



TRABAJO FIN DE GRADO
INGENIERÍA DE LA ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

**PROYECTO DE AUMENTO DE
PRODUCTIVIDAD DESDE UNA
PERSPECTIVA LEAN EN UNA EMPRESA
DEL SECTOR DE LAS ARTES GRÁFICAS
(Hofmann S.L.U.)**

AUTOR: IGNACIO SAL SILLA

TUTOR: JOSE P. GARCÍA SABATER

1	Introducción	8
1.1	Objeto del trabajo.	8
1.2	Antecedentes.	8
1.3	Estructura del Documento	8
2	Descripción del Entorno del Problema.....	10
2.1	Introducción.	10
2.2	Una aproximación a la empresa.....	10
2.2.1	Organigrama.....	11
2.2.2	Productos	12
2.2.3	Procesos	13
2.2.4	Clientes.....	16
2.2.5	Proveedores	16
2.3	Objeto del Problema	17
2.4	Procesos asociados al problema.	18
2.5	Estructura organizativa afectada.	20
2.6	Conclusiones.....	20
3	Antecedentes teóricos	22
3.1	Introducción	22
3.2	Lean Manufacturing.....	22
3.2.1	Definición	22
3.2.2	Origen del Lean	22
3.2.3	Los 7 desperdicios.	23
3.2.4	Herramientas Lean	29
3.3	Otras herramientas:	34
3.3.1	5 porqués.....	34
3.3.2	Herramientas de decisión multicriterio	35
3.4	Conclusiones.....	37
4	Descripción del Problema	38
4.1	Introducción	38
4.2	Observaciones	38
4.3	Causa raíz	64

4.4	Conclusiones.....	66
5	Definición y Selección de Alternativas	68
5.1	Introducción	68
5.2	Generación de alternativas.....	68
5.2.1	Metodología	68
5.2.2	Resultados	69
5.3	Elección de la mejor alternativa.....	71
5.3.1	AHP para el cambio de layout	72
5.3.2	Diagrama PACE para tecnología de corte/ enrollado.....	78
5.4	Priorización de mejoras:.....	78
5.5	Conclusiones.....	80
6	Diseño Detallado	81
6.1	Introducción	81
6.2	Contenido.....	81
6.2.1	Optimización del uso del sustrato.....	82
6.2.2	Cambio de layout.	84
6.2.3	SMED en los plotters.	86
6.2.4	Copia del mecanismo de enrollado de la VSP	98
6.2.5	Puesta en marcha del procedimiento estándar de entrega de bobinas sin embalaje 99	
6.2.6	Instalación de dos puestos de lectura.....	100
6.3	Conclusiones.....	101
7	Plan de Implantación.....	104
7.1	Introducción.	104
7.2	Tareas.....	105
7.3	Diagrama de Gantt de las fases de implantación.....	112
8	Presupuesto	113
8.1	Consideraciones previas.....	113
8.2	Presupuestos parciales.....	113
8.2.1	Mano de obra.....	113
8.2.2	Materiales.	114

8.3	Presupuesto de los subproyectos	115
8.4	Presupuesto general	115
9	Conclusiones.....	116
10	Bibliografía	117

Listado de tablas:

