse al requerimiento de demanda de los clientes.

## Fase 6: Producción en Flujo

Una vez recorridas las fases anteriores es posible plantearse los principios más ambiciosos JIT relacionados con la fabricación en flujo y justo a tiempo, produciendo en la cantidad, tiempo y lugar requeridos con niveles de desperdicio tendentes a cero. En este nuevo escenario los objetivos que se persiguen deben ser:

- Mantener la estabilidad y la flexibilidad logradas en las etapas anteriores.
- Garantizar al cliente expediciones con tiempos de entrega reducidos y a tiempo.
- Reducción drástica del inventario en proceso.
- Mejorar el sistema de gestión, control y logística de materiales en toda la planta.
- Introducir las técnicas más avanzadas Lean relacionadas con la producción mezclada, equilibrado y sincronización de la producción.

Estos objetivos pueden alcanzarse creando y controlando el flujo de producción con elementos como kanban, heijunka y sistemas avanzados de logística Lean de materiales. Los talleres Kaizen ahora deben enfocarse en la mejora de las actividades de creación de flujo y suministro de materiales.

De cualquier forma, el proceso de implantación Lean nunca va a terminar puesto que las posibilidades de mejora continua, por su propia definición, siempre deben ser posibles. De aquí que, en esta última fase, debe realizarse una análisis crítico sobre el nivel de avance de cada una de las técnicas implantadas y como pueden seguir evolucionado. En este sentido, el modelo de niveles propuesto por Hirano (2002) que aparece en la tabla 10, se convierte en una excelente guía orientativa sobre el estado de excelencia de cualquier empresa que haya emprendido el camino Lean.

 TABLA 10  
Despliegue de técnicas JIT/Lean en cinco niveles

	Primer Nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Cuarto Nivel	Quinto nivel
Revolución mentalidades	Producción en masa en gran escala para output máximo	Orientación al producto	Orientación al mercado, pero no implantada en cada taller	Orientación al servicio, con talleres orientados al servicio	Orientación al servicio implantada en cada proceso
Las 5s	Difícil para cada uno saber qué cosas están, dónde, y cuándo	Difícil para visitantes saber qué cosas están, dónde están, pero los trabajadores lo saben	La fábrica usa dibujos y clasificación para control visual	Buenos indicadores y fábrica limpia, bien organizada	Limpieza, organización pulida con fuertes medidas de prevención de desperdicios



TABLA 10 (CONTINUACIÓN)

Despliegue de técnicas JIT/Lean en cinco niveles

	<b>Primer Nivel</b>	<b>Segundo nivel</b>	<b>Tercer nivel</b>	<b>Cuarto Nivel</b>	<b>Quinto nivel</b>
Producción en flujo	“Layout job-shop”, producción gestionada en grandes lotes	“Layout job-shop” producción en pequeños lotes	“Layout en línea”, flujo en pequeños lotes entre procesos	“Layout en línea”, flujo de una pieza entre procesos	Plenas operaciones multi-proceso con flujo de una pieza
Operaciones Multi-proceso	Operación de un solo proceso, apoyo a la especialización	Operaciones cooperativas estilo caravana	Operaciones cooperativas basadas en flujo	A medio camino del logro de operaciones multi-proceso regulares	Operaciones multi-proceso regulares y complejas
Reducción costes personal	Movimientos despilfarradores y demasiados trabajadores	Asignaciones fijas de trabajo y balances pobres	Asignaciones fijas de trabajo pero diferentes para cada modelo, balance ligeramente mejor	A medio camino del logro de operaciones multi-proceso regulares	Asignaciones flexibles de trabajo, con estrechas variaciones en volumen de output
Kanban	Producción “push”, con stocks retenidos por todas partes	Producción “push”, con puntos de almacenaje para stocks en proceso	Producción “pull”, con localizaciones y volúmenes fijos	Asignaciones flexibles de trabajo, con amplia variación de volumen output	Kanban y mejoras
Control visual	Ocurren a menudo anomalías y solamente crean confusión	Ocurren a menudo anomalías y visualmente se resuelven de algún modo	Los supervisores saben cuándo ocurren anomalías	Cualquiera puede decir cuándo ocurre una anomalía	Se toma acción inmediata para remediar anomalías
Producción nivelada	Un programa de producción mensual, procesos a su propio ritmo	Dos programas de producción por mes, procesos a su propio ritmo	Programa de producción semanal, la línea en su conjunto tiene alguna clase de ritmo común	Programa diario de producción, toda la línea tiene un ritmo común	Producción totalmente nivelada, toda la línea tiene un ritmo común



TABLA 10 (CONTINUACIÓN)

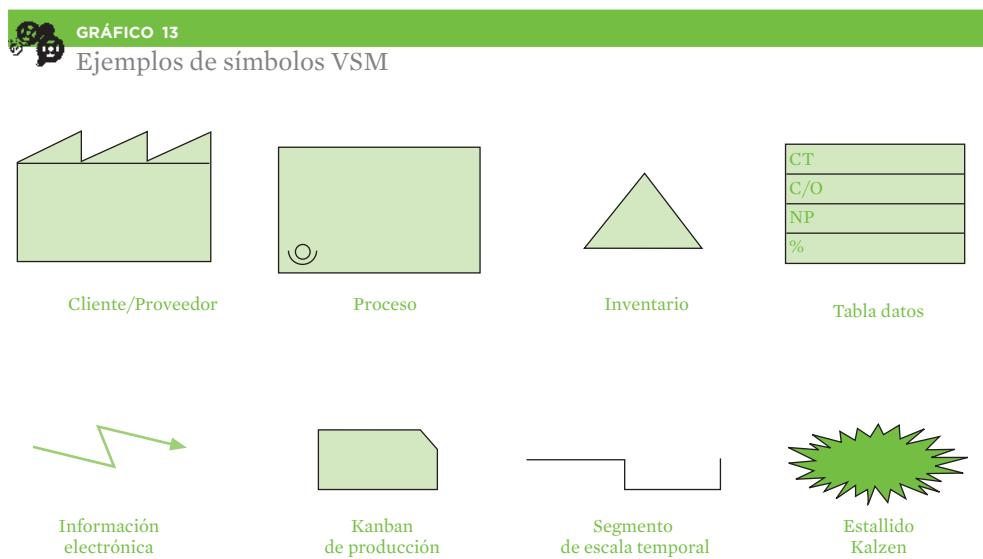
Despliegue de técnicas JIT/Lean en cinco niveles

	<b>Primer Nivel</b>	<b>Segundo nivel</b>	<b>Tercer nivel</b>	<b>Cuarto Nivel</b>	<b>Quinto nivel</b>
Preparación de equipos	Una preparación de equipos cada mes, que requiere medio día cada vez	El personal es consciente de las necesidades de preparación de los equipos	Equipos de preparación de máquinas, mejoras en algunos talleres	Cambios de útiles en menos de diez minutos	Preparación de equipos dentro del tiempo de ciclo
Aseguramiento de la calidad	La fábrica entrega productos defectuosos y recibe quejas.	Los productos defectuosos se separan en inspección final y no se expiden	La fábrica produce artículos defectuosos pero hay "feedback" de información para reducir defectos	Los procesos no pasan defectos a procesos siguientes (inspección independiente)	La planta crea la calidad en cada proceso (inspección en la fuente)
Operaciones estándares	Se dejan a cada operario los procedimientos de operación	Procedimientos de operaciones vagamente estandarizados en aproximadamente el mismo orden	Implantadas operaciones estándares en procesos individuales	Planificadas las operaciones pero no completamente implantadas	Plena implantación de operaciones estándares y mejoras
Autonomía humana	Todos los procesos requieren asistencia manual, equipo para grandes lotes	Alguna automatización, pero operarios presentes mientras máquinas trabajan	Trabajo humano y de máquinas separadas, las máquinas producen defectos a veces	Personas y máquinas trabajan separados pero las máquinas a veces producen defectos	Personas y máquinas trabajan separadas, no se producen defectos, hay mecanismos de automatización humana
Mantenimiento y seguridad	Numerosas paradas y accidentes	La fábrica emplea especialistas en mantenimiento pero tiene accidentes ocasionales	La fábrica tiene un mantenimiento sistemático y sin accidentes importantes	La fábrica tiene mantenimiento preventivo y está casi libre de accidentes	La fábrica tiene mantenimiento preventivo total y no tiene accidentes

'Fuente: Adaptación de Hirano (2002).

### 3. Diagnóstico a través de VSM

Dentro de la hoja de ruta se ha hecho mención a la conveniencia de realizar un Mapa de Cadena de Valor o Value Stream Mapping (VSM). El mapa de la cadena de valor es un modelo gráfico que representa la cadena de valor, mostrando tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Tiene por objetivo plasmar en un papel, de una manera sencilla, todas las actividades productivas para identificar la cadena de valor y detectar, a nivel global, donde se producen los mayores desperdicios del proceso. El VSM facilita, de forma visual, la identificación de las actividades que no aportan valor añadido al negocio con el fin de eliminarlas y ganar en eficiencia. Es una herramienta sencilla que permite una visión panorámica de toda la cadena de valor. Actualmente ya existen en el mercado diferentes programas de software que facilitan la labor de elaboración de estos modelos a través bibliotecas de simbología normalizada. Algunos ejemplos son Smartdraw, eVsm, SigmaFlow o Microsoft Visio.



Entre los beneficios obtenidos destacan la mayor visualización del proceso, la vinculación del flujo de información y materiales en un esquema mediante un único lenguaje, la obtención de un sistema estructurado para implantar mejoras y la visión de cómo tendría que ser el sistema.

El VSM se elabora para cada familia de productos. Los datos se deben recoger sobre el terreno, reflejando la realidad y desconfiando de los facilitados por el sistema de información. Al tratar de descubrir cómo cada proceso sabe lo que debe producir para su cliente (o sea, para el proceso siguiente) y cuándo fabricarlo, se descubre el flujo real del material. En el VSM se representa también el flujo de la información: las previsiones, programas y pedidos del cliente, y su frecuencia. Análogamente se recogen las previsiones y pedidos de la empresa hacia sus proveedores. Finalmente, se incorpora la manera en que se comunica realmente el programa de producción a los procesos operativos.

Un aspecto clave es que VSM recoge una línea de tiempos; tiempos “VA”, en los que se genera valor añadido, y el resto de tiempos “NVA” o de “no valor añadido”. La comparación entre los tiempos totales de valor añadido y totales de no valor añadido es esclarecedora, siempre sorprendente y además un excelente indicador del potencial de mejora.

Una aproximación al método operativo que se aplica en la confección del mapa VSM es la siguiente:

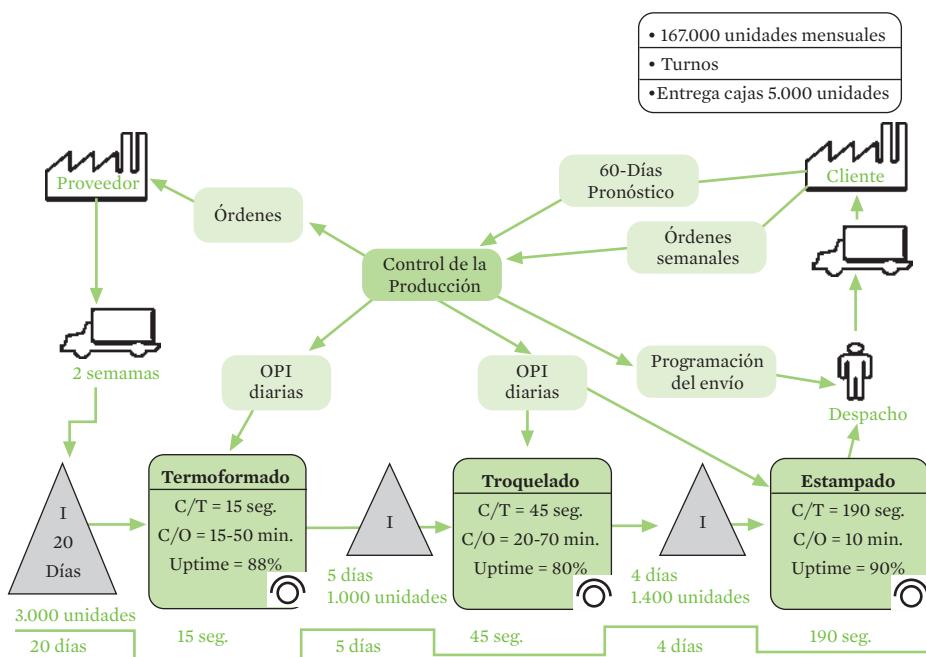
1. Dibujar los iconos del clientes, proveedores, y control de producción.
2. Identificar los requisitos de clientes por mes/día.
3. Calcular la producción diaria y los requisitos de contenedores.
4. Dibujar iconos logísticos con la frecuencia de entrega.
5. Agregar las cajas de los procesos en secuencia, de izquierda a derecha.
6. Agregar las cajas de datos abajo de cada proceso y la línea de tiempo debajo de las cajas.
7. Agregar las flechas de comunicación y anotar los métodos y frecuencias.
8. Obtener los datos de los procesos y agregarlos a las cajas de datos. En el caso de los tiempos utilizar sistemas de medida como cronometraje o estimación. Los tiempos que normalmente se plasman son:
  - Tiempo del Ciclo (CT). Tiempo que pasa entre la fabricación de una pieza o producto completo y la siguiente.

- Tiempo del valor agregado (VA). Tiempo de trabajo dedicado a las tareas de producción que transforman el producto de tal forma que el cliente esté dispuesto a pagar por el producto.
  - Tiempo de cambio de modelo (C/O). Tiempo que toma para cambiar un tipo de proceso a otro debido a cambio en las características del producto.
  - Número de personas (NP) requeridas para realizar un proceso particular.
  - Tiempo Disponible para Trabajar (EN). Tiempo de trabajo disponible del personal restando descansos o suplementos (comida, wc, ... etc).
  - Plazo de Entrega - Lead Time (LT). Tiempo que se necesita para que una pieza o producto cualquiera recorra un proceso o una cadena de valor de principio a fin.
  - % del Tiempo Funcionando (Uptime). Porcentaje de tiempo de utilización o funcionamiento de las máquinas.
  - Cada pieza Cada (CPC): Es una medida del lote de producción, cada cuánto cambia de modelo, cada día, cada turno, cada hora.
9. Agregar los símbolos y el número de los operadores.
10. Agregar los sitios de inventario y niveles en días de demanda y el gráfico o ícono más abajo. Los niveles de inventario se pueden convertir a tiempo en base fórmulas del tipo:
- Tiempo permanencia=(Cantidad inventario)\*(Tiempo Takt) / (Tiempo disponible diario).
  - Tiempo permanencia = (Cantidad de Inventario) / (Requerimiento diario del Cliente).
  - Tiempo Takt = (Tiempo Disponible por día) / (Demanda del Cliente por día).
11. Agregar las flechas de flujo y otra información que pueda ser útil.
12. Agregar datos de tiempo, turnos al día, menos tiempos de descanso y tiempo disponible.
13. Agregar horas de trabajo valor agregado y tiempos de entrega en la línea de tiempo ubicada al pie de los procesos.
14. Calcular el tiempo de ciclo de valor agregado total y el tiempo total de procesamiento.



GRÁFICO 14

Ejemplo de mapa de flujo valor

Fuente: [files.udesprocesos.webnode.es](http://files.udesprocesos.webnode.es)

Los mapas de proceso permiten rastrear y cuantificar todo el proceso de valor añadido de la cadena y suelen realizarse para tres estados diferentes:

- Estado actual: Se realiza un estudio a detalle de cada operación dentro del proceso actual, en donde se cuantifica el % de valor agregado y el % de NO valor agregado, separando estos de las actividades de NO valor agregado pero que son necesarios a la operación final.
- Estado futuro: Una vez analizado y mapeado el proceso actual se desglosan las actividades en donde NO hay valor agregado al “entregable” ya sea un producto, un proceso administrativo o un servicio. Estas actividades de NO valor agregado se analizan por medio de diagramas de Pareto, lluvia de ideas u otras técnicas Lean con la finalidad de detectar áreas de mejora.
- Estado ideal: El estado ideal se plantea como mejora a largo plazo donde se cuantifica la posible mejora si no existieran actividades de NO valor agregado.

## 4. Medida de resultados Lean a través de indicadores

El análisis de datos para la evaluación de resultados a través de indicadores es uno de los puntos clave en la implantación de un sistema Lean. La definición de un sistema de indicadores es vital para monitorizar el avance y éxito de la implantación. Actualmente, se dispone de poderosos instrumentos para determinar paso a paso la eficacia y la eficiencia de un equipo. Lo importante es no dar por terminado un proceso de mejora en el área de operaciones sin haber creado antes un indicador que mida su rendimiento, porque sin medición no hay mejora. Lo que no se mide, no mejora y, en la fábrica, lo que no mejora, empeora. Los indicadores deben ser fáciles de entender y facilitadores de medidas concretas. Por otro lado, las mediciones son claves para establecer recompensas, especialmente en los primeros pasos de la implantación del pensamiento Lean. Las empresas que utilizan mediciones mensuales, elaboradas a modo de informes contables y confeccionados según un calendario propio de la legislación contable, acostumbran a llegar demasiado tarde para ser útiles. Sin embargo, los problemas deben ser detectados cuando nacen; la información debe aparecer rápidamente.

De manera general, existen una serie de criterios que deberían tenerse en cuenta antes de implantar un sistema de indicadores:

- Se tiene el apoyo de la dirección superior.
- Se implica a empleados en su desarrollo.
- Se asegura que las medidas usadas sean relevantes a directivos y empleados en la realización de su trabajo del día a día.
- Se usan técnicas de medición no financieras, a través de valores numéricos cuantitativos, cualitativos, ratios y porcentajes con elevado uso de técnicas visuales.
- Se promueve la mejora versus la supervisión.
- Se establecen objetivos realistas como resultado de consenso, de forma que cada persona involucrada se movilice en la misma dirección. Deben ser accesibles con los medios a adoptar y los pasos que se están tomando en beneficio del progreso.

Teniendo claros estos criterios, las directrices básicas que se deben utilizar a la hora de definir los indicadores deben ser:

- Meta o nivel numérico a alcanzar y plazo de tiempo.
- Fórmula de cálculo, frecuencia con la que se debe medir el indicador y fuentes de datos.

- Quién actúa en caso de desviaciones que requieran acciones correctivas.
- Qué hacer en caso que el indicador no proporcione la información necesaria.
- Representación gráfica del indicador.
- Variables que influyen en su comportamiento y significado.
- Valor del indicador en otras empresas de la competencia o mismo sector.

Los indicadores de rendimiento se materializan en datos numéricos, normalmente índices de eficiencia, o en respuestas a preguntas concretas que permiten analizar el estado de una determinada área. Estos últimos son más útiles en tareas de diagnóstico del sistema aunque no existen datos normalizados que puedan ser utilizados para su obtención.

Los estudios consultados resaltan que los tres indicadores más usados por las empresas, normalmente de tamaño elevado, para evaluar los resultados derivados del Lean son: el tiempo necesario para la puesta a punto de maquinaria y cambio de útiles; el porcentaje de fabricación realizado con procesos documentados y el ratio que relaciona productos defectuosos con ventas. Por el contrario, los menos utilizados son: el número de decisiones que cada trabajador puede adoptar sin consultar con su supervisor; el porcentaje de piezas co-diseñadas con el proveedor y el porcentaje de líderes de equipo que habían sido elegidos por sus propios compañeros. En cuanto al grado de utilidad, los indicadores mejor valorados son: la rotación de inventarios, el tiempo de cumplimentación de los pedidos de los clientes y el porcentaje de producción sin procesos documentados.

Es imposible diseñar un listado definitivo de indicadores a utilizar al inicio de un proyecto, por lo que cada líder o responsable empleará los más adecuados a la situación particular en la que se encuentre. Además, la selección de indicadores depende de las políticas de fabricación de las empresas y los sistemas de organización de la producción. La tabla 11 muestra una recopilación de indicadores frecuentes usados en distintas industrias que puede ser utilizada como referencia para diseñar el sistema de indicadores de seguimiento de la implantación Lean.



TABLA 11

Ejemplos de indicadores de medición para analizar evolución Lean

### Área producción. Evaluación de procesos productivos y controles

- Número de partes/piezas en común entre los productos.
- Rotación del inventario.
- Tiempo de entrega de las ordenes a los clientes.
- Porcentaje de entregas justo a tiempo realizadas por los proveedores de la empresa.
- Capacidad de respuesta a los cambios en la demanda.
- Porcentaje de partes entregadas a tiempo.
- Coste de los desperdicios.
- Flexibilidad en la producción.
- Aplicación de técnicas de balanceo de líneas.
- Estandarización de los procesos productivos de la planta.
- Cambio rápido de herramientas.
- Implementación del mantenimiento productivo total.
- Aplicación del control estadístico de la calidad en productos y procesos productivos.
- Implementación de sistemas Poka Yoke en la empresa.
- Limpieza y orden de las instalaciones.

### Área Recursos Humanos. Evaluación de participación del personal

- Número de sugerencias realizadas por empleados al año.
- Número de sugerencias realizadas por empleados que se implementan al año.
- Eventos o talleres Kaizen realizados.
- Grado de polivalencia de los operarios de la planta.
- Cantidad de horas de entrenamiento por empleado/año en Lean.
- Porcentaje de trabajadores que conocen conceptos Lean.
- Capacidad de la parte operativa para detener la planta (polivalencia).
- Planes de reconocimiento sobre ideas de mejoramiento implementadas.
- Indicador para evaluar la ausencia de barreras entre directivos y operarios.