Tabla 1: Reparto de mermas por motivos en la zona de los lienzos. Fuente: Autor corporativo (2016).	20
Tabla 2. Valores OEE. Fuente: http://tpmpro.com/DOCUMENTOS/oee.pdf (2014)	31
Tabla 3: Escala de preferencias AHP. Fuente: (Osorio 2008)	36
Tabla 4: Plan de acción del taller 5S llevado a cabo en la zona de los lienzos. Fuente: Autor corporativo (2017)	40
Tabla 5: Incidencia detectada durante el taller 5S: Incómodo cargar sustrato en las máquinas. Fuente: Elaboración propia	42
Tabla 6: Incidencia detectada durante el taller 5S: Pérdida de tiempo en el paso del eje de la impresora al canuto con los topes de la cortadora. Fuente: Elaboración propia.	45
Tabla 7: Incidencia detectada durante el taller 5S: Paso incómodo de las impresoras a las cortadoras. Fuente: Elaboración propia.....	48
Tabla 8: Incidencia detectada durante el taller 5S: No se puede trabajar de forma automática en las cortadoras. Fuente: Elaboración propia.	51
Tabla 9: Incidencia detectada durante el taller 5S: Tiempo de espera en fast frame y cortadora. Fuente: Elaboración propia.	54
Tabla 10: Incidencia detectada durante el taller 5S: Se generan muchas mermas en las Fast Frames. Fuente: Elaboración propia.	56
Tabla 11: Incidencia detectada durante el taller 5S: Se pierde mucho tiempo en desplazamiento de operarios a lanzar a repetir los trabajos. Fuente: Elaboración propia.....	59
Tabla 12: Incidencia detectada durante el taller 5S: Se acumulan lienzos en los puestos de lectura. Fuente: Fuente: Elaboración propia.	61
Tabla 13: Aplicación de la metodología de los 5 Porqués para las incidencias encontradas en la zona de los lienzos. Fuente: Elaboración propia.	64
Tabla 14: Fase 1 AHP. Comparación de preferencias entre alternativas según el criterio de inversión. Fuente: Elaboración propia.	74
Tabla 15: Fase 1 AHP. Comparación de preferencias entre alternativas según el criterio de autoridad. Fuente: Elaboración propia.	75
Tabla 16: Fase 1 AHP. Comparación de preferencias entre alternativas según el criterio de efectividad. Fuente: Elaboración propia.	76
Tabla 17: Fase 2 AHP. Comparación de preferencia entre los propios criterios. Fuente: Elaboración propia.	77
Tabla 18: Fase 3 AHP. Obtención de la mejor alternativa. Fuente: Elaboración propia.	77
Tabla 19: Datos generales de producción en la zona de los lienzos. Fuente: Elaboración propia.	82
Tabla 20: Muestra mejora con la optimización de los tamaños de lote. Fuente: Elaboración propia.	84
Tabla 21: Muestra mejora con el cambio de layout. Fuente: Elaboración propia.	86
Tabla 22: Tiempos parada de máquina en los plotters. Fuente: Elaboración propia.	87
Tabla 23: OEE plotters antes de la metodología SMED. Fuente: Elaboración propia.....	88

Tabla 24: Tiempos de operaciones llevadas a cabo en los plotters. Fuente: Elaboración propia.	88
Tabla 25: Fase 1º de la metodología SMED para la operación de la carga del sustrato. Fuente: Elaboración propia.	89
Tabla 26 Fase 1º de la metodología SMED para la operación de la descarga del sustrato. Fuente: Elaboración propia.	90
Tabla 27 Fase 2º de la metodología SMED para la operación de la carga del sustrato. Fuente: Elaboración propia.	90
Tabla 28 Fase 2º de la metodología SMED para la operación de la descarga del sustrato. Fuente: Elaboración propia.	91
Tabla 29: Fase 3º de la metodología SMED para la operación de la carga del sustrato. Fuente: Elaboración propia.	93
Tabla 30: Fase 3º de la metodología SMED para la operación de la descarga del sustrato. Fuente: Elaboración propia.	95
Tabla 31: Muestra del aumento de la disponibilidad tras aplicación de la metodología SMED. Fuente: Elaboración propia.	96
Tabla 32: OEE tras aplicación de la metodología SMED. Fuente: Elaboración propia.	96
Tabla 33: Muestra mejora el SMED en los plotters. Fuente: Elaboración propia.	97
Tabla 34: Aumento de horas de máquina productiva. Fuente: Elaboración propia.	97
Tabla 35: Ahorro en nuevo plotter gracias al aumento de tiempo disponible de los plotters. Fuente: Elaboración propia.	98
Tabla 36: Ahorro esperado tras realizar la copia del mecanismo de enrollado. Fuente: Elaboración propia.	98
Tabla 37: Ahorro esperado con la puesta en marcha del procedimiento estándar de entrega de bobinas sin embalaje. Fuente: Elaboración propia.	100
Tabla 38: Ahorro estimado con la instalación de dos puestos de lectura. Fuente: Elaboración propia.	101
Tabla 39: Ahorro estimado para los diferentes subproyectos. Fuente: Elaboración propia.	102
Tabla 40: Muestra de ahorro en costes directos de producción al llevar a cabo el proyecto. Fuente: Elaboración propia.	103
Tabla 41: Descripción de las tareas a desarrollar para llevar a cabo el proyecto de mejora de productividad. Fuente: Elaboración propia.	105
Tabla 42: Especificación de inicio y fin de los subproyectos y duración de los mismos. Fuente: Elaboración propia.	112
Tabla 43 Carga de trabajo y coste de los recursos humanos implicados en el proyecto. Fuente: Autor corporativo (2017).	114
Tabla 44: Coste de los recursos materiales utilizados en el proyecto. Fuente: Autor corporativo (2017).	114
Tabla 45: Coste de los diferentes subproyectos que conforman el proyecto de mejora de productividad. Fuente: Elaboración propia.	115
Tabla 46 Resumen del presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración propia.	115

Listado de figuras:

Figura 1: Organigrama producción de la empresa Hofmann S.L.U. Fuente: Autor corporativo (2016).	11
Figura 2: Esquema referencias producidas por Hofmann S.L.U. en su planta de paterna. Fuente: Elaboración propia.	12
Figura 3: Símbolos utilizados en diagramas de procesos. Fuente: Elaboración propia.	13
Figura 4: Diagrama de procesos de producción de un álbum. Fuente: Elaboración propia.	14
Figura 5: Diagrama de procesos de producción de una taza. Fuente: Elaboración propia.	14
Figura 6: Diagrama de procesos de producción de un lienzo. Fuente: Elaboración propia.	15
Figura 7: Diagrama de procesos de producción de un cojín. Fuente: Elaboración propia.	15
Figura 8: Diagrama de procesos de producción de un póster o un revelado de fotografías. Fuente: Elaboración propia.	16
Figura 9: Los 7 desperdicios del Lean manufacturing. Fuente: Autor corporativo (2016).	24
Figura 10: Etapas de la implantación de la metodología 5 S. Fuente: Autor corporativo (2016).	29
Figura 11: Fases desarrollo metodología SMED. Fuente: (Shingo 1990)	33
Figura 12: Modelo de diagrama PACE. Fuente: (Alzola 2015)	35
Figura 13: Estándar de instrucciones de montaje de la casa LEGO para la caja con las 5S aplicadas. Fuente: Elaboración propia.	39
Figura 14 Operario muestra la incomodidad para cargar el sustrato en las máquinas. Fuente: Elaboración propia	42
Figura 15: Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº1: palet de bobinas e impresoras. Fuente: Elaboración propia.	43
Figura 16: Operario muestra el proceso del paso del eje de la impresora al canuto con topes hacia la cortadora. Fuente: Elaboración propia.	45
Figura 17: Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº2: fotobas e impresoras. Fuente: Elaboración propia.	46
Figura 18: Operario muestra el proceso del paso incómodo de las impresoras a las cortadoras. Fuente: Elaboración propia.	48
Figura 19 Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº3 en el paso de las impresoras a las fotobas. Fuente: Elaboración propia.	49
Figura 20: Operario muestra el proceso de la cortadora. Fuente: Elaboración propia.	51
Figura 21: Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº4: fotobas y cortadoras de puntas. Fuente: Elaboración propia.	52
Figura 22 Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº5: fotobas y Fast Frames. Fuente: Elaboración propia.	54
Figura 23: Operario debe realizar regrapados por el mal funcionamiento de las Fast Frame. Fuente: Elaboración propia.	56
Figura 24: Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº6 : Fast Frame. Fuente: Elaboración propia.	57
Figura 25: Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº7 : fotobas y Fast Frame. Fuente: Elaboración propia.	59

Figura 26: Operario muestra la acumulación de lienzos en su puesto de lectura. Fuente: Elaboración propia.	61
Figura 27: Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº8 : puestos de lectura. Fuente: Elaboración propia.	62
Figura 28. Muestra de mezcla de diferentes tamaños en la misma fila de impresión y corte provocando reprocesados. Fuente: Elaboración propia.	70
Figura 29. Muestra de reprocesado en la operación de corte por mezcla de diferentes tamaños. Fuente: Elaboración propia.	70
Figura 30: Vista en planta de la posible organización del taller de flujo de fabricación de lienzos sin restricciones de espacio. Fuente: Autor corporativo (2017).	72
Figura 31: Vista en planta del piso superior de la fábrica de Hofmann mostrando la zona desocupada donde ubicar el diseño de la figura 31. Fuente: Autor corporativo (2017).	73
Figura 32 Diagrama Pace para tecnología de corte/ enrollado. Fuente: elaboración propia.	78
Figura 33: Diagrama PACE para priorización de mejoras. Fuente: Elaboración propia.	79
Figura 34: Vista en planta del taller de flujo de los lienzos destacando la zona de las impresoras y las cortadoras. Fuente: Autor corporativo.	84
Figura 35: Vista en planta del cambio de layout de los plotters y las fotobas. Fuente: Autor corporativo (2017).	85
Figura 36: Muestra de los tiempos no disponibles de los plotters a lo largo de un turno por diferentes motivos. Fuente: elaboración propia.	87
Figura 37: Muestra del cambio de proceso en la operación de descarga del sustrato en las impresoras. Fuente: Elaboración propia.	94
Figura 38: Muestra de un prototipo de procedimiento estándar que servirá como modelo para generar el procedimiento de entrega de bobinas sin embalaje. Fuente: Autor corporativo (2017).	99
Figura 39: Vista en planta de la ubicación del nuevo puesto de lectura en la zona de montaje. Fuente: Autor corporativo (2017)	101
Figura 40 Diagrama de Gant de las fases de implantación del proyecto. Fuente: Elaboración propia.	112