**TABLA 11 (CONTINUACIÓN)**

Ejemplos de indicadores de medición para analizar evolución Lean

**Área de diseño. Evaluación de utilización de ingeniería concurrente en diseño**

- Indicador para evaluar la aplicación de la ingeniería concurrente o simultánea.
- Indicador de establecimiento de parámetros del diseño de productos.
- Indicador de porcentaje interno de defectos.
- Indicador de porcentaje de productos sobrantes.
- Indicador de productos que se fabrican usando tecnologías de grupo.
- Tiempo de entrega (Lead Time) del desarrollo de un producto nuevo.

**Área Logística. Evaluación utilización herramientas conjuntas con proveedores**

- Indicador de partes diseñadas en conjunto con los proveedores.
- Porcentaje de documentos intercambiados con los proveedores en que se usa EDI.
- Cantidad de proveedores certificados con los que la empresa trabaja.
- Proveedores con acceso al sistema de planeación y control.

## 5. Las tecnologías de información en la implantación Lean

Los principios y prácticas Lean, conceptualmente, pueden ser llevados a cabo con éxito de forma sencilla sin utilizar complejos sistemas de información, o por el contrario, alcanzar un alto nivel de sofisticación apoyándose en ellos. La realidad nos muestra múltiples ejemplos de ambos casos por lo que no se pueden realizar recomendaciones sin tener en cuenta las características específicas de cada empresa. En primer lugar, los sistemas Enterprise Resource Planning (ERP) pueden facilitar la obtención de información de interés para la gestión visual del Lean Manufacturing sobre los productos, procesos y recursos. No obstante, estos sistemas suelen adolecer de deficiencias de datos sobre la realidad de la planta. Si los sistemas ERP no están enlazados con herramientas que capturen fácilmente los datos sobre tiempos reales, producciones, paradas y cualquier incidencia a nivel de máquina y/o célula de fabricación, será imposible que la información almacenada en los ERP tenga la fiabilidad precisa para soportar las técnicas Lean de control visual.



GRÁFICO 15

Áreas funcionales en una integración ERP-MES

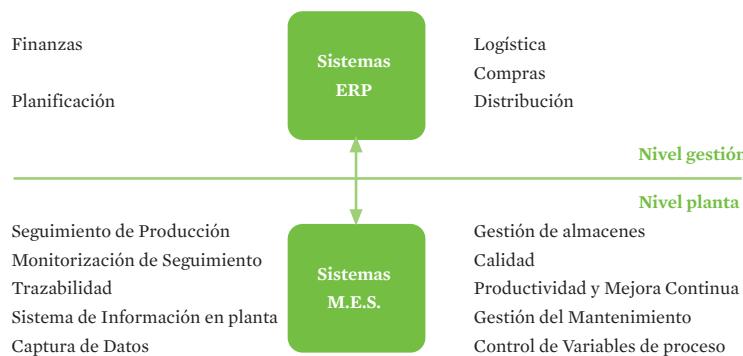
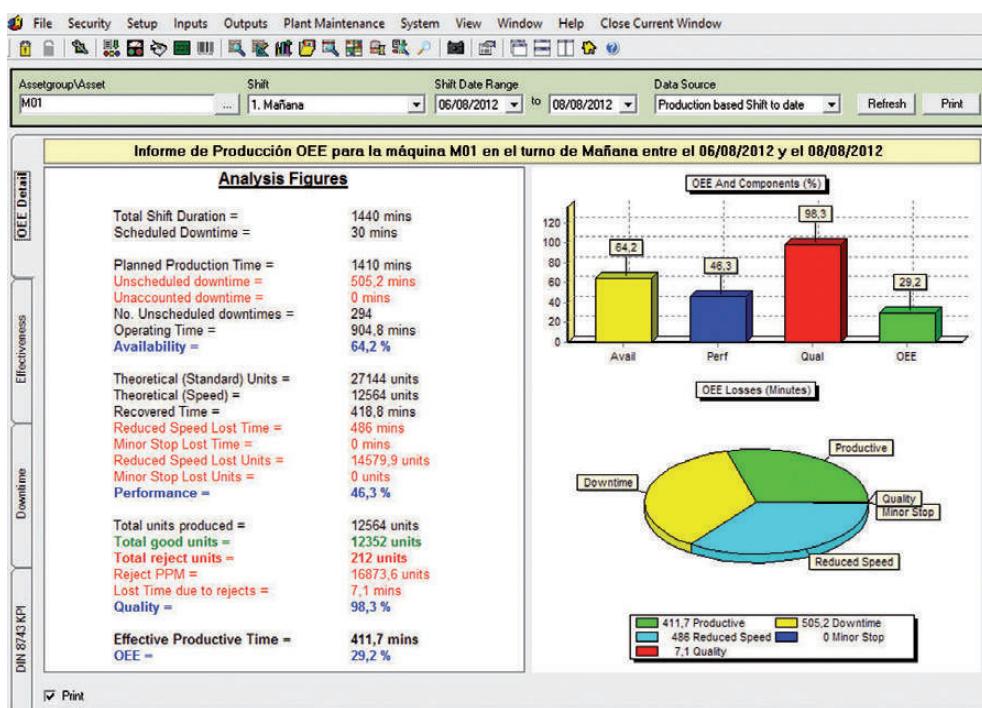


GRÁFICO 16

Cuadro de indicadores Lean informatizado



El auge de los sistemas MES (Manufacturing Execution Systems) ha supuesto una ayuda en la explotación de información en entornos Lean (gráfico 16). Estos sistemas integran la información de planificación y programación con los datos reales de planta mediante equipos de adquisición de datos como sensores, paneles de operario o dispositivos portátiles de captura de información. Su utilización es esencial para posibilitar el diseño y explotación de potentes cuadros de mando de indicadores (gráfico 17) que incluyan, por ejemplo, el cálculo automático del OEE.

En otro ámbito funcional también existen empresas que adoptan el sistema Lean y utilizan los ERP para transmitir información sobre la demanda a través de la cadena de suministro para facilitar que las entregas se realicen en el momento preciso. Actualmente muchos fabricantes utilizan un sistema de tarjetas Kanban sin apoyarse en la informática. Sin embargo, existen otras más innovadoras que se apoyan en desarrollos informáticos internos para automatizar y ganar eficiencia en su uso, dotando al producto de etiquetas que codifican la información mediante el uso de radiofrecuencia y que indican, además de otra información adicional, su estado de almacenamiento intermedio o de consumo. Los sistemas de información son capaces de analizar estos datos e indicar a cada centro de producción el momento adecuado y la cantidad de producto preciso a fabricar, evitando el error humano que podría producirse con la información visual.

En el caso del mantenimiento productivo total TPM, las técnicas de Gestión del Mantenimiento (GMAO) suponen un ayuda evidente. Éstas permiten gestionar las acciones de mantenimiento correctivo y preventivo de forma eficaz, indicando a los trabajadores la forma de realizar las revisiones pertinentes con planificaciones generadas de forma automática.

La gestión de la calidad total encuentra en las TIC una potente herramienta de apoyo para el control estadístico de procesos mediante programas que ayudan a la elaboración y explotación de gráficos de control.

En el caso de las técnicas Heijunka, las tecnologías de información pueden tener una papel decisivo a través de aplicaciones de programación y secuenciación de la producción a capacidad finita. En entornos avanzados en donde se utilice la producción mezclada y la nivelación de la producción estas tecnologías pueden volverse imprescindibles.

En este punto es necesario recalcar que de nada sirve tener excelentes herramientas informáticas de gestión de planificación, niveles de inventario, control estadístico, gestión del mantenimiento predictivo o análisis de rendimiento si no se aplican correctamente los principios Lean.

En los últimos años pueden encontrarse iniciativas de implementación de sistemas informáticos que han sido abandonadas al no ver la utilidad de su explotación y también iniciativas Lean que debido a la carga de trabajo administrativo que supone su desarrollo han sido lentamente olvidadas. Si únicamente disponemos de la información necesaria para Lean utilizando varias horas de trabajo administrativo con el fin de recopilar datos recogidos “a mano” para finalizar rellenando las plantillas de informes, nos encontraremos en una situación en la que la disponibilidad y fiabilidad de la información no será la adecuada. Si, por el contrario disponemos, por ejemplo, de un sistema MES que nos da esta información en tiempo real y de una manera fiable, y aun así nuestra organización no ha adoptado la cultura de la mejora continua, el sistema se dejará de utilizar y la iniciativa estará abocada al fracaso.

Por lo tanto, aunque las prácticas Lean forman parte de una filosofía que se extiende por todas las áreas de la empresa y que, a nivel conceptual, pueden llevarse a cabo sin el apoyo de los sistemas de información, es lógico que las técnicas informáticas, tanto comerciales como a medida, estén llamadas a convertirse en útiles facilitadores de la implantación de prácticas Lean. Es por esto por lo que es aconsejable que sistemas de información y Lean Manufacturing vayan de la mano en áreas específicas y que se integren atendiendo a las características particulares de cada caso.

# 4

## EL FACTOR HUMANO EN LA IMPLANTACIÓN LEAN



## 1. La dimensión humana del Lean

En capítulos anteriores se ha enfatizado el papel de las personas en el despliegue del Lean. Es evidente la importancia que para este modelo comporta el compromiso de la empresa y la implicación de todo su capital humano: trabajadores, mandos intermedios, responsables de área, directivos y sindicatos. La mayoría de los estudios demuestran una relación muy significativa entre el éxito en la implantación Lean y el compromiso con este modelo por parte de la dirección y los trabajadores. De aquí que este trabajo haya querido dedicar específicamente un capítulo a todos aquellos aspectos humanos que intervienen en el camino hacia el cambio cultural del Lean.

La dimensión humana del Lean parte de la premisa que las personas constituyen el capital más importante de las empresas siendo, por tanto, un factor clave en el éxito del sistema. Las empresas que realmente tienen un alto grado de compromiso con el modelo se caracterizan porque sus directivos apoyan firmemente el liderazgo en calidad, el establecimiento de grupos de mejora, la formación permanente y la delegación de responsabilidad en los trabajadores.

La introducción de Lean Manufacturing supone un cambio en el enfoque de la concepción del trabajo por parte de los trabajadores pues otorga más responsabilidad a los niveles inferiores de la organización. Al ser los operarios los que están en permanente contacto con el medio de trabajo son también los primeros en observar cuáles son los problemas a resolver. Esto significa que, en muchos casos, están más capacitados para imaginar las soluciones de mejora.

“Los recursos humanos son algo que se encuentran por encima de toda medida. La capacidad de esos recursos puede extenderse ilimitadamente cuando toda persona empieza a pensar”. Taiichi Ohno

En esta situación, la adopción de los principios promulgados por el sistema Lean implica una necesidad de reconfigurar completamente las formas de comunicación, colaboración y motivación en el seno de la empresa. Este nuevo escenario se articula a partir de los siguientes aspectos:

- Descentralización de la toma de decisiones.
- Estrecha colaboración entre ingenieros, técnicos y trabajadores.
- Jerarquías menos verticales en la estructura organizativa.
- Unidad de concepción y ejecución en el trabajo de producción.

- Colaboración entre trabajadores de mantenimiento y producción.
- Interacción entre departamentos de producción y diseño.

Para poder llegar a este nuevo escenario, la empresa debe proporcionar al personal los recursos necesarios para hacer lo que se le pide. Dichos recursos no son solamente tecnológicos y materiales, sino que también se trata de darles la posibilidad de que actualicen conocimientos, habilidades y experiencia. Si se pretende que los trabajadores hagan aquello que no saben o no están preparados para hacer, sencillamente no podrán hacerlo de manera eficiente y sostenida en el tiempo. Una vez asegurados estos medios, las personas deben saber qué hacer y cómo hacerlo y, además, pueden y quieren hacerlo y lo harán bien, por lo que los resultados colectivos irán más allá de la suma de los resultados individuales.

Lean Manufacturing propugna la implicación del personal trabajando en grupos multidisciplinares cuyos miembros se comprometan con el cambio, aporten sus conocimientos y aprendan a mejorar de forma continua. Solo en estas condiciones puede llegarse a un cambio de “cultura” caracterizada por un estilo abierto y cooperativo de comunicación, deliberación y acción.

Estas condiciones ciertamente “ideales” solo pueden alcanzarse con un cambio completo en el compromiso y motivación de las personas en todos los niveles de la organización. Las personas deben querer y tener una actitud abierta al cambio, incluyendo una cierta tolerancia a la frustración ante las dificultades que seguro encontrará en el camino. Muchos autores señalan que la motivación en las personas se alimenta en el sistema Lean de forma natural al realizar trabajos más desafiantes, más autónomos y con mayor variedad, pero también es cierto que otros indican que hay un aumento de la intensidad en el trabajo y en el estrés además de una pérdida de autonomía y de libertad para decidir sobre si adoptar riesgos o no.

En este debate permanente del factor humano asociado al Lean Manufacturing surge el interrogante sobre las repercusiones en la probabilidad de éxito del sistema ante los profundos cambios que la crisis económica está produciendo en las relaciones laborales debido a la disminución de empleos estables y las restricciones salariales. En Holanda, la implantación de Lean Manufacturing se produjo en los años 80 como estrategia para luchar contra la recesión económica. Sin embargo, el gobierno holandés inicio una serie de cambios en su política interior, recortando gastos y prestaciones finales, lo que supuso el final de una política social orientada hacia la protección de los trabajadores. Esta política redujo los niveles de inflación, pero deterioró la paz social y, en consecuencia, impidió la introducción de un nuevo modelo que se fundamenta en las personas como motor de la mejora.

La implantación de este modelo es más factible cuando las estrategias que persiguen empresas, sindicatos y gobierno se dirigen en la misma dirección y cuando los sindicatos tienen voz suficiente para trabajar con la dirección para implantar su propia visión sobre cómo adaptarse a Lean Manufacturing. Evidentemente estas situaciones varían según los países y constituyen las causas últimas por las que existen porcentajes significativos de diferencia en el grado de implantación de estas técnicas entre los mismos.

Por todo ello parece un contrasentido hablar del Lean Manufacturing en términos de necesidad de involucración, cooperación y responsabilidad si la empresa no apuesta firmemente por el factor humano como el elemento clave para alcanzar los beneficios promulgados por el sistema Lean.

## 2. El equipo de proyecto Lean

Una apuesta firme por la implantación Lean se refleja en la utilización intensiva de equipos de trabajo para resolver problemas, por la asunción seria de las sugerencias de los empleados, por la confianza profunda en la mejora de la calidad de las relaciones entre trabajadores y mandos intermedios, por la estandarización y documentación de los procesos de trabajo de forma precisa y por el enriquecimiento y variedad de las tareas asignadas a los empleados. Estas características suponen un gran cambio para muchas empresas que se dirigen hacia una nueva cultura de la cooperación, convirtiéndose los equipos de trabajo Lean y sus líderes en las claves esenciales para garantizar el éxito del sistema. A la hora de definir los equipos de trabajo y los líderes es esencial identificar las características y responsabilidades comunes de los equipos Lean y que se resumen en la tabla 12.

 **TABLA 12**  
Equipos Lean

Características	Responsabilidades
<ul style="list-style-type: none"><li>Existencia de un responsable con tareas de trabajo directo.</li><li>Grupo estable y bien definido.</li><li>Formados por 8-15 trabajadores.</li><li>Constituidos sobre temas o aspectos específicos.</li><li>Disponen de soporte operativo.</li><li>Utilizan la gestión visual.</li><li>Estructura jerarquizada superior bien definida.</li><li>Sistema de reuniones bien metodificado.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Desarrollo del trabajo diario (inspecciones, recuperaciones, mantenimiento de máquinas).</li><li>Innovación y mejoras.</li><li>Delegación de responsabilidad en aspectos tales como, control de calidad, distribución del trabajo, gestión de reclamaciones.</li></ul>

En primer lugar, la implantación de un proyecto Lean precisa de responsables de implantación, que en el argot se denominan líderes Lean. La existencia de “auténticos líderes” cobra en este tipo de implantaciones una significación clave. Tanto es así, que diversos analistas creen que la diferencia entre una organización con éxito y otra sin él encuentra, precisamente, en el liderazgo. Para la definición del papel del Líder puede recurrirse a la teoría del Path Goal o “caminos de meta”, que describe al líder como el responsable del incremento del número y tipo de las relaciones interpersonales entre los miembros del equipo que conducen a alcanzar los objetivos de trabajo y a facilitar estas relaciones, clarificando los caminos hacia la meta, reduciendo las dificultades e incrementando las oportunidades de satisfacción para todos.

Los fundamentos del liderazgo están normalmente asociados al carisma de la persona, característica que se logra a partir de una combinación equilibrada de inteligencia, entusiasmo, competencia profesional, confianza en sí mismo, voluntad de no dejarse amilanar por las circunstancias, conocimiento del equipo humano, dotes de comunicador, sicología, ser confiable y tener sentido del humor. En el caso de un proyecto de implantación Lean, el líder idóneo presentaría, además, las siguientes características:

- Conocimiento de los procesos, materiales, métodos, equipos y tecnologías surgido de la visita continuada a la planta.
- Conocimiento de las capacidades reales de los recursos productivos de la empresa.
- Actitud de contemplar los problemas como oportunidades para entrenar y apoyar a los colaboradores, lo que requiere dotes formativas y optimismo para transmitir las nuevas formas de trabajo y las ventajas de las técnicas lean, de modo que los operarios puedan ponerlo en práctica por sí mismos.
- Habilidad para promover el trabajo en equipo y la ayuda mutua.

El líder Lean debe contar con equipos reducidos de personas involucradas, formadas y motivadas, que asegurarán el éxito de la implantación. La acotación de los objetivos iniciales, a lograr en áreas piloto, permite la obtención rápida de resultados y su extensión al resto de las áreas operativas de la empresa al servir como ejemplo de buenas prácticas. No obstante, al igual que en cualquiera de las técnicas descritas en capítulos anteriores, es imposible establecer con éxito fórmulas y métodos estándares de implantación y gestión de los equipos humanos. La implantación del modelo Lean no es uniforme, variando entre empresas, sectores y países, debido a que los trabajadores presentan experiencias muy diferentes acerca del esfuerzo en el trabajo y sus relaciones con los directivos dependen de las relaciones anteriores y de las existentes en el momento de planificar el futuro.

### 3. Planes de formación

Cuando una empresa decide implantar un sistema Lean debe apostar firmemente por la formación de sus recursos humanos. Esta formación puede realizarse a través de los siguientes pasos:

- Valoración del capital humano. Evaluación de los niveles de conocimientos y habilidades actuales del equipo de trabajo.
- Determinación de los conocimientos, habilidades y recursos requeridos perseguidos.
- Programación temporal y de contenidos de la formación, fijando una agenda detallada de formación, tanto a nivel individual como en grupo.
- Evaluación de la efectividad de la formación.

Para el primer paso pueden utilizarse sistemas de valoración del capital humano específicamente diseñados para entornos Lean. Estos sistemas parten de una base de datos en la que incluyen las habilidades de cada uno de los trabajadores. Dichas habilidades las agrupan en tres categorías: técnicas (conocimientos básicos, matemáticas, medidas, etc.), humanas (cualidades personales, habilidades sociales, etc.) y Lean (conocimientos sobre técnicas, mejoras..). Una vez que se conocen dichas habilidades de la plantilla, se establecen los planes de formación más adecuados, se asigna al trabajador al puesto más idóneo y se establece un sistema de recompensas y premios. Sin embargo, estos sistemas solo se aplican en grandes empresas con departamentos de recursos humanos potentes y estructurados.

Actualmente ya existen empresas especializadas en la formación en técnicas Lean. En la mayoría de los casos son pequeñas empresas creadas por profesionales provenientes de departamentos de implantación Lean de grandes empresas o bien empresas de consultoría que compaginan sus servicios con la formación, lo que les permite transmitir sus experiencias prácticas y casos de éxito. El plan de formación puede instrumentalizarse a partir de varias acciones simultáneas entre las que pueden aconsejarse:

- Visitas de fábricas que hayan implantado con éxito métodos Lean en el marco de una estrategia de benchmarking.
- Organización de seminarios o cursos específicos sobre conceptos y técnicas Lean. En este caso, es muy conveniente que incluyan la participación de docentes con experiencias reales en implantación, discutiendo la forma de su posible aplicación interna en la empresa.

- Apoyarse en la gran cantidad de información escrita y/o audiovisual existente combinada con formación a distancia y discusiones en grupo.

En cualquier caso, estas acciones deben ir seguidas de aplicaciones reales prácticas, preferiblemente a partir de un proyecto piloto en un área acotada y, si tiene éxito, utilizarlo como demostración. En una primera etapa se deben formar las personas que han de participar en la implantación lean con el objetivo de motivarlas y que adquieran una fuerte confianza en el sistema que transmitirán al resto del personal.

Los principales objetivos a tratar en esta formación preliminar deben ser:

- Aprender los aspectos clave y principios del sistema, especialmente la mejora continua.
- Aprender a analizar las operaciones y su flujo, detectando despilfarros.
- Aprender a representar el proceso y su flujo por medio del mapa de flujo de valor (VSM).
- Asumir el proceso de mejora continua como herramienta clave para la mejora de la competitividad.