1 Introducción

1.1 Objeto del trabajo.

El trabajo trata sobre una reducción de costes en el taller de flujo de fabricación de lienzos personalizados por el cliente en la planta de Paterna de Hofmann S.L.U. Este proyecto tiene gran importancia puesto que puede marcar de forma significativa el aumento de volúmenes productivos para la propia planta.

Desde un enfoque Lean se escucharán las opiniones de los propios operarios de la zona en todo momento puesto que son los que más saben de los procesos y los que deben liderar la mejora de los mismos utilizando algunas herramientas Lean y gestionados desde un punto de vista ingenieril.

1.2 Antecedentes.

Se encuentra enmarcado este proyecto dentro de un plan de implantación de la metodología Lean manufacturing, por lo que los antecedentes teóricos que se deben conocer previamente a comenzar a leer el documento son fundamentalmente todos los que envuelven a dicha metodología. No obstante, en el apartado 3 se realiza un breve repaso para entender cómo y por qué se han utilizado algunas herramientas.

A nivel de empresa como se verá posteriormente Hofmann S.L.U. está muy acostumbrada a distintos cambios por lo que no resultará complicado lograr que las modificaciones que propondrá el proyecto para reducir los costes se lleven a cabo de forma adecuada.

1.3 Estructura del Documento

El presente documento queda estructurado como sigue. En primer lugar se describirá la empresa Hofmann S.L.U, su historia y los diferentes cambios que ha sufrido desde su creación. Después se va a comentar el entorno del problema, explicando los diferentes productos que realiza Hofmann y centrándose en los procesos de producción en el taller de flujo de los lienzos ya que es el foco de la reducción de costes.

Posteriormente se realizará un repaso a la teoría que envuelve al proyecto, centrándose fundamentalmente en la metodología Lean manufacturing e incluyendo algunas otras herramientas que se usarán durante el proyecto. A continuación en el punto 4 se va a describir el problema a través de las observaciones de ciertas incidencias de gran calado realizadas por los operarios durante un taller 5S que requieren soluciones de cierta complicación. Tras esto, se tratarán de encontrar las causas raíz de las incidencias a través de la metodología de los 5 porqués.

Más adelante, en el capítulo 5 se plantearán alternativas mediante brainstorming que permitan resolver el problema planteado y a continuación se seleccionarán las alternativas más adecuadas para las opciones en las que el equipo de trabajo no encuentre una solución considerada óptima por la mayoría. Estas alternativas se seleccionarán mediante herramientas de decisión multicriterio. Para finalizar este capítulo, las mejoras será priorizadas mediante un diagrama PACE para poder planificarlas posteriormente.

Será posteriormente en el punto 6 donde se describirán con detalle las diferentes alternativas elegidas explicando ciertas consideraciones que se deben tener en cuenta a la hora de realizar el

diseño, así como las fases por las que pasará dicho diseño. También se añadirán ciertos modos de fallo en el caso de que no funcionen los cambios como se espera y por último la reducción que se prevé obtener con dichas mejoras. Para terminar el capítulo se expondrán en las conclusiones las mejoras generales a nivel de reducción de costes que se esperan obtener tras la realización del proyecto.

Seguidamente, dichas mejoras serán priorizadas en el punto 7 donde se genera el plan de implantación de las mejoras de acuerdo a las prioridades establecidas previamente en el punto 5.

En el capítulo 8 se mostrará el presupuesto del proyecto diferenciando entre costes de mano de obra y de materiales, especificando cuál es el coste de los diferentes subproyectos y aportando un presupuesto global para cerrar el capítulo.

A continuación se expondrán las conclusiones con las que se cerrará el documento y por último, estará la bibliografía utilizada como marco teórico durante el proyecto.