A partir de esta etapa de inicio ya se pueden establecer planes concretos de formación en las distintas técnicas. Una lista sintetizada de los aspectos que debería comprender una formación Lean son:

- La metodología de las 5S y los pasos detallados para su implantación.
- Los fundamentos de la garantía de la calidad total a partir de las técnicas Lean: jidoka, andon, mecanismos anti-error y la matriz de autocalidad.
- Los principios de las técnicas SMED para la reducción de los tiempos de preparación.
- Los principios del TPM para la implantación de un mantenimiento preventivo que minimice los tiempos de parada por avería.
- La utilidad de los sistemas de indicadores para la medida de la eficiencia del sistema productivo.
- Las técnicas prácticas para análisis de causas de defectos y errores: los cinco ¿por qué?, 5W+1H, la clasificación ABC de Pareto, las cuatro M o el diagrama de Ishikawa.
- Las ventajas del sistema pull a partir de un flujo sincronizado, continuo en pequeños lotes, mediante la utilización del sistema kanban.

- Los conceptos relativos al nivelado de la producción para su adaptación a la demanda.
- Los mecanismos del sistema JIT proveedor/cliente.

Al final de este periodo formativo, dependiendo de cada área y función y del plan de implantación Lean planificado, la empresa debería contar con personal líder capacitado para:

- Diagnosticar el estado de un sistema productivo y establecer indicadores para evaluar el proceso de mejora continua.
- Promover, implantar y gestionar con éxito un programa de mejora continua basado en la eliminación de despilfarros.
- Crear e implantar sistemas de control del proceso para reducir o eliminar completamente los defectos.
- Concienciar a los operarios de la enorme importancia de su participación activa en los programas de propuestas para la mejora de los procesos.
- Planificar y organizar la implantación real de las técnicas básicas del Lean: 5S, SMED, TPM, Jidoka,

Si las características del sistema productivo (productos-procesos) lo aconsejan, la formación también debería orientarse a disponer de personal capaz de:

- Organizar e implantar un sistema pull de producción para fabricar sólo lo que se necesita, en el tiempo en que se necesita, con la calidad especificada y al mínimo coste.
- Diseñar células “U” para favorecer el hecho de disponer sólo del material necesario para producir y estudiar el aprovisionamiento de la línea.
- Aplicar sistemas de nivelado de la producción y reducir las pérdidas por falta de balanceo.
- Desplegar un sistema de gestión JIT de proveedores y clientes.

La tabla 13 muestra una guía orientativa de las necesidades de formación por módulos para cada uno de los principales perfiles de recursos humanos de las empresas.



TABLA 13

Cuadro orientativo de necesidades de formación

D: Directivos

RA: Responsables de área y jefes de equipo

TM: Técnicos de planificación y métodos

TP: Técnicos de producción

TM: Técnicos de mantenimiento

TC: Técnicos de calidad

	D	RA	TM	TP	TM	TC
<b>Principios sistema Lean</b>						
Desperdicios	X	X	X	X	X	X
Mejora Continua	X	X	X	X	X	X
5s	X	X	X	X	X	X
Grupos de mejora	X	X	X	X	X	X
Calidad Lean	X	X	X	X	X	X
Gestión Visual	X	X	X	X	X	X
Estandarización	X	X	X	X	X	X
Distribución en planta	X	X	X			
VSM	X	X	X			
<b>Planificación y control</b>						
Indicadores productividad	X	X	X			
Tableros visuales	X	X	X	X	X	X
Medida rendimiento OEE	X	X	X	X	X	X
Alisamiento producción		X	X			
Secuenciación		X	X			
Sistema Pull		X	X			
Equilibrado		X	X			
Kanban		X	X	X		
<b>Producción</b>						
Cambio de Herramientas SMED	X	X	X	X		
TPM	X	X	X	X		
Autocontrol	X	X	X			
Herramientas estadísticas	X	X				X
Mejora puesto trabajo	X	X	X	X		
<b>Logística almacén y proveedores</b>						
Sistema JIT		X				
Relaciones con suministradores		X				

**TABLA 13 (CONTINUACIÓN)**

Cuadro orientativo de necesidades de formación

D: Directivos

RA: Responsables de área y jefes de equipo

TM: Técnicos de planificación y métodos

TP: Técnicos de producción

TM: Técnicos de mantenimiento

TC: Técnicos de calidad

	<b>D</b>	<b>RA</b>	<b>TM</b>	<b>TP</b>	<b>TM</b>	<b>TC</b>
<b>Ingeniería</b>						
Análisis del valor	x	x	x			
Simplificación nomenclaturas	x	x	x			
<b>Calidad</b>						
AMFE		x	x			x
Jidoka		x	x			x
PDCA	x	x	x	x	x	x
Seis sigma		x	x			x
Métodos resolución problemas	x	x	x	x	x	x
<b>Gestión RRHH</b>						
Comunicación y trabajo en grupo	x	x	x	x	x	x
Dirección de reuniones	x	x	x			
Motivación de equipos	x	x	x			

# 5

## SITUACIÓN DEL LEAN MANUFACTURING EN ESPAÑA



## 1. Metodología del estudio

En España, el Lean Manufacturing no es un fenómeno nuevo. En los últimos seis años se han realizado varios estudios sobre su implantación en España, aunque en la mayoría de los casos se han circunscrito a sectores productivos específicos como el automóvil o cerámica. Los resultados obtenidos pueden ser poco representativos debido al bajo grado de respuesta de las encuestas realizadas.

Con objeto de profundizar en la situación general del Lean Manufacturing en nuestro país se ha realizado un estudio que permitiera obtener una visión detallada sobre aquellos aspectos que tienen más interés para las empresas españolas.

El primer objetivo que se planteó en el estudio es conocer el grado de implantación Lean por sectores, tamaño y grado de internacionalización de las empresas. En segundo lugar y para empresas con experiencia Lean, profundizar en los aspectos que pueden resultar clave como los beneficios obtenidos, factores de éxito de la implantación, uso de las técnicas de mejora, resultados en el área de recursos humanos y principales obstáculos identificados para el éxito de la implantación. En tercer lugar y para el caso de empresas sin experiencia Lean, conocer las razones por la que no se ha abordado su implantación y su grado de interés en las distintas técnicas lean. Por último, recabar la opinión de los profesionales sobre su visión de la situación general del Lean Manufacturing en España.

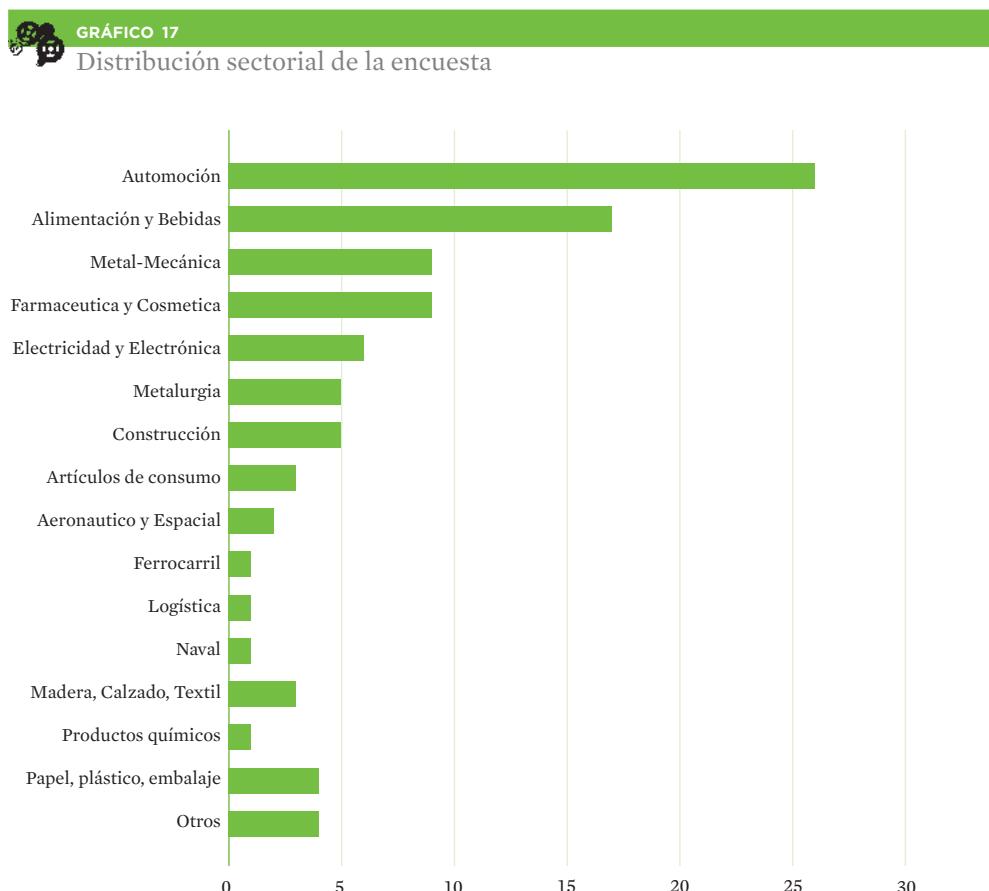
El estudio se inició con entrevistas con directivos de empresas industriales y consultoras Lean. A partir de la información obtenida se estableció cual era la información que sería de interés recoger y posteriormente y de acuerdo con ello, diseñar un cuestionario web que fue enviado a una selección individualizada de 385 directivos y responsables de las áreas de producción de empresas industriales. Por lo tanto, el planteamiento realizado en este estudio, es diferente del que normalmente se realiza, ya que en vez de dirigirse a empresas sin una identificación específica o sin una personalización del destinatario de la encuesta, se ha hecho una selección cualificada de las personas encuestadas, conocedoras en mayor o menor grado de las técnicas lean.

Con ello se consigue respuestas más cualificadas y por lo tanto un mejor diagnóstico de la situación española. Las personas seleccionadas, actualmente trabajando en la industria en áreas operacionales, se corresponden con personas con experiencia en aplicaciones Lean, personas que además de experiencias se consideran expertas en el tema y personas sin experiencia en técnicas lean pero conocedoras de las mismas.

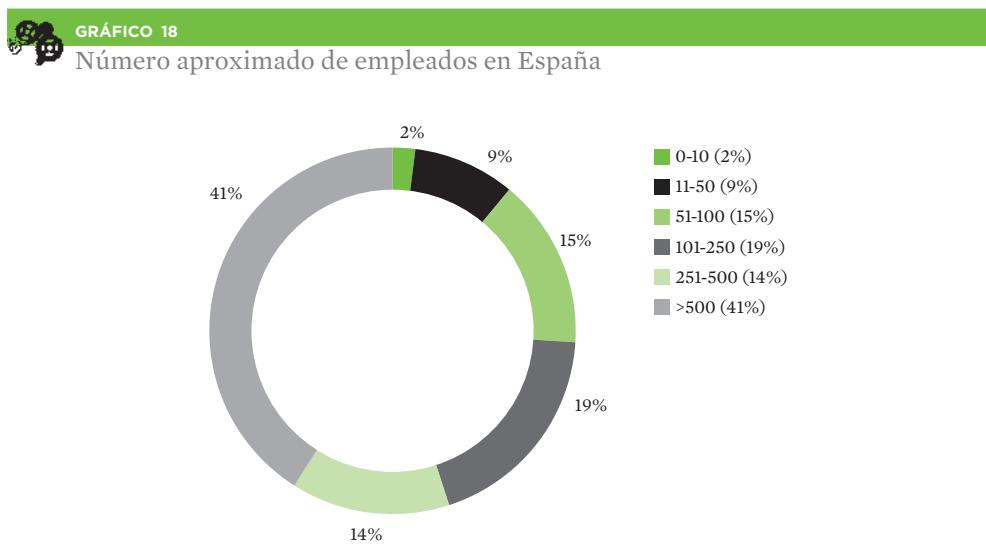
## 2. Alcance de la encuesta

La población total está formada por 385 profesionales de diferentes sectores seleccionados a los que se envió un cuestionario específico soportado por una aplicación web. El número de accesos a la aplicación ha sido de 275 y el número inicial de cuestionarios completados de 219. El número final de cuestionarios válidos ha sido de 202, de los cuales 167 corresponden a empresas con experiencia en implantación de técnicas Lean y 34 a empresas que todavía no las han implantado, obteniéndose finalmente, un nivel de respuestas del 53%.

El gráfico 17 representa la distribución por sectores de las empresas a las que pertenecen los encuestados. El sector más representativo es el de automoción y en segundo lugar el de alimentación. La industria de transformación metalmecánica también tiene una representación importante, aunque en el gráfico se recoge de forma desagregada.



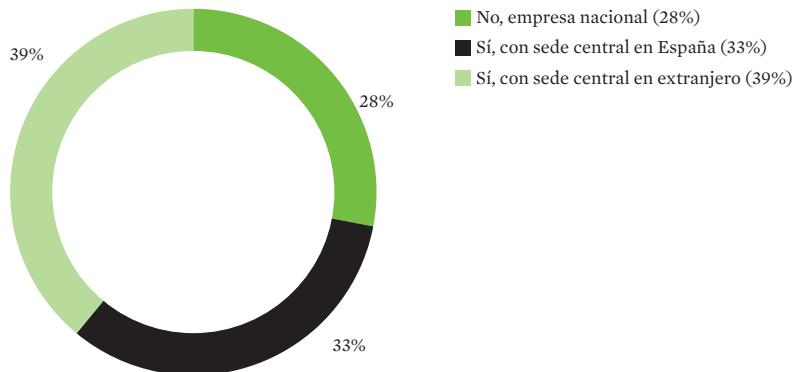
La mayor parte de las empresas son de tamaño grande ( $>250$  empleados) representando el 55% de las encuestadas, mientras que las medianas ( $>50$ ) representan el 34%. Las pequeñas empresas y las microempresas representan tan solo el 11% del conjunto. Por lo tanto, las conclusiones obtenidas en este estudio se refieren sobre todo a empresas grandes y medianas.



En cuanto a su carácter multinacional española, extranjera o empresa local se distribuye en partes muy semejantes aunque predomina la multinacional extranjera como se puede observar en el gráfico 18. A su vez, este predominio es mayor en el sector de automoción, aeronáutico y farmacéutico, donde estas multinacionales representan más de la mitad de las empresas de la encuesta. En el otro extremo se encuentra el sector textil y de calzado donde la mayoría de ellas tienen un ámbito principalmente nacional (gráfico 19).

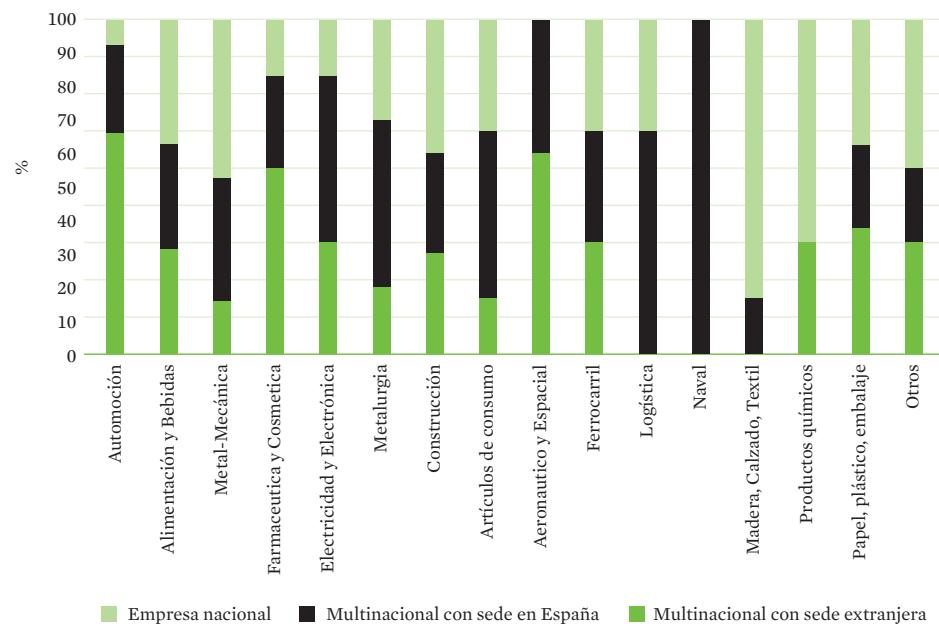

**GRÁFICO 19**

Grado de internacionalización global. ¿Es empresa con implantación multinacional?



**GRÁFICO 20**

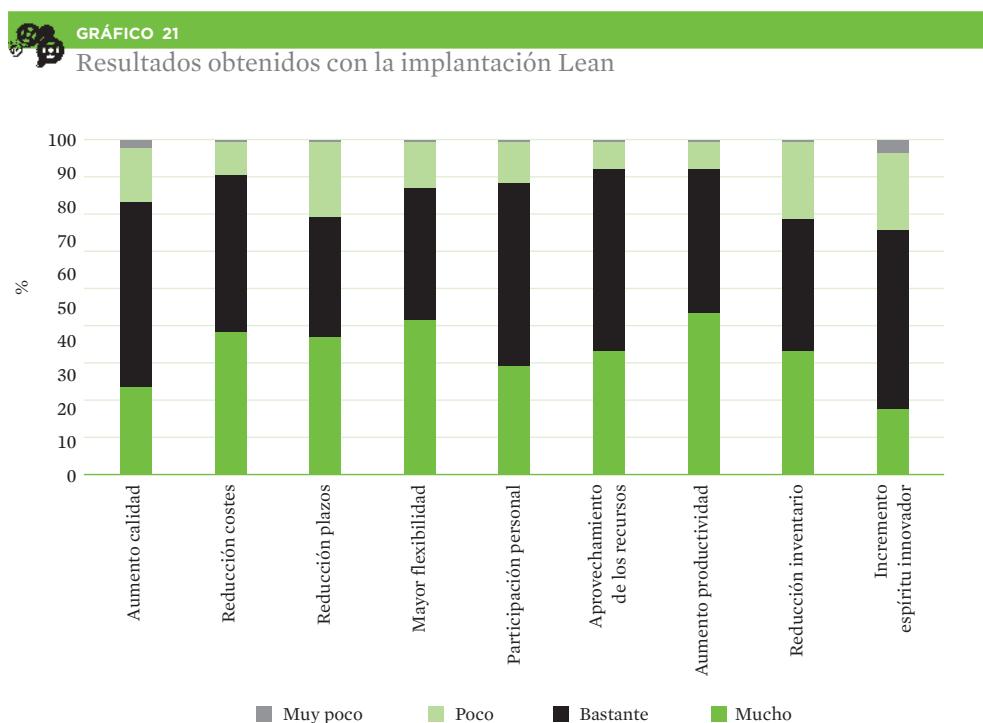
Grado de internacionalización por sectores



### 3. Beneficios de la aplicación Lean Manufacturing

En la literatura técnica y en distintos foros se indica que la aplicación de las técnicas lean proporcionan numerosas mejoras y beneficios en un amplio número de aspectos de la empresa. En este sentido se ha indagado si los numerosos beneficios que se argumentan son en la práctica tan positivos. De esta manera se ha preguntado sobre aquellos más nombrados obteniendo como resultado general una confirmación de los mismos.

De la encuesta se deduce que mayoritariamente todos estos beneficios se alcanzan por igual en un alto grado, dependiendo lógicamente de la situación y de la sensibilidad de partida de la empresa. Esta opinión muestra que en la mayoría de los casos la utilización de técnicas Lean han dado lugar a resultados buenos o muy buenos. En el gráfico 21 se observa que las mayores mejoras relativas, calificadas como mucho-bastante se dan en relación con el aumento de la productividad (90%), la reducción de costes (90%), la reducción de plazos de producción (89%) y el incremento de la flexibilidad (86%).

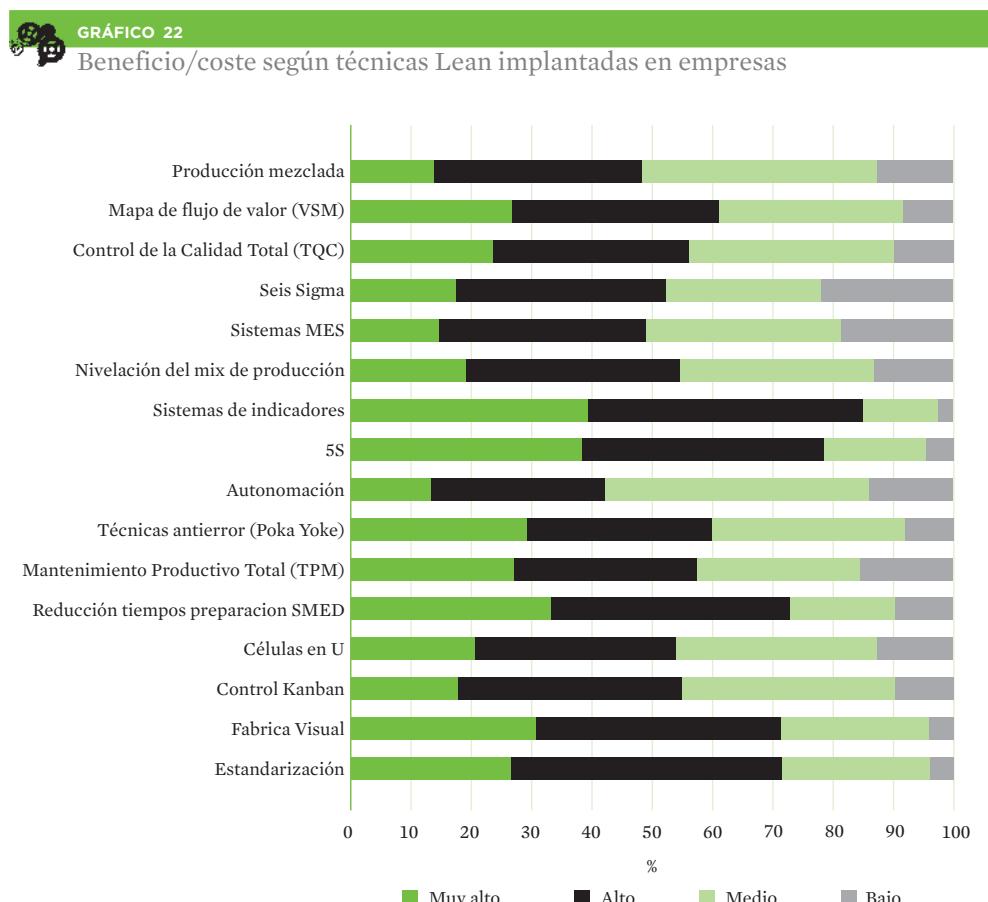


El aspecto menos valorado de todos los preguntados es el relativo al incremento de espíritu innovador, aunque el número de respuestas positivas también ha sido importante. De todo ello se deduce que la experiencia de aplicación de la tecnologías Lean

han sido en casi todos los casos muy positivas, confirmando la utilidad del Lean como apuesta clave para la competitividad de las empresas.

Aunque la opinión general de la utilización del pensamiento Lean es muy positiva, no todas las técnicas relacionadas directamente con ella o con la gestión de la producción gozan del mismo predicamento. En este sentido se ha tratado de indagar cuales son las técnicas que mayor beneficio aportan en relación con su costes o los esfuerzos necesarios para su implantación.

Como se puede ver del gráfico 22, la técnica que más beneficio en relación con los costes aporta es la relacionada con la utilización de un sistema de indicadores, con un nivel de calificación en las respuestas de más del 80% entre respuestas que afirman obtener un resultado alto o muy alto. Por encima del 70% se tienen las 5S, SMED, la estandarización, la fábrica visual y la estandarización, por este orden.



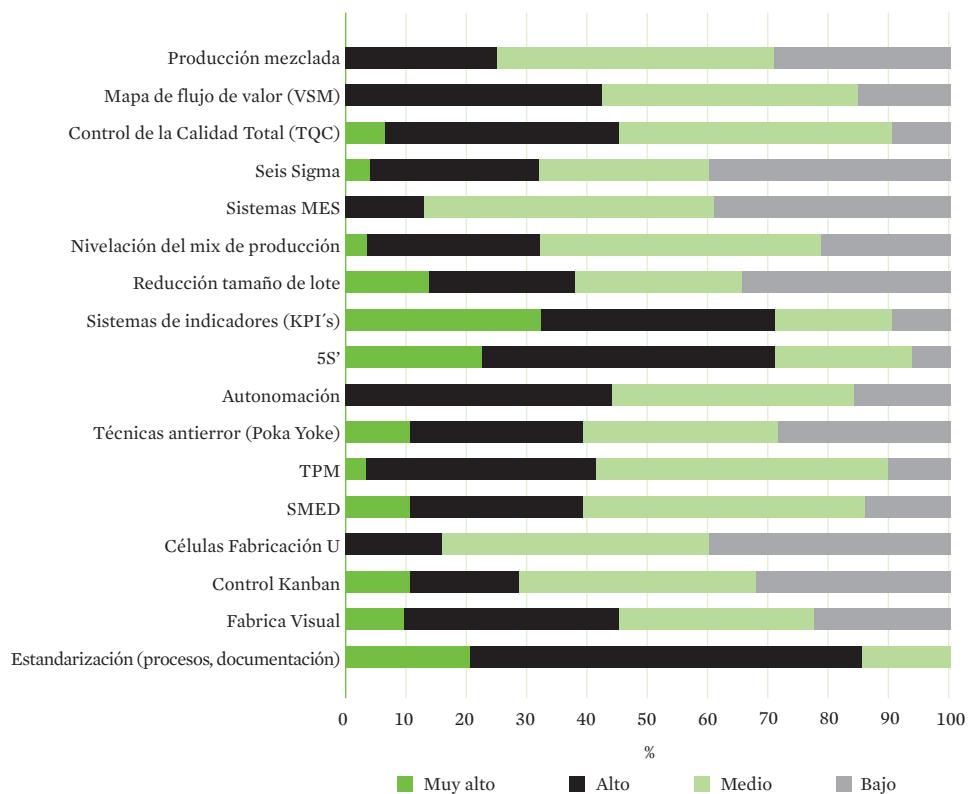
Otras técnicas muy asociadas con la filosofía Lean como la distribución en planta según células en U, el ajuste de la producción mediante kanban y la autonomización han obtenido una menor valoración debido probablemente a que son las técnicas cuya aplicación depende más del tipo de sistema productivo y empresa. Un análisis más pormenorizado nos ha indicado que estas técnicas están más asociadas al sector de la automoción y sugieren que las técnicas Lean relacionadas con la fabricación en flujo, control de la producción-logística y jidoka tienen más dificultad de ser asimiladas por las empresas españolas.

Estos resultados apoyan los planteamientos realizados en el capítulo 3 sobre el orden adecuado de implantación del Lean que debe comenzar precisamente por aquellas que muestran unos mayores beneficios frente a sus costes.

Los posibles beneficios de la utilización de las técnicas Lean en empresas que no las han implantado, se contempla de forma apreciablemente distinta, respecto de las que si las han implantado (gráfico 23). Para el mismo tipo de beneficio, se obtiene una gran correlación en las respuestas pero disminuyendo la apreciación positiva un grado en todas ellas. Así, la mayor diferencia que se da entre los beneficios que aseguran que se han alcanzado y los que piensan que se pueden alcanzar cuando se implanten las Técnicas Lean, están en las técnicas de fabricación visual, regulación del flujo mediante Kanban, en la fabricación visual y en las células en U. Pero lo que llama más la atención es la gran diferencia existente entre las opiniones relativas a las técnicas de reducción de las actividades de preparación (SMED). En general y en este apartado sería recomendable un mayor acercamiento entre los que han implantado las Técnicas Lean y los que todavía no las están utilizando, lo cual solo se podrá hacer con una mayor difusión de las técnicas.


**GRÁFICO 23**

Grado de interés en las técnicas por parte de empresas sin experiencia Lean

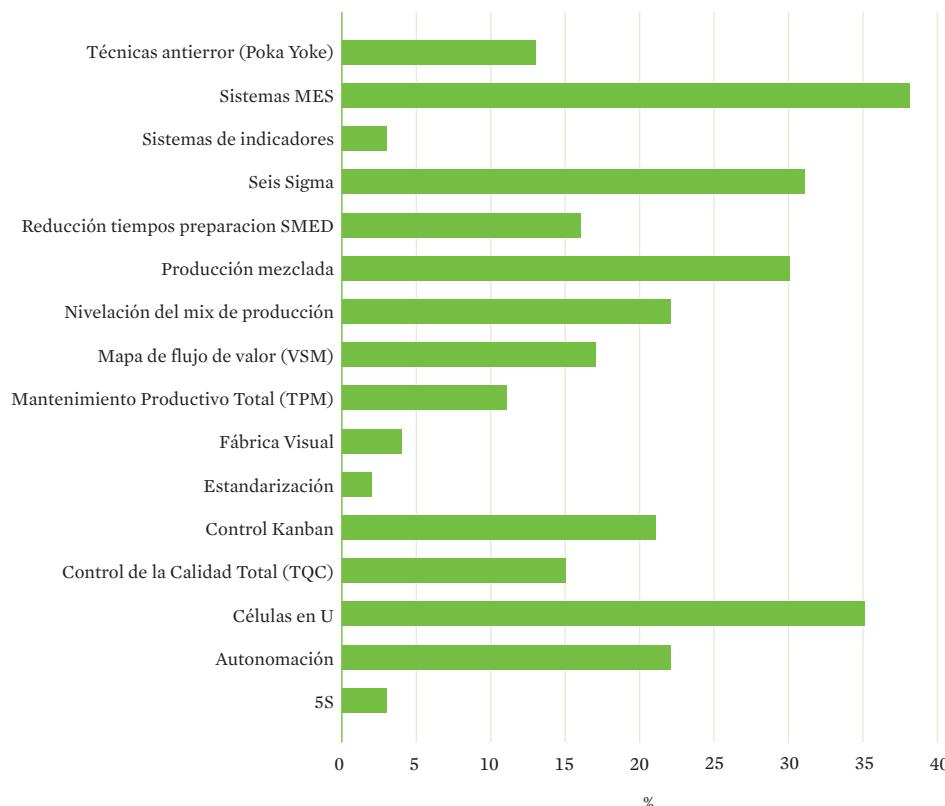


Por otra parte, otro indicativo del beneficio esperado lo representa el grado de implantación aplicación de las distintas técnicas Lean y de mejora de la producción. El gráfico 24 muestra el resultado de identificar las técnicas que todavía no se han implantado en las empresas que declaran haber iniciado acciones Lean Manufacturing. En este sentido se aprecia que las técnicas basadas en sistemas MES no han sido implantadas en más del 30% de las empresas. Si bien es cierto que estos sistemas no tienen una gran relación con la filosofía Lean, no dejan de ser un elemento de interés en la mejora de la producción. Por otra parte, la distribución en planta del proceso en U, la producción mezclada y la nivelación de la producción tampoco está siendo utilizada en las empresas. Esto está correlacionado con la opinión mostrada en relación con los beneficios esperados de la aplicación Lean. En cambio llama la atención que la técnicas seis sigma presente un retraso en su aplicación tan apreciable.



GRÁFICO 24

Grado de implantación de técnicas Lean

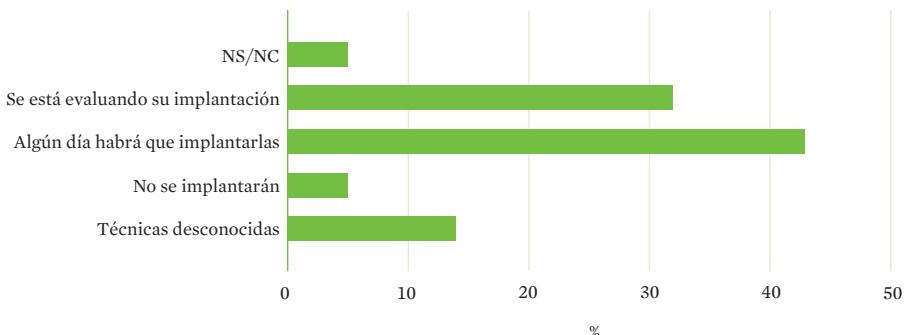


Todos los resultados anteriores muestran claramente el beneficio de implantar Lean, aspecto que incluso reconocen las empresas que todavía no han iniciado su despliegue. En efecto, el gráfico 25 muestra el grado de interés en el Lean Manufacturing e aquellas empresas que no lo han implantado. El porcentaje que afirma que estas técnicas no se implantarán es muy reducido, en cambio es ilustrativo que casi la mitad de los encuestados que no están usando las técnicas Lean creen que algún día se incorporarán a la empresa en la que trabajan.



GRÁFICO 25

Interés en Lean por empresas sin experiencia Lean



## 4. Factores de éxito en la aplicación Lean

Aunque los beneficios obtenidos en la aplicación de las técnicas Lean se declara alto, su introducción en la empresa no está exenta de dificultades que en algunos casos ha dado lugar al fracaso en la implantación de algunas de sus técnicas. Por ello conocer la experiencia de los implantadores puede ser altamente positivo. En este caso, los factores analizados están en relación sobre todo con el personal, los recursos disponibles y el liderazgo. En el gráfico 26 se recogen los resultados obtenidos en este apartado.

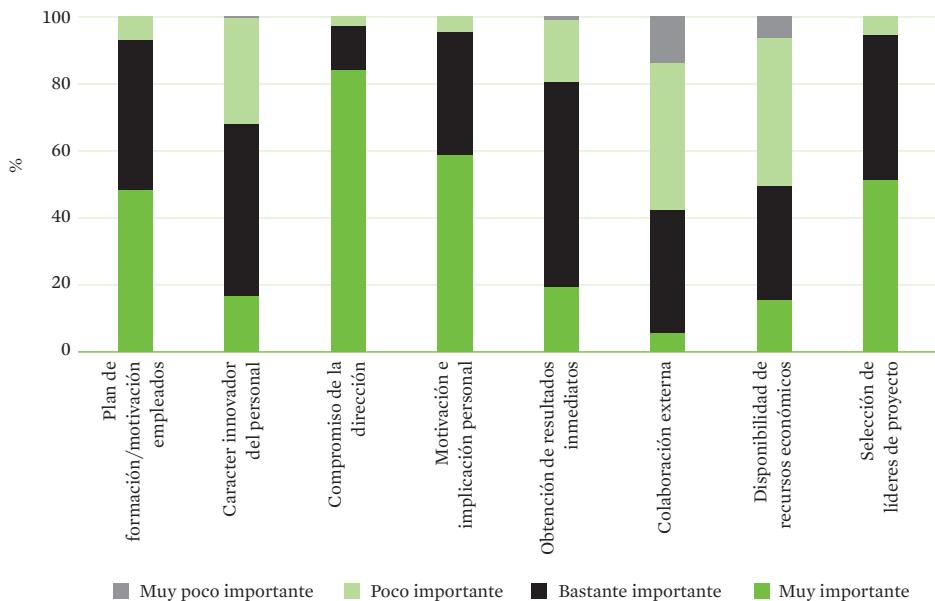
El factor más importante, con un amplio acuerdo, es el compromiso de la dirección con el proyecto de filosofía Lean, afirmación que comparten como muy importante el 85% de los encuestados. Esto concuerda con las dificultades de explicar y de entender por parte de la dirección de la empresa la problemática de aplicación de las técnicas Lean, que por otra parte, están bastante alejadas de otras más clásicas de gestión de la empresa.

El segundo factor de éxito es el relacionado con la motivación del personal considerado como muy importante por el 58% de los encuestados y la disposición de un líder adecuado para el proyecto por el 52%. Ambos factores reflejan que la introducción de las técnicas Lean viene acompañada de una fuerte transformación de la cultura empresarial de la empresa.



GRÁFICO 26

Factores de éxito en la implantación Lean



En cambio en contra de lo que con frecuencia se recoge en manuales la obtención de resultados en un corto periodo de tiempo no es valorado como muy importante nada más que por el 19% de los encuestados. En cierta manera concuerda con la idea de que la filosofía Lean es un valor que debe permanecer en el tiempo, si bien unos resultados inmediatos ayudan en el avance de la consolidación y extensión de las técnicas lean.

La disponibilidad de recursos económicos no es un tema importante para el 50% de los encuestados, lo que puede entenderse desde la perspectiva de que muchas de las técnicas Lean no necesitan elevadas inversiones, si no la disponibilidad de recursos humanos suficientes.

Una menor influencia en el éxito de la implantación Lean es la valoración que se ha hecho de la colaboración exterior considerando solo el 9% que es muy importante o bastante importante para el 37%. En este punto como se ve en los resultados mostrados en el gráfico 27, el 53% de las empresas han utilizado servicios de consultoría externa, siendo el grado de utilidad obtenido alta ya que el 83% de las mismas volvería a utilizarlos.



GRÁFICO 27

Utilización de servicios externos

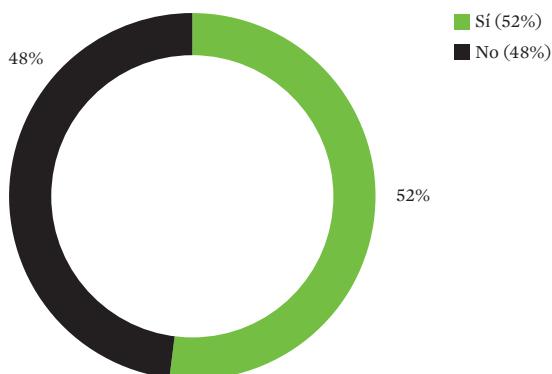
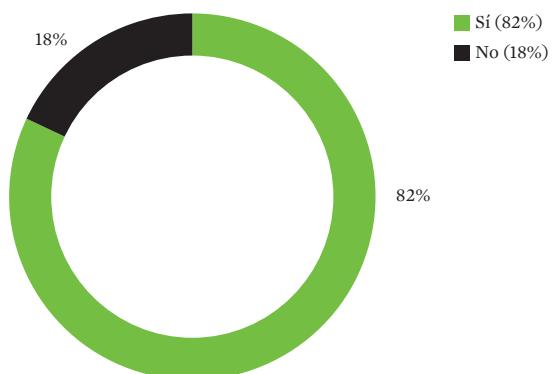


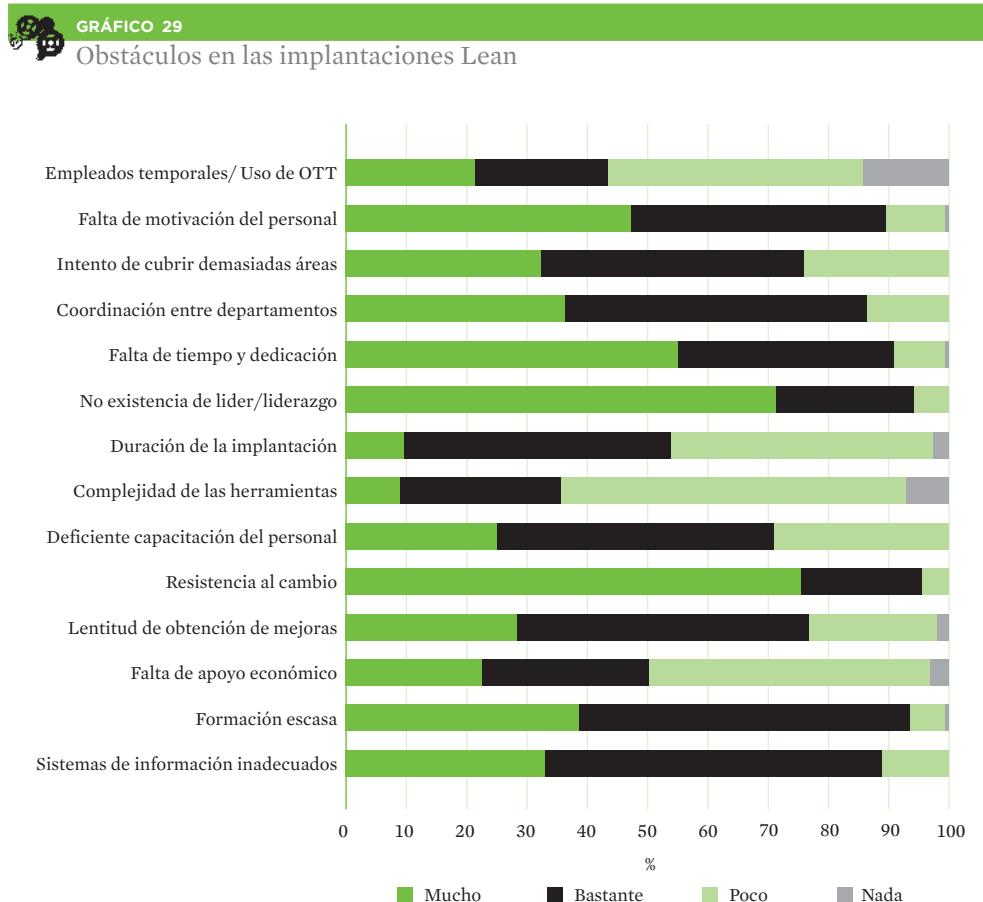
GRÁFICO 28

Satisfacción con los servicios externos



Los principales elementos negativos que se pueden convertir en obstáculos para obtener los resultados adecuados en una implantación Lean se recogen en el gráfico 29. Estos factores están relacionados con el modo de realizar la implantación Lean y con el personal de la empresa. De acuerdo con ello el elemento más negativo es el relacionado con la resistencia al cambio, lo cual es lógico ya que como se ha apuntado anteriormente la filosofía Lean es sobre todo un cambio considerado crítico por el 76%. En este mismo sentido también se encuentran los factores relacionados con

la formación el personal y su deficiente capacitación para afrontar el cambio cultural exigido por las nuevas técnicas.



Por encima de estos últimos elementos se encuentra la falta de liderazgo, lo que concuerda con los resultados anteriores que inciden el factor humano con la clave del Lean.

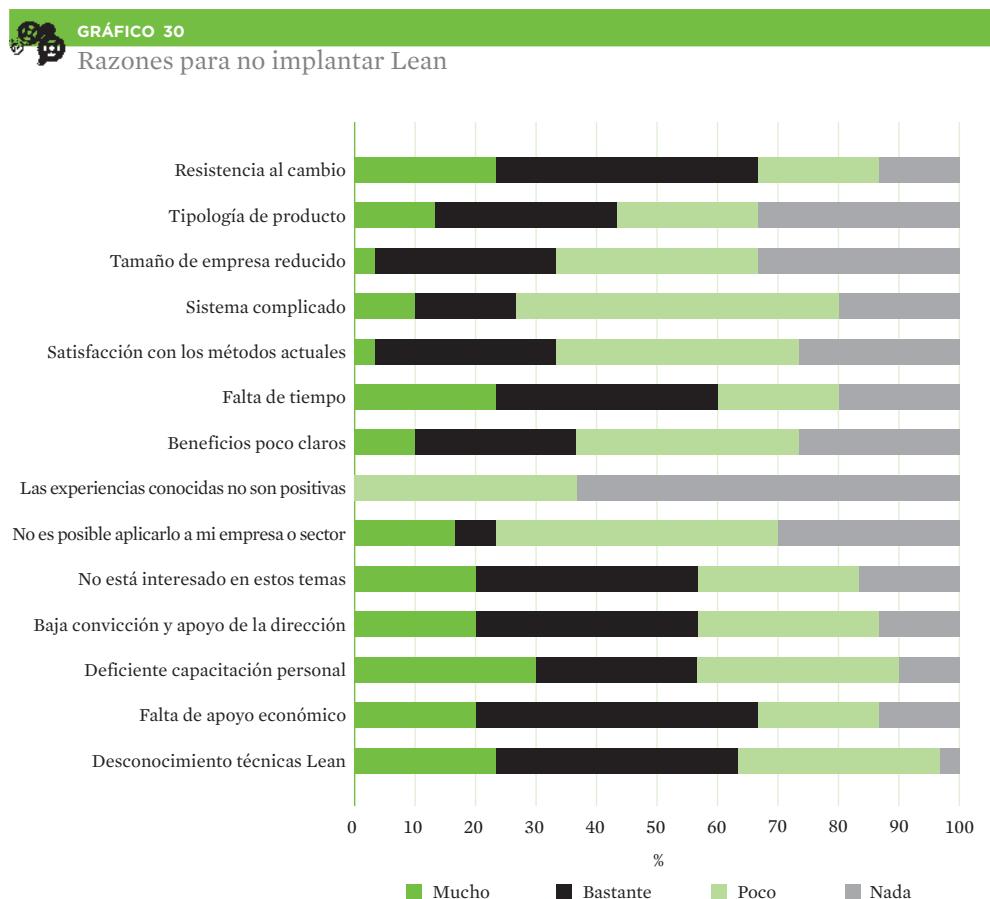
En cuestiones internas de la empresa destacan como bastante significativos la falta de colaboración entre departamentos siendo apoyada esta idea por el 86% de los encuestados y el intento de cubrir demasiadas áreas en la fase inicial (75%).

En el otro extremo se aprecia claramente que las técnicas Lean no presentan ninguna dificultad conceptual o de aplicación, resultando ser técnicas sencillas que necesitan

la colaboración de los empleados y que la duración de la fase de introducción de la filosofía lean no representa un obstáculo significativo para su éxito.

Si bien como resultado anterior se concluía que la obtención de resultados inmediatos no era un factor significativo de éxito, en cambio el retraso excesivo puede incidir apreciablemente en la evolución de la implantación, afirmación que sustenta el 50% de los encuestados.

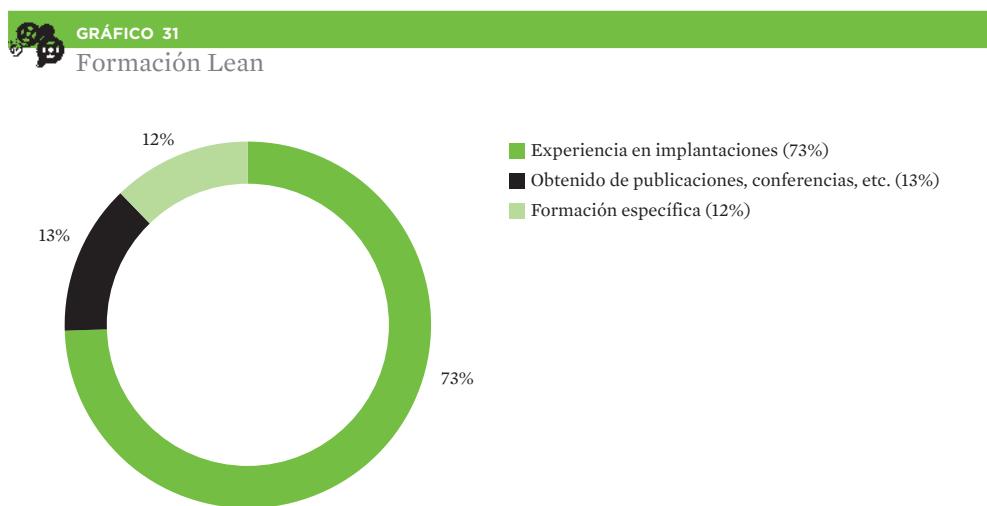
Las razones que se han puesto de manifiesto por las cuales no se han aplicado las técnicas Lean en las empresas son muy diversas y múltiples a su vez (gráfico 30). Entre ellas, las que en mayor medida destacan son las relativas a la falta de conocimiento, a la falta de apoyo de la dirección y a la falta de tiempo para abordar los estudios para su implantación. La falta de apoyo de la dirección vuelve a ser un tema recurrente.



Otro aspecto llamativo en relación con estas opiniones son las vertidas en relación a la falta de apoyo económico y la falta de tiempo para planear y ejecutar la implantación. Los anteriores factores, unidos a una falta de interés por un número importante de encuestados, hacen evidente el desconocimiento de las técnicas Lean y una cierta resistencia al cambio por parte de los no implantadores Lean.

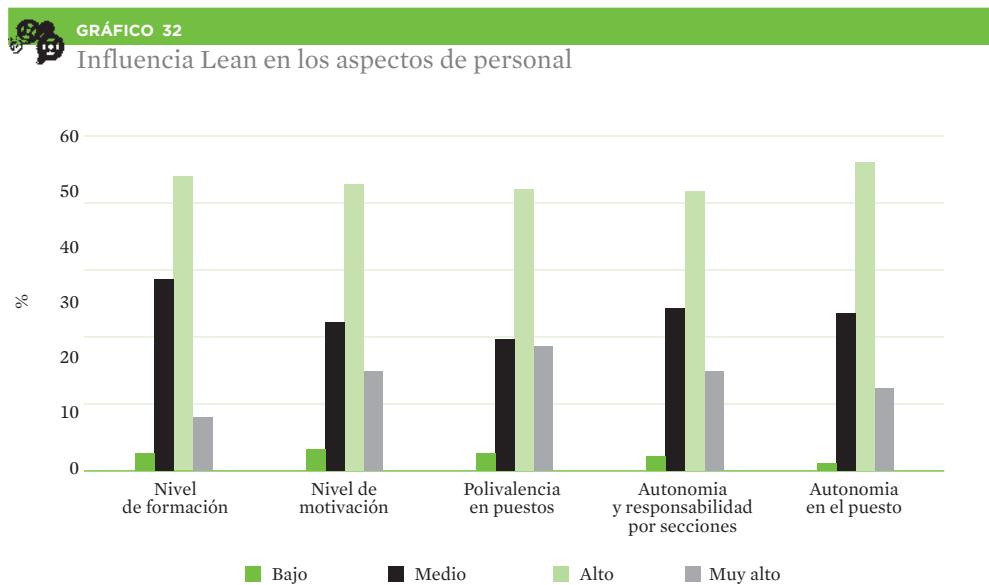
## 5. Aspectos de personal relacionados con el Lean

Un aspecto importante relacionado con el Lean Manufacturing es el relativo a la formación y actitud del personal de la empresa. En cuanto a la formación de los propios encuestados, que en definitiva son los animadores o los responsables de los proyectos de implantación, puede representar el modo de cómo se adquieren los conocimientos en este tema en España. Así de las respuestas obtenidas se puede observar que la aplicación directa de las técnicas Lean han sido las que han proporcionado el mayor nivel de conocimientos muy por encima de cualquier otra opción (gráfico 31).



El modo de adquirir conocimientos en las empresas que no han implantado las técnicas Lean son sustancialmente iguales a los casos que corresponden con empresas donde las utilizan. Así en estos casos la principal fuente de formación es la realizada a través de publicaciones y conferencias. Una formación estructurada ha sido utilizada por una parte significativa aunque baja de personas, lo que indica una cierta inquietud en la industria en relación con estos temas.

En los apartados anteriores se consideraba que la formación de los empleados en técnicas lean no era adecuada aunque sí lo era su capacitación para el puesto. En el gráfico 32 se recogen los resultados de cómo la implantación de las técnicas lean han afectado al personal. En este sentido, se observa como afecta por igual a todos los aspectos demandados en la encuesta, donde por un lado el nivel de formación y de motivación se ha elevado y por otro se ha incrementado la autonomía y la polivalencia en los puestos de trabajo. Esto supone una confirmación de los postulados asociados a algunas de las técnicas lean, aunque también a otras de la gestión de la producción.

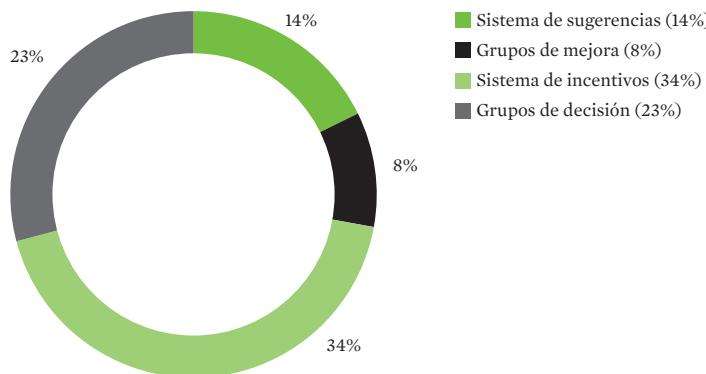


La participación del personal en la mejora de los procesos ha sido siempre un objetivo en la gestión de la empresa (gráfico 33). En este sentido los métodos de participación que en mayor medida se han implantado son los grupos de mejora con el 93% de los casos, mientras que la utilización de un sistema de incentivos solo ha sido implantado en el 66% de las empresas.



GRÁFICO 33

Sistemas de participación del personal mas usados

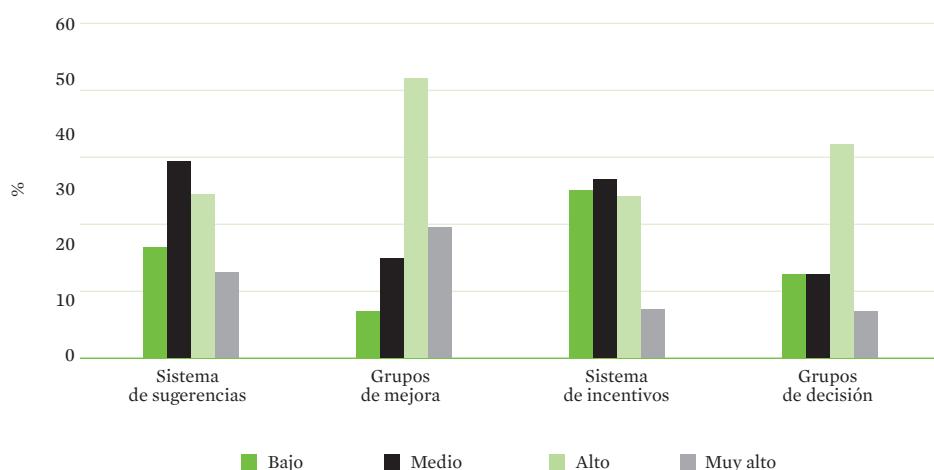


Respecto del grado de éxito de la aplicación de acciones de participación (gráfico 34), los grupos de mejora son los que han obtenido mayor éxito con un 73% de respuestas positivas, mientras que el uso de sistemas de incentivos y de sistemas de sugerencias no ha alcanzado el 50% de las opiniones favorables.



GRÁFICO 34

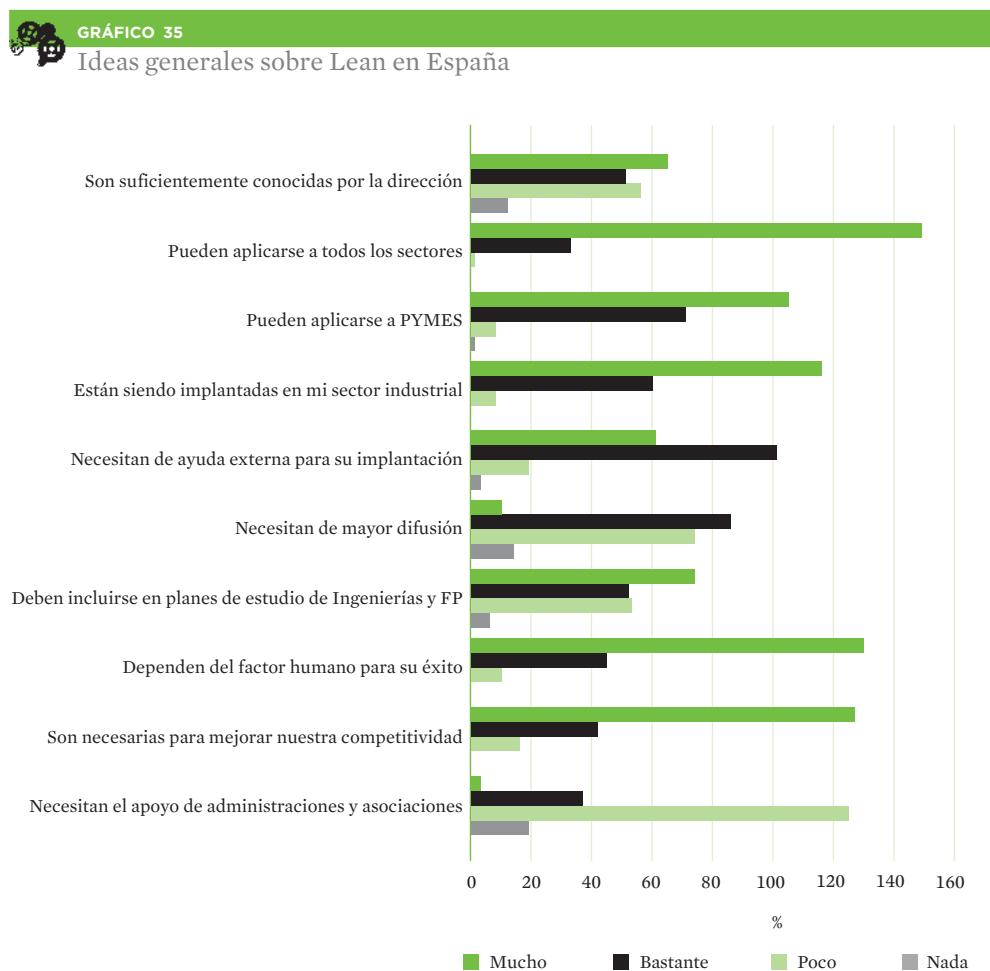
Éxito de las acciones de participación del personal



## 6. Ideas generales sobre el Lean Manufacturing en España

De cara a extraer consideraciones generales que muestren la situación general del Lean Manufacturing en España se ha consultado a los encuestados su grado de acuerdo con un conjunto de afirmaciones relacionadas con las ideas que centran el debate actual sobre el Lean Manufacturing (gráfico 35).

Los resultados ponen de manifiesto la creencia generalizada de que las direcciones de las empresas no conocen suficientemente el tema. Esto tiene correlación con la idea expresada con anterioridad de que el grado de implicación de las direcciones es bajo y no aprecian en su verdadera magnitud los beneficios que pueden derivarse de su implantación. A pesar de ello, se piensa que es un camino muy necesario para mejorar la productividad, además de otros aspectos de la empresa.



Por otra parte, la encuesta corrobora la idea de que el pensamiento lean es de aplicación a cualquier tipo y tamaño de empresa. Otra cuestión es, la capacidad propia de la empresa para llevarlas adelante, siendo especialmente dificultosa para la pequeña empresa y las microempresas. Por motivo, estas empresas valoran en mayor medida la disponibilidad de personal formado y la inclusión de una formación específica en los estudios reglados. Este último aspecto también valorado de igual forma por todas las demás empresas.

En cuanto a la extensión de las técnicas lean, la creencia mayoritaria (73%) es que están siendo utilizadas en el sector industrial al que pertenece el encuestado.

En cambio, en el caso de las empresas que no han implantado estas técnicas se cree que no están muy extendidas, lo que induce a pensar que todavía hay un largo camino que recorrer en la difusión de estas técnicas. En este sentido, los encuestados manifiestan la necesidad de una mayor difusión de las técnicas Lean que deberían acompañarse de un mayor apoyo por parte de asociaciones y administraciones si bien pueden existir dificultades a la hora de instrumentalizar estas iniciativas. Un aspecto muy claro es la conveniencia que estas técnicas se incorporen rápidamente a los planes de estudios de las titulaciones relacionadas con técnicas de producción.

Por último, recalcar de nuevo que los resultados muestran que el factor humano se considera como clave en el éxito de las implantaciones Lean.

## 7. Opiniones abiertas de profesionales Lean

En el cuestionario utilizado en el estudio se dejó una pregunta final abierta para que los profesionales con experiencia Lean expresaran su opinión sobre aquellos aspectos que consideraban más relevantes sobre el estado del Lean Manufacturing en España. El gran valor añadido de las opiniones recibidas ha aconsejado plasmarlas directamente en esta publicación. Para una mayor facilidad de exposición se han agrupado atendiendo a los aspectos que han sido indicados como más relevantes: necesidad del Lean, situación en España, claves en la implantación y difusión de las técnicas.

### Necesidad del Lean

*El Lean no es una elección, aunque este moda. Hay que reducir los derroches para ser competitivos.*

*Es la gran arma para la competitividad futura del mundo industrial español. El dominio Lean del tercer gran flujo, el de industrialización de nuevos productos, es vital a la hora de defenderse contra amenazas de deslocalización.*

*El Lean es una herramienta muy útil, pero debemos de ser capaces de adaptarla a nuestra cultura o se percibirá siempre como algo extraño.*

*En nuestra empresa las técnicas Lean están implantadas al 100% y los resultados son excepcionales comparados a otros lugares donde no se trabaja con esta metodología.*

## Situación en España

*Según mi experiencia personal en España, en las empresas del sector automóvil, siempre que sean multinacionales de tamaño mediano-grande, la implantación es alta, debido al apoyo de la dirección internacional, a la formación continua y al exigir mejoras constantemente. En estos casos hay personas que animan constantemente el Lean, lideran equipos de trabajo y forman internamente. En el resto de sectores, incluso en el automóvil si la empresa es pequeña, la implantación es anecdótica, principalmente debido al desconocimiento de la dirección, y a la falta de creencia en los métodos Lean.*

*El Lean es ampliamente desconocido en muchos sectores en España, pudiéndose aplicar en prácticamente a todos, incluyendo Salud, Educación y Administración Pública, con lo que se conseguiría un nivel de productividad y eficiencia enorme sin los tan temidos y recurrentes recortes de plantilla como única idea utilizada.*

*La gran mayoría de empresas (pymes), ni siquiera saben de la existencia de este conocimiento, hay una excesiva focalización en las teorías clásicas para generar crecimiento (aumento de ventas, marketing, reducción salarios) y poca atención a los procesos.*

*La implantación del Lean en España se está realizando en empresas multinacionales con sede en el extranjero, porque viene impuesta por las sedes centrales. Pienso que muy pocas empresas españolas están por la labor, por dos circunstancias, primero porque los directivos lo ven como una pérdida de tiempo (o una moda) y segundo porque aún no hemos escalado los peldaños suficientes en productividad para dar el salto definitivo. Por peldaños me refiero a implantación en producción de técnicas de calidad como PFMEA, EFMEA, DOE, TPM o la puesta en marcha de equipos de trabajos reales.*

*El estado del Lean Manufacturing en España es complicado; las transiciones hacia modelos Lean no se realizan al completo, lo cual lleva al fracaso. Luego están las organizaciones que adoptan un modelo Lean visual...hay muchos ejemplos. Confío que en el futuro la situación mejore, debido a la especialización de muchos profesionales en esta metodología.*

*Lean es un gran desconocido, se lleva muchos años entrando y saliendo sin decidirse las direcciones a apostar decididamente en ellas.*

Fuera del sector de automoción las técnicas Lean son muy poco conocidas.

*En general existe en España una ignorancia elevadísima en cuanto al Lean Manufacturing; incluso entre responsables de Calidad. En nuestra empresa hemos perdido Clientes por no tener la ISO (la abandonamos para entrar en Lean) y es lamentable ver como la calidad que tienes hoy es mucho mayor que con la ISO, pero no hay un “papel” que así lo certifique.*

*Por mi experiencia profesional me he dedicado a la implementación de lean y six sigma en distintos sectores y países a nivel mundial y creo que el nivel en España en lean es muy bajo y en six sigma inexistente, excepto en grandes compañías que son 5-6 en España.*

*Desgraciadamente, España todavía no entiende qué es el Lean (y así nos va). Tengo la gran suerte de que mi empresa sea de origen inglés, por lo que el ambiente y la cultura son totalmente distintos, habiendo reaccionado a tiempo con su implantación.*

*Mientras el resto del mundo ya está muy adelantado en este aspecto, España todavía está con modelos de dirección demasiado arcaicos, preocupados en recortar costes a precio de despidos e inversión cero en sistemas de mejora o personal. Destacar también, que las consultorías, pueden tanto ayudar y hacer “ver la luz”, como ser un saca-dineros.*

## Claves en la implantación

*Los pilares para implantar una cultura Lean son: 1-Voluntad por parte de la Dirección, 2-Definir el líder adecuado, 3-Conocimiento de las técnicas.*

*Es imprescindible el compromiso de la Dirección, tanto en la implementación y su mantenimiento, así como en que no se pueda echar a nadie por mejoras del Lean.*

*Es definitivamente básico el compromiso total de la dirección con la implantación así como el correcto entendimiento del Lean. No se trata de reducción de costes, es mucho más que esto, es un cambio cultural de la forma de llevar un negocio. Uno de los problemas principales que me he encontrado en mi etapa previa de consultor son las empresas familiares y su baja formación o aceptación de otros puntos de vista. Finalmente, sus hijos o familiares han estudiado pero no terminan de dar el salto necesario. Por último, debemos de tener mucho cuidado con las empresas consultoras que se contratan.*

*Fundamental el apoyo de la alta dirección.*

Dentro de la mejora en sistemas Lean, considero que existe excesiva burocracia, papelleo y documentación. Es necesario un equipo continuo de apoyo para la consecución de objetivos y una mentalidad proactiva difícil de alcanzar en la actual sociedad española. Aún con todo es una herramienta que si bien es compleja seguirla como demanda en sí misma, genera una correcta mentalidad en la mejora de la productividad, entre otras cosas.

Independientemente de la organización, creo que la figura “responsable de la implantación” ayuda al impulso e implementación. Dicha figura debe estar desligada del día a día.

Creo que aún nos falta ver el sistema de una manera más global. Las empresas solemos centrarnos en nuestro ámbito, llegando incluso a ahogar a los pequeños proveedores, olvidando que todos formamos parte de una cadena de valor mucho más amplia y que si nuestros proveedores mejoran, nosotros también lo haremos.

Por mi experiencia, los sistemas MES impiden el desarrollo de programas LEAN.

Como país mediterráneo que somos tenemos el reto añadido de ser poco metodológicos comparado con las empresas anglosajonas, lo que no favorece la aceptación de cambios apoyados sobre técnicas como Lean.

Lo más costoso en la implantación es el cambio de mentalidad desde la dirección hasta el nivel operativo de las empresas. Cuando la dirección deja de apoyar a los equipos de trabajo es cuando los planes de mejora empiezan a decaer.

Para implantar cualquier política (y al final no deja de ser una política) la dirección debe estar completamente convencida y apoyarla, aunque no se destinen demasiados recursos económicos que siempre son necesarios (gente, disponibilidad, tiempo y continuidad).

Tengo amplia experiencia en los sectores de automoción, aeronáutico y defensa, y he podido vivir entornos empresariales muy diferentes donde el grado de conocimiento de estas técnicas era radicalmente diverso. Creo que el éxito de una buena implantación radica en el convencimiento y empuje por la dirección de cada empresa, si no existe esto es imposible llegar al éxito, por mucho que quieran los empleados y líderes del cambio.

Desde mi punto de vista debe ser una implantación progresiva, sin pretender acabar en dos días pero continua y mantenida a lo largo del tiempo. No es un tema de recursos económicos, es más determinante la mentalidad y la formación. El apoyo y ejemplo de la dirección es clave para tener éxito. Sería muy interesante fomentar reuniones de puesta en común de experiencias de implantación.

Para la implantación del Lean se requiere mucho liderazgo y talento y poca inversión.

En las empresas españolas donde no hay, en general, cultura industrial sería conveniente implantar un PRELEEN. Es demasiado fuerte el impacto y puede acabar en fracaso total.

Por desgracia, muchas veces las implantaciones dejan mucho que desear por falta de sentido común o por las prisas por obtener resultados. El número de externos que viven de estas cosas sin la implicación necesaria para extraer el máximo es descomunal.

Les propongo que cambien el término proyecto Lean por Cultura Lean... No es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende duradera y sostenible, un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas.

## Difusión de las técnicas

Creo que es muy importante la labor de difusión mediante libros y mejor aún talleres teórico/prácticos. Es necesario implantar una asignatura en las escuelas de ingeniería industrial sobre estas técnicas.

En mi cooperación con escuelas de negocios es increíble la inquietud que tienen los alumnos año tras año hacia este tipo de técnicas. Deberían incluirse en las escuelas de FP e ingenierías.

Probablemente las palabras Lean y Manufacturing deberían cambiarse por términos en español y que excluyesen la palabra fabricación para facilitar la extensión corporativa y mayor acceso desde la alta dirección a conocer e implantar esta metodología.

Necesita una mayor comprensión por parte de todos los agentes relevantes en los campos de la I+D+i, Empresa y Estado.

Es necesaria la organización a nivel universitario de equipos de proyectos de fin de carrera para la implantación práctica en empresas de las técnicas Lean Manufacturing con apoyo del gobierno / universidades.

Lo mejor sería que en las universidades o centros de estudio, la formación sobre estas cuestiones las realizaran profesionales que hubiesen estado trabajando e implantando estas técnicas, para transmitir los problemas reales, soluciones adoptadas y adaptación de los modelos teóricos.

Creo que en el caso de PYMES sería necesaria una mayor colaboración de la administración o asociaciones tipo Clúster, ya que en la mayoría de los casos la estructura de la que disponen es limitada para implantaciones de este tipo.

Es curioso, que incluso cuando te ofrecen jornadas y cursos, y tu comentas que vas a ir al premio SHINGO, te digan ¿qué es eso?, lo que indica una clara falta de conocimiento.

Sería interesante introducir como elemento susceptible de ayuda-subvención, la implantación de estos sistemas. Bajo supervisión intermedia (no final) del proceso.

Fuera del sector de automoción las técnicas Lean son muy poco conocidas. Creo que es muy importante la labor de difusión mediante libros y mejor aún talleres teórico/prácticos.

## 8. Conclusiones del estudio

El estudio realizado recoge un número de respuestas de la población encuestada elevado y significativamente más elevado, que los realizados hasta ahora en España, por lo que se considera que los resultados obtenidos son bastante representativos de la situación actual de la industria española. Las conclusiones más sobresalientes de este estudio se puede concretar en:

1. Actualmente las técnicas Lean empiezan a extenderse y están siendo ya aplicadas en la mayoría de los sectores industriales, como lo confirman el 73% de los encuestados, que indican que en su sector ya están siendo utilizadas.
2. Las empresas estudiadas que no han abordado la implantación se prevén, en un 84%, la aplicación este tipo de técnicas en un futuro próximo.
3. La implantación de las técnicas Lean y sobre todo de la cultura Lean, permite obtener unas mejoras muy significativas en aspectos como la productividad, los costes, la flexibilidad y la participación del personal. La coincidencia de las respuestas en este aspecto es muy elevada, ya que más del 80% de los encuestados en cuyas empresas se han aplicado, encuentra que los beneficios obtenidos han sido altos. Estas experiencias y la manifestación de los encuestados, muestran claramente que las técnicas Lean son imprescindible para mejorar la competitividad de las empresas.
4. Los tres beneficios más importantes que se derivan de la aplicación de las técnicas Lean son el aumento de la productividad, el incremento de la flexibilidad y la

reducción de costes. Esto no excluye que otros beneficios igualmente importantes se obtengan en un elevado grado.

5. Los encuestados consideran que para alcanzar una adecuada implantación Lean en la empresa es muy importante contar con la motivación y el apoyo de la dirección. En general se considera que este apoyo es muy escaso, lo que unido a otros factores negativos como la resistencia al cambio, la falta de liderazgo en los proyectos Lean y la formación del personal, hacen que el factor humano se convierta en un aspecto clave para el éxito de las implantaciones.
6. Los recursos económicos necesarios para la implantación de las técnicas Lean y la complejidad de estas técnicas, representan factores poco significativos para su introducción en la empresa. Esto sugiere que en empresas donde todavía no se ha utilizado ninguna técnica Lean, posiblemente adolezcan de una falta de conocimiento de lo que realmente supone la aplicación de las técnicas Lean.
7. Las principales técnicas relacionadas con la producción Lean implantadas son: 5S, SMED, sistemas de indicadores, estandarización y fábrica visual. Se trata por lo tanto, de las técnicas más genuinamente lean y de aplicación general a cualquier sector. Por otra parte son las técnicas que presentan menos dificultades de aplicación y los beneficios a obtener son más inmediatos.

- Las técnicas Lean se están utilizando en España en todos los sectores industriales.
- La mayor parte de las empresas que no están aplicando las técnicas Lean esperan hacerlo en un futuro inmediato.
- La aplicación de las técnicas proporciona un alto nivel de beneficios en muchos aspectos de la empresa.
- Los beneficios más claramente obtenidos de la utilización de técnicas Lean son el aumento de la productividad, de la flexibilidad y la reducción de costes.
- El apoyo de la dirección en la introducción de las técnicas Lean es escaso.
- Las direcciones de las empresas desconocen las técnicas Lean.
- El factor humano es clave para la implantación de las técnicas Lean.
- La mitad de las empresas han contado con ayuda externa para la incorporación de las técnicas Lean.
- La aplicación de la filosofía Lean es necesaria para mejorar la productividad de las empresas.
- La disponibilidad de recursos económicos no representa un problema significativo.



## CASOS DE ÉXITO



## 1. Caso 1: Maheso



Maheso es uno de los mayores productores de alimentos precocinados y platos preparados de España y se caracteriza por su capacidad de innovación, desarrollo de productos y nuevos conceptos para la restauración o el consumo en el hogar. El grupo Maheso está formado por tres empresas: la sede principal, Gedesco, en Montcada i Reixac (Barcelona), y las delegaciones Dimalco y Maheso SUR, encargadas de distribuir los productos en Madrid y Sevilla, respectivamente. La fábrica de Montcada i Reixac tiene una capacidad productiva anual estimada de más de 26.000.000 kg/año con una facturación de 80 millones de Euros, en una planta de fabricación de aproximadamente 20.000 metros cuadrados. Sus principales productos son croquetas, pasta (canelón y lasagna), frituras (nuggets, pollo empanado, churros, verduras, etc.), rollitos de primavera, salsas, etc. que vende a una amplia cartera de clientes: cadenas de hipermercados y supermercados, tiendas especializadas en congelados, mayoristas distribuidores y el canal Food Service. También alcanza grandes volúmenes de venta la exportación a Europa y Latinoamérica.

En el mercado actual, con un alto nivel de competitividad, mantener el liderazgo en el sector conlleva reevaluar, optimizar y en algunos casos rediseñar procesos de negocio. Para muchas compañías esto significa caminar hacia los principios y metodología Lean Manufacturing.

La relación entre Maheso e ICE Consultants empieza a mediados de 2008, cuando la dirección de Maheso se plantea una formación en las técnicas y herramientas Lean durante tres días a personas clave de la organización. Para la formación, además de abordar cuestiones teóricas, ICE Consultants realiza una toma de datos en planta exhaustiva que se discute durante las sesiones del curso y que permite, entre todos, identificar las oportunidades de mejora y definir un plan de acciones orientado a la mejora de eficiencia de las líneas de producción.

Tras un diagnóstico más detallado, Maheso decide centrar los esfuerzos en las dos áreas que presentaban un mayor potencial de mejora: Pasta Rellena y Frituras, y decide apoyarse en ICE Consultants para el análisis y rediseño de las secciones mediante la

implantación de los principios y técnicas Lean. El proyecto arranca en Noviembre de 2008 con el objetivo de optimizar el funcionamiento de dos de las líneas más significativas de la fábrica. En cada una de ellas se busca:

- Un incremento de la eficiencia, y por tanto de su capacidad.
- Un incremento de productividad.
- Una reducción de mermas.

El proyecto tenía que servir, además para:

- Estandarizar la producción y crear métodos de trabajo.
- Mejorar la planificación y la programación de las máquinas.
- Conseguir un mayor conocimiento y responsabilidad de los procesos productivos.
- Llevar la filosofía LEAN de la teoría del curso a la práctica.

Para la realización del proyecto se definió un equipo mixto Maheso-ICE trabajando como un equipo integral de proceso con una dedicación full-time de ingeniería de proceso, un soporte puntual del resto de departamentos y el apoyo y liderazgo de la dirección. El proyecto tuvo una duración aproximada de tres meses, dividido en las siguientes fases:

## Análisis y diagnóstico

Según la metodología propia de ICE para los proyectos LEAN, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Planificación detallada de hitos del proyecto.
- Identificación del punto de partida, a partir de los datos facilitados por Maheso.
- Observaciones en planta para la identificación de despilfarros, prestando especial atención a los puntos de generación de mermas.
- Implantación de quick-wins para incrementos de eficiencia de las líneas. Por ejemplo, el incremento de huellas en una placa formadora.
- Diseño e implantación de un indicador de eficiencia OEE adaptado a las dos líneas de estudio.

## Diseño

Tras el análisis de la situación actual, se procede al diseño de soluciones. Se definió, para cada línea:

- Hoja estándar de operaciones por referencia: documento que refleja el estándar de producción, incluyendo: la configuración de la línea, tareas de producción y frecuenciales, tiempos de ciclo, tiempos de operación y equilibrado de operarios.
- Estandarización de los procesos clave: cambios de referencia, de producto, de formato, arranque y fin de producción.
- Lanzamiento de un programa TPM de máquinas clave, con paradas programadas semanales y mensuales, así como una ruta estándar diaria de mantenimiento preventivo con máquina en marcha.
- Soluciones técnicas, control visual y poka-yokes para minimizar las mermas.
- Evolución hacia una sistemática Pull, mediante el sincronismo entre máquinas y un protocolo ágil entre elaboración y envasado.

## Implantación

En la fase final, el equipo mixto de Maheso e ICE trabajaron conjuntamente para implementar las soluciones, evaluarlas y corregir desviaciones, controlando, a su vez, la evolución del indicador OEE.

Además de los parámetros operativos, el proyecto también tenía como objetivo la consolidación del pensamiento Lean dentro de la organización. Para ello, un factor fundamental consistió en realizar una adecuada gestión del cambio, gracias a una adecuada estrategia de comunicación, seleccionando los mensajes adecuados para los diferentes niveles de la compañía, motivando al equipo y recabando apoyos para garantizar el éxito de las iniciativas de mejora.

Gracias a esta labor, el proyecto transcurrió según lo planificado sin desvíos ni imprevistos de ningún tipo. Tras la consolidación de las medidas implantadas, las dos líneas de Maheso experimentaron las siguientes mejoras:

- Incrementos de eficiencia mayores del 10%.
- Incrementos de productividad mayores del 15%.
- Importantes disminuciones de las mermas. Hasta un 60% en la línea de Pasta Rellena.

Todo ello con mínimas inversiones y, por lo tanto, con retornos de la inversión de pocos meses. El ahorro debido a estos resultados y la disminución de los costes de producción, vino acompañada, además de los siguientes aspectos cualitativos encaminados a garantizar mejoras adicionales en un futuro:

- Procesos de fabricación más robustos.
- Mejor control y gestión de la planta.
- Indicadores y organización orientados a la mejora continua.
- Mayor involucración del personal de planta y dirección en los resultados operativos.
- Extensión de la filosofía Lean a toda la organización.

Tras el éxito de este proyecto, la colaboración entre Maheso y ICE Consultants se prorrogó durante varios meses para generalizar estas técnicas al resto de secciones, incluso en la propia cocina de la fábrica, con la misma metodología empleada que en las líneas de producción.

A la mejora en las líneas, siguió un proyecto de reingeniería de los procesos de negocio en las áreas de producción, calidad, mantenimiento, logística y comercial, tanto en la central de Montcada como en la delegación de Dimalco en Madrid, con el objetivo de analizar y rediseñar toda la cadena de valor con mentalidad Lean: reducción de stocks, lead-times, integración de procesos, etc. Destaca también la definición de las necesidades de información para la implantación posteriormente en fábrica de un sistema MES (Manufacturing Execution System) para capturar los datos directamente de las líneas de producción y obtener la información en tiempo real, ganar en fiabilidad y reducir casi por completo la carga administrativa en planta. Los buenos resultados globales obtenidos permitieron a dar Maheso, sólo en el plazo de un año, un salto muy considerable en sus resultados operativos.

## 2. Caso 2: Bodegas Murviedro



Bodegas Murviedro es una de las bodegas más emblemáticas y de mayor producción en la denominación de origen UTIEL-REQUENA. Sus instalaciones son modernas y altamente automatizadas, tal y como exige en estos momentos un mercado basado en productos de alta calidad con costes competitivos. La bodega dispone de tres líneas de envasado para vinos en botella y una línea para el envasado en Bag&Box, con una producción anual equivalente a 17-18 millones de botellas de 75 cl. Las líneas son operadas en turnos de mañana y tarde y cuentan con un total de 13 personas directamente empleadas en el manejo de las mismas y 3 personas para atención indirecta de las mismas (compras, supervisión, administración, etc.). El número de referencias de envasado ha crecido en gran medida en los últimos años, lo cual ha propiciado que la eficiencia de las líneas se haya visto afectada fundamentalmente en los aspectos directamente relacionados con el cambio de referencias tales como tiempos de cambio, ajustes y microparadas.

La bodega cumple con todas las normativas de calidad exigidas en los mercados a los que dirige sus productos. Estos altos niveles de exigencia, desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, conllevan operaciones de limpieza, automantenimiento, autocontrol, etc., que pueden reducir los niveles de eficiencia si no se realizan de forma optimizada y estandarizada.

En esta situación, la empresa se planteó la necesidad de reducir los costes de envasado para poder acceder a clientes en los que el precio de sus productos bloqueaba las oportunidades de negocio. Para ello contó con la colaboración de la consultora CDI LEAN MANUFACTURING que centró su actividad en el aumento de la eficiencia de las líneas de envasado. Con este aumento se conseguirá una disminución de la mano de obra directamente asociada al envasado del producto, que finalmente se traducirá en un aumento de la productividad y una reducción del coste.

El proyecto se planteó en dos líneas principales:

- Implantación del OEE (Overall Equipment Effectiveness), como indicador de eficiencia y chivato de las pérdidas asociadas al proceso.
- Implantación de un proceso de mejora continua, que basado en los datos obtenidos, permitiera afrontar la eliminación progresiva de las ineficiencias.

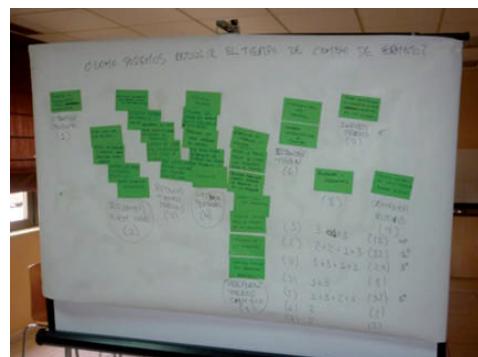
Para poder llevar a cabo el proyecto se contó con la participación de una amplia mayoría del personal de envasado y mantenimiento, que fueron formados previamente tanto en OEE como en técnicas para la mejora continua y la resolución de problemas. La secuencia de implantación del proyecto se realizó siguiendo las siguientes etapas:

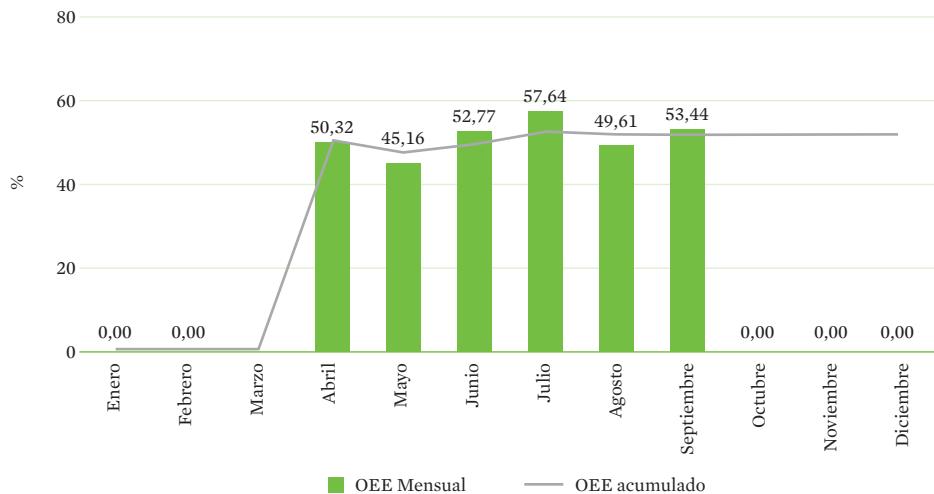
- Presentación del proyecto al personal de la planta.
- Elaboración de las plantillas para la toma de datos y formación del personal de líneas en los conceptos básicos del OEE.
- Toma de datos inicial con validación diaria de los mismos.
- Presentación de gráficas y resultados después de la toma de datos inicial.
- Creación de los equipos y formación en metodología y técnicas de mejora continua.
- Realización de varias sesiones prácticas, en las que cada grupo analiza la forma de reducir algunas de las pérdidas, que se detectan a través del OEE. Elaboración de un plan de acción, como elemento primordial para conseguir los objetivos.

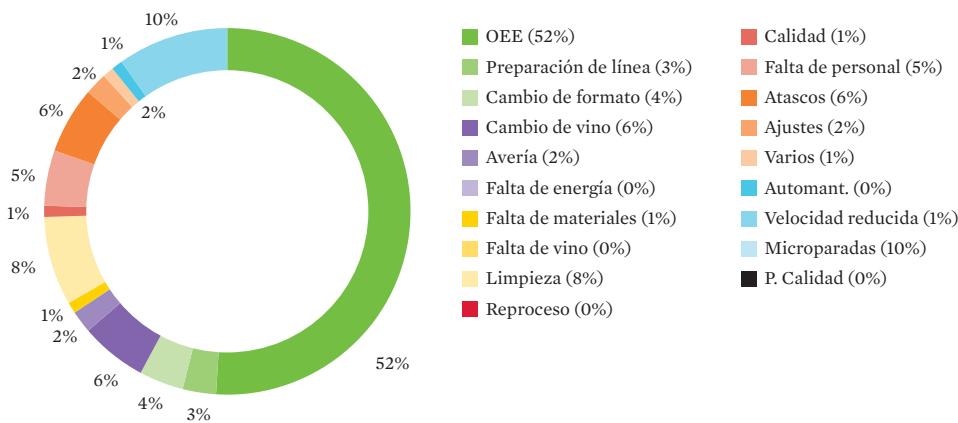


**GRÁFICO 36**

Ejemplo de sesión del grupo de trabajo. Tormenta de ideas




**GRÁFICO 37**  
 Gráfico OEE


**GRÁFICO 38**  
 Análisis detallado de pérdidas


La duración total del proyecto ha sido de cuatro meses con sesiones semanales inicialmente y quincenales en los dos últimos meses.

Se formaron equipos de trabajo que fueron formados inicialmente para posteriormente acometer las tareas establecidas en el plan de acción. En este punto hay que destacar

el apoyo completo de la dirección de la empresa que, desde el primer momento, puso todos los medios a su alcance para asegurar el éxito del proyecto.

Los dos grupos de trabajo que se formaron durante el proyecto continúan actualmente el proceso de mejora, trabajando en la eliminación de los principales causantes de las ineficiencias del proceso:

- Reducción de los tiempos necesarios para el cambio de referencia. Cambios de formato y cambios de producto.
- Reducción de los tiempos de limpieza, mediante la estandarización de los procedimientos y las cadencias.
- Reducción de las microparadas, mediante la identificación de los motivos principales y la eliminación de los problemas que las ocasionan.

Los resultados obtenidos con el proyecto se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Incremento de la eficiencia y de la productividad. En este aspecto se ha conseguido un incremento del 11,3% en los valores de eficiencia y un incremento del 12,85% en los valores de productividad.
- Implantación de una cultura de mejora continua que supondrá en el futuro nuevas mejoras de la eficiencia y productividad del proceso de envasado.

### 3. Caso 3: Gallina Blanca - Star



GALLINA BLANCA -STAR, dentro de su plan hacia la excelencia en operaciones industriales decidió afrontar en 2010 la aplicación de técnicas avanzadas LEAN. La estrategia para llevarlo a cabo se basó en plantear una ambiciosa implantación LEAN que cubriera el mayor número de técnicas adecuadas a la situación específica del sistema. Las fábricas escogidas para las pruebas piloto fueron:

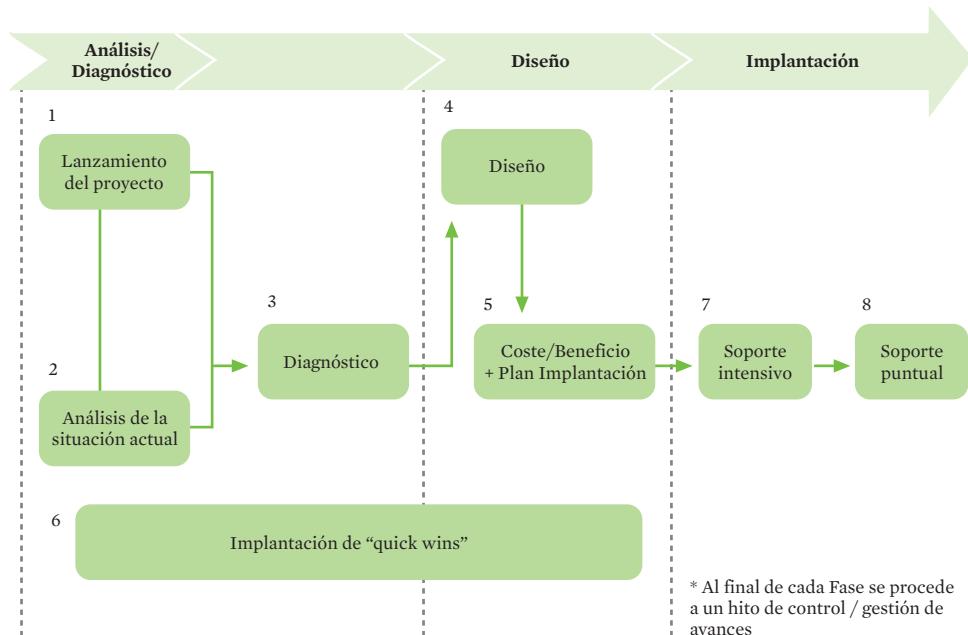
- Pastillas de caldo de Ballobar (Huesca).
- Salsas y sopas de Miajadas (Cáceres).

Los criterios para seleccionar dichas fábricas estaban relacionados con los siguientes factores:

- Los tiempos de cambio de referencia eran demasiado altos y variables. La reducción drástica de estos tiempos se consideraba clave para el éxito del LEAN en la corporación.
- La mejora de las eficiencias (OEE) de las líneas era clave para la competitividad de esas fábricas.

Como paso para el aseguramiento del éxito de una posterior implantación global de las técnicas Lean, el proyecto se planteó dos objetivos estratégicos prioritarios. El primero era conseguir resultados rápidos para que la organización tomara conciencia de las posibilidades de las técnicas Lean y poder transmitir correctamente el know-how Lean. El segundo objetivo fundamental era dar participación y protagonismo activos a los equipos internos de mejora continua.

Para llevar a cabo la implantación rápida se contó con los servicios externos de DIT Consultoría con la que se estableció el plan detallado de implantación que aparece en el gráfico 39.

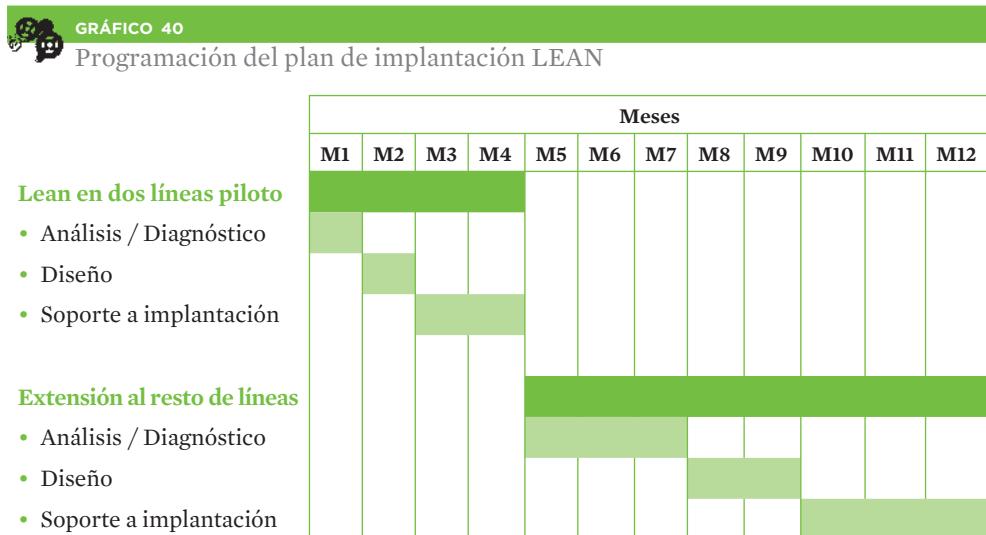

**GRÁFICO 39**  
 Plan de implantación Lean


Dicho plan estaba constituido por tres fases principales con el siguiente contenido y metodología:

- Análisis / Diagnóstico: Detección y cuantificación de las operaciones de No Valor.
- Diseño: Definición de las acciones a realizar a través de aquellas técnicas Lean que permitieran una drástica eliminación del No Valor detectado en la fase de análisis.
- Implementación: Soporte intensivo a los equipos internos de mejora para implantar rápidamente las herramientas y soporte puntual posterior para consolidar las mejoras de flexibilidad y productividad detectadas.

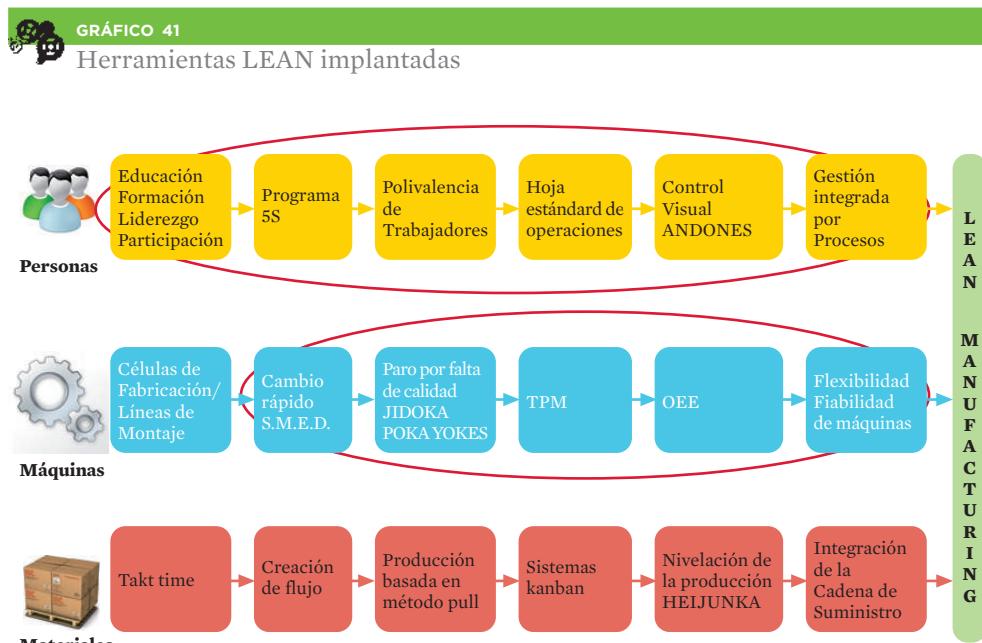
Un aspecto muy importante era la duración del proyecto puesto que se consideraba crítico poder obtener resultados rápidos en una zona concreta de la fábrica. De esta forma se conseguía demostrar la viabilidad y rentabilidad de las técnicas y contar con un modelo de buenas prácticas que pudiera ser extendido al resto de la compañía. Con este fin, las tres fases del plan se ejecutarían en un plazo máximo de 4 meses para posteriormente extenderlo al resto de las líneas. Lógicamente la clave estaba en

identificar e implantar ganancias rápidas (quick wins), es decir, acciones que con poco esfuerzo daban un resultado relativamente grande.



Se formó un Equipo Integral de Proyecto (EIP) para ambas líneas, formado con personal de Producción (un líder de equipo por línea), Mantenimiento, Ingeniería y Calidad. El EIP se reunía de manera periódica, cada dos semanas, se identificaban y definían las mejoras, se asignaban responsabilidades y se ponían fechas; todo ello se llevaba a cabo a pie de línea. Al final de la reunión se generaba un resumen que se colgaba en un panel a pie de línea.

Desde el punto de vista de las técnicas Lean a adoptar, el proyecto no puso límites a la implantación de técnicas Lean de manera que fueron planteadas diferentes técnicas que cubrían los aspectos de personal, máquinas y materiales (gráfico 41).



Las técnicas Lean que resultaron más potentes fueron: SMED, OEE, y POKA-YOKES. Los resultados obtenidos con el proyecto han sido muy positivos, de manera que las técnicas se están implantando en el resto de las factorías del grupo.

Desde el punto de vista operativo, los beneficios finales obtenidos con el proyecto han sido:

- Reducción del Coste Total Industrial (Directos, Indirectos e Inmovilizado).
- Incrementos porcentuales de OEE superiores al 10%.
- Reducción de tiempos de cambio superiores al 70%.
- Mejora drástica de flexibilidad, como consecuencia del punto anterior.
- Cumplimiento del 100% del nivel de Servicio.



# 7

## CONCLUSIONES



Esta publicación muestra aquellos aspectos más significativos del Lean Manufacturing y que son de interés, tanto para las empresas que no han iniciado su implantación como para aquellas que ya están explotando todo el potencial de esta filosofía.

La exposición conceptual ha pretendido transmitir que Lean es una filosofía o cultura de hacer bien las cosas, nacida de la observación directa de los problemas en la planta de fabricación y basada en las personas. Esta filosofía se despliega a través de la aplicación sistemática y habitual de un extenso conjunto de técnicas que han demostrado su efectividad a la hora de desechar aquellas actividades sin valor añadido cuya eliminación es clave para la competitividad de las empresas. Es importante destacar que el secreto no está en la nomenclatura de la filosofía sino en la actitud, persistente en el tiempo, de aplicar e implementar acciones de mejora continua, con el pleno apoyo de la dirección y de los empleados, adaptadas a las circunstancias específicas de cada empresa.

El Lean Manufacturing ya no es una opción a evaluar sino que se convierte en una necesidad para toda industria que quiera ser competitiva en el mercado actual. El reto está en plantearse proyectos estructurados de implantación Lean a largo plazo y no pequeñas iniciativas aisladas que sirvan para “probar” el sistema. El camino Lean es la vía que hay que seguir para lograr ese cambio necesario en las empresas de fabricación occidentales si quieren llegar a ser competitivas. La hoja de ruta propuesta pretende servir como punto de partida para que cada empresa, según sus peculiaridades, acabe diseñando su propio camino de implantación Lean.

Los resultados del estudio realizado muestran que Lean Manufacturing es conocido en España y que la mayoría de los sectores cuentan con referencias de éxito, si bien el grado de implantación es muy diverso y todavía queda mucho por hacer. Estas técnicas están más consolidadas en sectores como el de la automoción, alimentación-bebidas o farmacia pero su implantación puede realizarse en cualquier empresa, independientemente de su sector o tamaño. En el caso de las pequeñas empresas, no existe una mayor implantación porque los propietarios, o sus directivos, no tienen la formación o instrucciones claras sobre la filosofía y prácticas relacionadas con Lean Manufacturing; en ocasiones siquiera perciben que una buena gestión de los recursos humanos constituye una parte esencial del éxito.

En este sentido, a lo largo de la exposición, se ha enfatizado en el importante papel que desempeñan las personas en el despliegue del Lean. Es evidente la importancia que para este modelo comporta el compromiso de la empresa y la implicación de todo su capital humano: trabajadores, mandos intermedios, responsables de área y directivos. La dimensión humana del Lean parte de la premisa de que las personas constituyen el capital más importante de la empresa siendo, por tanto, un factor clave en el éxito del

sistema. La implicación de la alta dirección y sus acciones de motivación y comunicación resultan fundamentales. Las empresas que han alcanzado grandes éxitos en la implantación Lean se caracterizan porque sus directivos conocen y apoyan firmemente el sistema, contando con líderes de proyecto capaces de guiar grupos de mejora y que apuestan por la inversión en formación y la participación de los trabajadores.

La implantación de las técnicas Lean, y sobre todo de la cultura Lean, permite obtener unas mejoras claras en muchos aspectos esenciales de las empresas: productividad, costes, flexibilidad y participación del personal. Los resultados del estudio en este aspecto son extraordinariamente relevantes ya que más del 80% de las empresas que han adoptado el Lean manifiestan que los beneficios obtenidos han sido altos.

Las experiencias analizadas muestran claramente que la aplicación de las técnicas Lean son imprescindibles para la mejora de la tan ansiada y comentada competitividad de la industria española.



## ANEXOS



## Bibliografía

- Bounine J, Suzaki K. Producir Just in Time. Las Fuentes de la productividad japonesa. Barcelona. Masson, S.A. 1989.
- Cruelles Ruiz, José. Despilfarro cero. Marcombo 2012.
- Cuatrecasas Lluis. Claves de Lean Manufacturing. Un enfoque para la alta competitividad en un mundo globalizado. Barcelona. Gestión 2000. 2006
- Equipo de Desarrollo de Productivity Press. 5S para todos. 5 pilares de la fábrica visual. TGP Hoshin. 2001
- Fachi Fujikoshi. Despliegue del TPM. Madrid. TPG Hoshin. 2001.
- Hernandez Matías, JC. Metodología para el análisis y planificación de acciones de mejora continua en fabricación. Tesis doctoral UPM. 2001
- Hirano H. Manual para la implantación del JIT. Volúmenes I, II y III. Productivity Press. 2002.
- Hirano H. El JIT. Revolución en las fábricas. Productivity Press. 1990.
- Kobayashi I. 20claves para mejorar la fábrica. Madrid. TPG Hoshin. 2002.
- Manuel Rajadell y José Luis Sánchez. Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos. 2010.
- Michalsky W. 40 Técnicas para equipos de mejoras de fábricas y servicios. Madrid TGP Hoshin. 2004.
- Michel Greif. La fábrica visual. Productivity Press. 1991.
- Monden Y. El sistema de producción de Toyota. Madrid. Editorial CDN Ciencias de la Dirección. 1988.
- Schonberger RJ. Técnicas japonesas de fabricación. México. Limusa Noriega Editores. 1999.
- Seiichi Nakajima. TPM Programa de desarrollo. Productivity Press. 1991.
- Shigeo Shingo. Una revolución en la producción. Sistema SMED. Productivity Press. 1990.
- Shigeo Shingo. Producción sin stocks: el sistema Shingo para la mejora continua. Productivity Press. 1988.
- Shigehiro Nakamura. La nueva estandarización. Productivity Press. 1997.
- Shirose K. TPM para mandos intermedios de fábrica. Madrid. TGP Hoshin. 1994.

Sugiyama T. El libro de las mejoras. Productivity Press. 1989.

Tsuchiya S. Mantenimiento de Calidad. Madrid. TPG Hoshin. 1995.

Womack JP, Jones DT. Roos D. The machine that changed the world. New York.  
Rawson Associates. 1990.

## Glosario de términos Lean

### O Defectos

Principio por el que no se debe aceptar, producir o entregar un defecto, actuando de forma que todo defecto detectado deba resolverse inmediatamente.

### 4M

Las cuatro causas que pueden originar un problema o error en un proceso: hombre (Man), máquina, método o materiales.

### 5S

Metodología que persigue cambiar los hábitos en el puesto de trabajo para una mejor seguridad, eficiencia y motivación a partir del orden y la limpieza. Deriva de las cinco palabras japonesas Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Autodisciplina).

### 5-Porqués

Los cinco porqués es una herramienta de análisis que persigue de identificar la causa raíz de un problema. Se parte del síntoma del problema y nos preguntamos ¿por qué? sucesivamente hasta que la causa raíz se vuelve evidente. De esta forma se pretende evitar que aceptemos lo que en principio parece la causa del problema.

### A3 report (Informe A3).

El informe A3 de Toyota es una hoja tamaño DIN A3 en la que se refleja la definición del problema, situación actual, análisis de las causas, situación objetivo, seguimiento, plan de acción y resultados.

### Análisis P-Q

Ánalisis de la variedad de productos y volúmenes de producción a partir de la ordenación de las cantidades de producto de acuerdo con sus destinos (clientes). El objetivo de este tipo de análisis es organizar y priorizar productos como ayuda a la toma de

decisión de cuál es el modelo de producción más adecuado a cada caso, por ejemplo: producción tradicional con trabajadores especializados, líneas de fabricación o montaje dotadas de flexibilidad o líneas de producción JIT multiproducto.

### Andon

Dispositivo de control visual y/o auditivo que permite conocer el estado actual del sistema de producción y alerta a los equipos de trabajo sobre el surgimiento de problemas, desencadenando una reacción inmediata para la corrección de anomalías. Permite conocer con facilidad si las condiciones de funcionamiento de los equipos son o no las óptimas, informando sobre el tipo de anomalía.

### Autonomía

Característica de la máquina que provoca el efecto “Jidoka”, a través de un mecanismo que le da “el toque humano” a la máquina. La máquina será quien “esté pendiente” de la posible aparición de anomalías y provocará la parada cuando se produzca. Una “anomalía” puede ser tanto un problema de calidad, una avería inminente o una posibilidad de sobreproducción.

### Calidad total

Compromiso con la mejora de la empresa en términos de hacer las “cosas bien y a la primera”, para alcanzar la plena satisfacción del cliente, tanto interno como externo. La calidad total se logra a través de mediciones constantes y esfuerzo continuo de mejora.

### Celda

Disposición y organización de personal, máquinas, materiales a través de la cual las piezas son procesadas en un flujo continuo. Normalmente tienen forma de “U”, permitiendo el flujo de una sola pieza y la asignación de personal de forma flexible mediante el concepto de polivalencia.

### Círculo de Calidad

Grupo de estudio de mejora de calidad compuesto de un número pequeño de empleados. El equipo de círculo de calidad efectúa las actividades de mejora de forma voluntaria dentro de su área de trabajo.

### Condiciones operativas

Condiciones que permiten trabajar a plena capacidad.

### Control Estadístico de Calidad

Uso de métodos estadísticos para identificar anomalías en los elementos del proceso de fabricación y corregir las causas para asegurar que estén dentro de un nivel aceptado de calidad.

### Control visual

Herramienta del Lean Manufacturing que hace evidente las desviaciones del estándar. A través de información visual como paneles, gráficos, esquemas o instrucciones se hacen visibles los despilfarros, dando a conocer el estándar vigente en cada momento y facilitando la supervisión del cumplimiento del estándar.

### Defecto

Producto que se desvía de las especificaciones o no satisface las expectativas del cliente, incluyendo los aspectos relativos a seguridad.

### Despliegue de función de calidad (QFD)

Un procedimiento visual de toma de decisiones que desarrolla una forma de entender las necesidades del cliente para traducirlas en especificaciones de ingeniería del producto. La herramienta típica del QFD se acostumbra a denominar la casa de calidad que utiliza un método gráfico que ayuda a definir la relación existente entre los deseos del cliente y el producto (o servicio).

### Despilfarro

Actividades que consumen tiempo, recursos y espacio, pero no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente. En japonés, muda.

### Diagrama de Espagueti

Un mapa o diagrama de ruta de un producto específico mientras viaja dentro de flujo de valor de una operación o proceso a otro.

### Equilibrado de líneas

Técnica cuyo objetivo es asignar todas las tareas a una serie de estaciones de trabajo, para minimizar su número y en la que cada actividad se asigna sólo a una estación.

### Entrega secuencial (Milk run)

Programación de la ruta de entrega de tal forma que permita la recolección y entrega de mercancías en múltiples ubicaciones en un solo viaje, opuesta a viajes individuales y separados para cada ubicación.

### Espera

Es uno de los “Tipos de Desperdicio”. El tiempo que los empleados consumen “esperando”, ya sea por falta de material o máquinas/procesos desequilibrados.

### Familia de Productos

Son productos que comparten pasos similares de proceso en equipos comunes y tienen aproximadamente la misma carga de trabajo. No necesariamente son productos que se vendan a un cliente en específico.

### FIFO (First In First Out)

Lo primero que entra es lo primero que sale.

### Flujo Continuo

Es el sistema de “mover uno, producir uno”. En su forma ideal las unidades de material avanzan progresivamente de operación en operación, adquiriendo valor sin esperas ni defectos.

### Flujo de Valor

Las actividades específicas requeridas para diseñar, ordenar y proveer un producto determinado, desde el concepto hasta el lanzamiento, desde la orden de compra a su entrega y desde la materia prima hasta su entrega al cliente.

### Gemba

Palabra japonesa que significa “lugar real”, el lugar en donde la acción real pasa. Desde un punto de vista amplio “gemba” es donde se realizan las actividades de desarrollo, producción o venta del producto.

### Genchi genbutsu

Suele traducirse en inglés por “go and see”, es decir, acude al lugar donde ocurren las cosas y observa por ti mismo para poder comprenderla. El TPS y el Lean Manufacturing abogan por manejar datos reales.

### GMAO

Programa informático de gestión de mantenimiento asistido por ordenador.

### Heijunka

Palabra japonesa que quiere decir “nivelación”. Es una metodología que sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un día o

turno de trabajo. El sistema Heijunka no varía la producción según la demanda del cliente, sino que se basa en ella para ajustar los volúmenes y secuencias de productos a fabricar para conseguir una producción que evite los despilfarros.

### Hoshin

En japonés, hoshin significa brújula. Es el conjunto de actividades que tienen como objetivo la eliminación sistemática del despilfarro y todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido al producto.

### Hoshin Kanri

Una herramienta para la toma de decisiones para el equipo de ejecutivos de la empresa que enfoca recursos en las iniciativas críticas necesarias para lograr los objetivos del negocio. Usando una matriz visual, se seleccionan de 3 a 5 objetivos claves y se traducen en proyectos específicos y son desplegados a niveles inferiores para su implementación.

### Inventario

Es uno de los “Siete Tipos de Desperdicio”. El Inventario ya sea en materia prima, trabajo en proceso o producto terminado incrementa el capital en circulación, genera riesgos de obsolescencia y oculta problemas de calidad hasta que ya es muy tarde para corregirlos.

### Ishikawa

Kaoru Ishikawa fue un ingeniero japonés que destacó entre otras cosas por la creación de los “Círculos de Calidad” y el “Diagrama causa-efecto” que lleva su nombre. Por tanto nos referimos a lo mismo al hablar de los diagramas de Ishikawa, causa-efecto o espina de pescado. Las técnicas sirven para obtener una visión global de las posibles causas de un problema.

### Jidoka

Palabra japonesa que en el entorno del TPS (Toyota Manufacturing System) se viene traduciendo como “automatización con un toque humano”. Es por tanto un automatismo con capacidad para reaccionar, generalmente parando la instalación ante la aparición de un defecto. También es el nombre del sistema de control autónomo de defectos, basado en que un operario puede parar la máquina o línea si algo va mal, lo que implica otorgar la responsabilidad a cada operario para aquello que realiza en su entorno de trabajo.

### Just in Time

Consiste en producir los artículos necesarios en el momento preciso y en las cantidades debidas para satisfacer la demanda, combinando simultáneamente flexibilidad, calidad y coste.

### Kaizen

Significa “cambio para mejorar”, de manera que no se trata solamente de un programa de reducción de costes, sino que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, lo que se conoce comúnmente como “mejora continua”.

### Kaikaku

Kaikaku es una palabra japonesa que significa innovación o reforma radical. La mejora continua debe llevarse adelante mediante una combinación de pequeños pasos de mejora (kaizen) e innovaciones (kaikaku).

### Kanban

Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas o señales, que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizando todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica y éstos, a su vez, con la línea de montaje final.

### Kanban de producción

El kanban de producción se mueve dentro del mismo puesto de trabajo y funciona como orden de fabricación.

### Kanban de transporte

El kanban de transporte es una señal mediante la cual se lanza una orden de transporte.

### KPI

Key Performance Indicator (Indicador Clave de Comportamiento). Métricas que permiten el seguimiento de los progresos de la mejora continua en las empresas.

### Layout

Es la distribución en planta, es decir, la forma en que están dispuestos dentro de la fábrica los recursos productivos.



### Mantenimiento autónomo

Es un sistema de mantenimiento que define las tareas que realizan los operarios de producción y que, en general, son: limpieza, lubricación y chequeo (apriete tornillos).

### Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es la reducción del número de paradas como consecuencia de averías imprevistas. En su planteamiento tradicional, el mantenimiento preventivo se basa en paradas programadas para realizar una inspección detallada que evite fallos posteriores.

### Mantenimiento Productivo Total (TPM)

TPM tiene como objetivo la maximización de la efectividad del equipo a través de formación de pequeños equipos y actividades autónomas al involucrar a todos en todos los departamentos y de todos los niveles. TPM incluye actividades como sistema de mantenimiento, educación básica en orden y limpieza, habilidades de solución de problemas y actividades para lograr cero paros y lugar de trabajo libre de accidente.

### Matriz de autocalidad

Indicador gráfico que expone la frecuencia en que se producen los defectos y el lugar donde se detectan.

### MES (Manufacturing Execution System)

Sistema informático que integra los datos de producción a partir de la conexión directa con dispositivos y maquinas o entrada directa de datos por el operario. Dentro de la jerarquía de informatización de la fábrica se sitúa por debajo de los sistemas de planificación ERP permitiendo una gestión avanzada de los resultados de las órdenes de producción.

### MIX

Reparto porcentual de las diferentes familias o modelos de productos para una demanda típica en un periodo de tiempo determinado.

### Movimiento

Es uno de los “Tipos de Desperdicio”. Los movimientos realizados por la persona al hacer el trabajo, deben ser analizados para evitar esfuerzos innecesarios, pérdidas de tiempo y/o condiciones inseguras.

### Muda (Desperdicio)

Palabra japonesa que significa “Desperdicio”. Una actividad que consume recursos pero no genera valor.

### Efectividad Global del Equipo (OEE.)

Indicador de la Eficiencia Global de Equipos (Overall Equipment Efficiency), que engloba todas las pérdidas que puede tener un equipo y permite priorizar las acciones de mejora. OEE se obtiene multiplicando los coeficientes de disponibilidad, eficiencia y calidad.

### Operaciones externas

En el contexto SMED, representan aquellas operaciones que se realizan con la máquina en marcha.

### Operaciones internas

En el contexto SMED, representan aquellas operaciones que se realizan con la máquina parada.

### Parada menor

Se produce una parada menor cuando la producción se interrumpe como consecuencia de una anomalía temporal o cuando una máquina está inactiva.

### Pérdidas por balanceo

Son las que se producen cuando hay uno o varios procesos que consumen más tiempo que el resto, generando un tiempo ocioso en todos los demás.

### Planeación de requerimiento de materiales (MRP)

Un sistema computarizado para determinar la cantidad y el tiempo requerido para la entrega y producción de artículos. Usando MRP para la programación y secuenciación resulta en una producción tipo empuje (push), porque cualquier secuencia predeterminada es solamente un estimado de lo que el siguiente proceso puede requerir.

### Planeación de recursos de fabricación (MRP II)

Expansión del MRP para incluir planeación de la capacidad, un interfase financiero para traducir planeación de las operaciones en términos financieros y una herramienta de simulación para evaluar diferentes escenarios de producción.



### Proceso marcapaso

Cualquier proceso en la cadena de valor que establezca el ritmo por todo el flujo. El proceso marcapaso no debe ser confundido con el proceso de cuello de botella. El proceso marcapaso es usualmente cerca del extremo final (cliente) de la cadena de valor- típicamente la celda de ensamble.

### Pitch (Intervalo)

Es el tiempo- basado al Takt- requerido para que un proceso subsecuente entregue un contenedor de cierta cantidad predeterminada al proceso subsecuente. Pitch es calculado según el tamaño del contenedor que se embarca al cliente. Tiempo Pitch = Tiempo Takt x tamaño del contenedor

### Poka - Yoke

Dispositivos “a prueba de error” diseñados para prevenir la producción de defectos en la realización de un servicio o fabricación de un producto por medio de la detección y/o bloqueo de las condiciones de error que posteriormente generan el defecto.

### Polivalencia de los operarios

Capacidad que adquieren para trabajar en varios puestos o con varias técnicas diferentes.

### Preparación

La preparación de máquinas y equipos comprende las operaciones de cambio y montaje que deben hacerse antes de empezar un trabajo.

### Preparación interna

Toda aquella operación de preparación que se realiza con la máquina parada.

### Preparación externa

Toda aquella operación de preparación que se realiza con la máquina en marcha.

### Producción nivelada

Es una metodología que consiste en fabricar, de forma equilibrada, todas las referencias en cada una de las estaciones de trabajo de la fábrica nivelando las cargas.

### PULL (Tirar)

Concepto en el cual nada es producido por las operaciones iniciales hasta que una señal (kanban) de requerimiento es enviada desde las operaciones finales en base al consumo.

### Seiketsu

Estandarizar la forma de trabajar.

### Seiri

Eliminar o erradicar lo innecesario para el trabajo.

### Seiso

Limpiar e inspeccionar el área o entorno de trabajo.

### Seiton

Ordenar bajo el lema “cada cosa en su lugar; un lugar para cada cosa”.

### Shitsuke

Disciplina, forjar el hábito de comprometerse.

### Shojinka

Optimización continua del número de operarios en un centro de trabajo para cubrir el tipo y volumen de la demanda requerida. Shojinka se basa en operadores entrenados en múltiples disciplinas, un layout (tipo U o circular) que soporte el número variable de trabajadores y la capacidad para variar los procesos de fabricación para ajustarse al perfil de la demanda.

### Sistema de Producción Toyota (TPS)

Sistema de Producción nacido en la empresa de automoción japonesa Toyota.

### Six Sigma

Es una metodología para la mejora continua en la gestión industrial y de negocios que facilita métodos y técnicas estadísticas para que esta se produzca. Seis Sigma significa: seis veces la desviación estándar de un proceso (la sigma). Un proceso con variabilidad Seis Sigma dentro de límites tendrá 3,4 defectos por millón de oportunidades.

### Sigeo Shingo

Ingeniero Japonés considerado uno de los creadores del sistema de producción Toyota junto con Taiichi Ohno. Creador de metodologías como SMED o inspección en el origen.

### Sobreproducción

Es uno de los “Tipos de Desperdicio”. Existen dos tipos de sobreproducción: cuantitativa, hacer más producto del que se necesita, y temprana, hacer producto antes de que se necesita.

### SMED

Siglas que corresponden a Single Minute Exchange of Die o cambio rápido de herramienta. Se trata de una metodología de mejora, cuyo objetivo es disminuir el tiempo de preparación o set up.

### Taiichi Ohno

Ingeniero Japonés considerado el padre del Sistema de Producción Toyota o Justo a Tiempo (Just in Time).

### Takt time

Indica el “ritmo” o “paso” al que se debe producir para estar en sincronía con la demanda del producto. Es el resultado de dividir el tiempo disponible para producción entre la demanda del cliente en ese período de tiempo.

### Tarjeta roja

Distintivo en forma de tarjeta de color rojo que se utiliza para señalar los objetos susceptibles de ser eliminados por obsolescencia o desuso.

### Tiempo de paso

Es el producto del takt time (definido por la demanda de los clientes) por la cantidad conjunta (definida por la empresa).

### Tiempo de ciclo

Tiempo requerido para completar un ciclo de una operación. En la filosofía Lean, se busca igualar al “takt time” para poder tener “flujo de una sola pieza”.

### Tiempo de proceso

Es el tiempo que un producto está siendo realmente procesado a través de su cadena de valor.

### Tiempo de respuesta

Es el tiempo total que un cliente tiene que esperar para recibir un producto desde el momento que cursó la orden de compra.

### Tiempo de ciclo

Es el tiempo que transcurre desde el inicio hasta el final de una operación. En otras palabras, es el tiempo necesario para completar las operaciones sobre un producto en cada estación de trabajo.

### Tiempo de ciclo total

Es la suma de todos los tiempos de ciclo de las operaciones individuales de un proceso.

### Tiempo de preparación

Es la suma del tiempo de preparación interno y el tiempo de preparación externo.

### TPM

Conjunto de técnicas orientadas a realizar un mantenimiento preventivo de los equipos, por parte de todos los empleados, para minimizar los tiempos de parada por avería.

### Trabajo estándar

Una descripción precisa de cada actividad de trabajo, incluyendo tiempo de ciclo y takt time, la secuencia de cada actividad y la cantidad mínima de inventario de piezas a la mano para realizar la operación. Es considerada una actividad fundamental para el desarrollo de la fabricación esbelta.

### Transporte de material

Es uno de los “Tipos de Desperdicio”. El movimiento innecesario de las partes durante el proceso de producción es un desperdicio y puede incluso llegar a dañar las partes, con lo que se genera perdida de material.

### Valor añadido

Es una actividad que transforma la materia prima o información para satisfacer las necesidades del cliente.

### VSM Value Stream Mapping (Análisis de la Cadena de Valor)

Herramienta gráfica de análisis de los procesos de cualquier organización. El flujo del valor y el flujo de información se plasman visualmente en un mapa, haciendo evidente la correlación entre ambos. Los símbolos utilizados son simples y constituyen un lenguaje común para interpretar con facilidad cuáles son las operaciones, sus características, los transportes y la transferencia de información.

## Empresas de servicios y formación Lean

DIT Consultoria	<a href="http://www.ditconsultoria.com">http://www.ditconsultoria.com</a>
CDI Lean Manufacturing	<a href="http://www.cdiconsultoria.es">http://www.cdiconsultoria.es</a>
ICE Consultores	<a href="http://www.ice-consultants.com">http://www.ice-consultants.com</a>
Systeplant	<a href="http://www.sisteplant.com">http://www.sisteplant.com</a>
LeanSis	<a href="http://www.leansisproductividad.com">http://www.leansisproductividad.com</a>
Zadecon	<a href="http://www.zadecon.es">http://www.zadecon.es</a>
Lean Manufacturing Consulting	<a href="http://www.leanmco.com/equipo">http://www.leanmco.com/equipo</a>
Consultoria Práctica	<a href="http://www.consultoria-practica.com">http://www.consultoria-practica.com</a>
BOM Consulting	<a href="http://www.bomconsulting.net">http://www.bomconsulting.net</a>
IMP Consultores	<a href="http://www.impconsultores.com">http://www.impconsultores.com</a>
Renault Consulting	<a href="http://www.renault-consulting.es">http://www.renault-consulting.es</a>
Improven	<a href="http://www.improven.com">http://www.improven.com</a>
Prodintec	<a href="http://www.prodintec.es">http://www.prodintec.es</a>
Caletec	<a href="http://www.caletec.com">http://www.caletec.com</a>
Harmonysitting	<a href="http://www.harmonysitting.com">http://www.harmonysitting.com</a>
Grupo Galgano	<a href="http://www.leanmanufacturing.es">http://www.leanmanufacturing.es</a>
Soltec	<a href="http://www.soltecingenieros.com">http://www.soltecingenieros.com</a>
Ifedes	<a href="http://www.grupoifedes.com">http://www.grupoifedes.com</a>
Lean-Sigma Consultores	<a href="http://www.lean-sigma.es">http://www.lean-sigma.es</a>
Anbor	<a href="http://anbor.com">http://anbor.com</a>
Iniciativas empresariales	<a href="http://www.iniciativasempresariales.com">http://www.iniciativasempresariales.com</a>
Instituto Kaizen	<a href="http://es.kaizen.com">http://es.kaizen.com</a>
Lean Institute	<a href="http://www.leaninstitute.com">http://www.leaninstitute.com</a>
Itemsa	<a href="http://www.grupoitemsa.com">http://www.grupoitemsa.com</a>



## RELACIÓN DE TABLAS Y GRÁFICOS



## Relación de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Origen y evolución de los principios Lean .....	14
<b>Tabla 2.</b>	Lista de técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos .....	17
<b>Tabla 3.</b>	Excelencia en las operaciones: La mejora continua .....	29
<b>Tabla 4.</b>	Listas de chequeo para identificar oportunidades de mejora .....	30
<b>Tabla 5.</b>	Ejemplo de aplicación SMED en Prensas .....	45
<b>Tabla 6.</b>	Ejemplo de estandarización LEAN .....	47
<b>Tabla 7.</b>	Perdidas en equipos .....	48
<b>Tabla 8.</b>	Ejemplos de Control Visual .....	53
<b>Tabla 9.</b>	Las 10 Etapas de la autonomación (Jidoka) .....	57
<b>Tabla 10.</b>	Despliegue de técnicas JIT/Lean en cinco niveles .....	87
<b>Tabla 11.</b>	Ejemplos de indicadores de medición para analizar evolución Lean .....	96
<b>Tabla 12.</b>	Equipos Lean .....	104
<b>Tabla 13.</b>	Cuadro orientativo de necesidades de formación .....	109

## Relación de gráficos

Gráfico 1.	Beneficios de la implantación Lean .....	11
Gráfico 2.	Adaptación actualizada de la Casa Toyota .....	18
Gráfico 3.	Que son las 5S .....	37
Gráfico 4.	Ejemplo de tarjeta roja para identificación de elementos inútiles .....	38
Gráfico 5.	Resumen de la técnica 5S .....	41
Gráfico 6.	Esquema de los componentes del OEE .....	51
Gráfico 7.	Matriz de autocalidad .....	60
Gráfico 8.	Ciclo PDCA .....	61
Gráfico 9.	Nivelación del mix de producción .....	74
Gráfico 10.	Esquema del sistema Kanban .....	76
Gráfico 11.	Ejemplo de tarjeta Kanban .....	76
Gráfico 12.	Metodología propuesta .....	82
Gráfico 13.	Ejemplos de símbolos VSM .....	90
Gráfico 14.	Ejemplo de mapa de flujo valor .....	93
Gráfico 15.	Áreas funcionales en una integración ERP-MES .....	98
Gráfico 16.	Cuadro de indicadores Lean informatizado .....	98
Gráfico 17.	Distribución sectorial de la encuesta .....	113
Gráfico 18.	Número aproximado de empleados en España .....	114
Gráfico 19.	Grado de internacionalización global .....	115
Gráfico 20.	Grado de internacionalización por sectores .....	115
Gráfico 21.	Resultados obtenidos con la implantación Lean .....	116
Gráfico 22.	Beneficio/coste según técnicas Lean implantadas en empresas .....	117
Gráfico 23.	Grado de interés en las técnicas por parte de empresas sin experiencia Lean .....	119
Gráfico 24.	Grado de implantación de técnicas Lean .....	120

<b>Gráfico 25.</b>	Interés en Lean por empresas sin experiencia Lean.....	121
<b>Gráfico 26.</b>	Factores de éxito en la implantación Lean .....	122
<b>Gráfico 27.</b>	Utilización de servicios externos.....	123
<b>Gráfico 28.</b>	Satisfacción con los servicios externos.....	123
<b>Gráfico 29.</b>	Obstáculos en las implantaciones Lean .....	124
<b>Gráfico 30.</b>	Razones para no implantar Lean .....	125
<b>Gráfico 31.</b>	Formación Lean .....	126
<b>Gráfico 32.</b>	Influencia Lean en los aspectos de personal.....	127
<b>Gráfico 33.</b>	Sistemas de participación del personal mas usados .....	128
<b>Gráfico 34.</b>	Éxito de las acciones de participación del personal.....	128
<b>Gráfico 35.</b>	Ideas generales sobre Lean en España .....	129
<b>Gráfico 36.</b>	Ejemplo de sesión del grupo de trabajo. Tormenta de ideas ..	143
<b>Gráfico 37.</b>	Gráfico OEE .....	144
<b>Gráfico 38.</b>	Análisis detallado de pérdidas .....	144
<b>Gráfico 39.</b>	Plan de implantación Lean .....	147
<b>Gráfico 40.</b>	Programación del plan de implantación LEAN.....	148
<b>Gráfico 41.</b>	Herramientas LEAN implantadas .....	149



# Lean manufacturing

Conceptos, técnicas  
e implantación



[medio ambiente  
industria y energía]

[www.eoi.es](http://www.eoi.es)

Esta publicación recopila y analiza los aspectos más significativos del Lean Manufacturing, una nueva cultura de fabricación clave en la mejora de la productividad y competitividad empresarial.

El libro se dirige tanto a empresas que desconocen el sistema como a usuarias del mismo, profundizando en los aspectos esenciales de su implantación. Asimismo se desglosan las conclusiones de un estudio realizado entre 202 profesionales de empresas industriales y se presentan tres casos de éxito empresarial de aplicación de las técnicas Lean.



con la cofinanciación de



"El FSE invierte en tu futuro"