2 Descripción del Entorno del Problema

2.1 Introducción.

En este capítulo se describirá la situación actual de la empresa con sus diferentes negocios, sus cambios organizacionales, sus procesos productivos, los clientes, los proveedores y el organigrama empresarial.

Tras la información ofrecida en este capítulo abrirán posibles líneas de acción para conseguir el pretendido aumento de productividad que conllevará una disminución de los costes directos de fabricación de los lienzos.

La estructura del capítulo es la que sigue: en primer lugar se describe la situación actual de la multinacional con los cambios recientes, más adelante se muestran los diferentes productos que se llevan a cabo en la compañía y su utilización y por último se describen los procesos productivos de los productos en los cuales se ha decidido aumentar la productividad y reducir los costes de fabricación de los mismos.

2.2 Una aproximación a la empresa.

Hofmann es actualmente una empresa multinacional pionera y líder en Europa en la fabricación y venta de álbumes digitales por Internet y demás productos personalizados como calendarios, lienzos, tazas etc., es un ejemplo de transformación y de innovación en el competitivo sector de la fotografía y ha conseguido convertirse en uno de los grandes referentes de su industria y en una de las marcas con mayor crecimiento de Europa en los últimos 5 años.

Pero todo comenzó como una pequeña empresa familiar, la empresa valenciana Hofmann nació en 1922 como un pequeño taller de impresión de libros litúrgicos de un emigrante alemán huyendo de la devastada Alemania de la época. Carlos Hofmann se instaló primero en Baleares y enseguida en Valencia, donde gracias a sus conocimientos de latín, abrió un taller de encuadernación de biblias y misales que fue sobreviviendo a diversas crisis a lo largo de casi cien años.

Sufrió una acuciante crisis tras el Concilio Vaticano II puesto que se permitió el uso de lengua vernácula para los servicios religiosos y tuvo que abandonar la impresión de libros en latín y dirigirse hacia los álbumes de fotografía.

No obstante, años más tarde, en las décadas de los 70 y los 80, ya bajo la dirección de su hijo, Federico Hofmann, la empresa estuvo "a punto de sucumbir" con el producto del momento, los álbumes para fotografías, cuyo consumo per cápita era todavía bajo. Sin embargo logró darle la vuelta a la situación con la venta de marcos de fotos e inició una senda de crecimiento continuo en términos de facturación y rentabilidad.

Adaptándose a las nuevas necesidades del mercado, en 2005 sacó los álbumes digitales y rápidamente se colocó en primer lugar en venta de este tipo de producto gracias a una apuesta por un software de maquetación y procesos automatizados de última generación.

En 2009 la familia tomó la decisión de traspasar el 80 % de la empresa a dos fondos de capital riesgo, en un contrato que establecía la obligación de vender de forma conjunta (los fondos y la familia) si aparecía la posibilidad de un buen comprador.

Tras la aparición de un comprador que resultaba interesante para el desarrollo de la marca como es el Grupo PhotoBox, tantos los fondos como la familia deciden vender la empresa en Noviembre de 2014.

Tras la inclusión de la empresa dentro del grupo Photobox ha habido crecimiento en los volúmenes de negocio para la marca Hofmann y para la planta de producción situada en Paterna. Tanto es así que la empresa ha incorporado diferentes productos como son los lienzos, las tazas, el revelado de imágenes y posters, los calendarios, los álbumes en papel fotográfico y los cojines.

Estas incorporaciones han permitido un crecimiento en la planta de Paterna puesto que además de producir nuevos productos para la marca Hofmann, se están produciendo estos nuevos artículos y algunos otros ya existentes para la marca Photobox enviados a distintos países como son Italia, Alemania, Francia, Portugal...

Por último, cabe destacar que a finales de Junio de 2016 tuvo lugar el inicio del proyecto de implantación de la metodología Lean Manufacturing bajo el nombre de "Box in Motion" en todas las plantas productivas del grupo Photobox. Este proyecto pretende conseguir mejoras tanto a nivel productivo como organizacional. Este proyecto comenzó un poco más tarde para la planta de Paterna, concretamente, en Octubre de 2016.

2.2.1 Organigrama

La siguiente figura muestra el organigrama del departamento de producción para Hofmann S.L.U siendo todas las personas que están por debajo de Julio Sanchís trabajadores de Hofmann mientras que los tres que están en los puestos más directivos son del grupo Photobox y trabajan desde Londres y París.

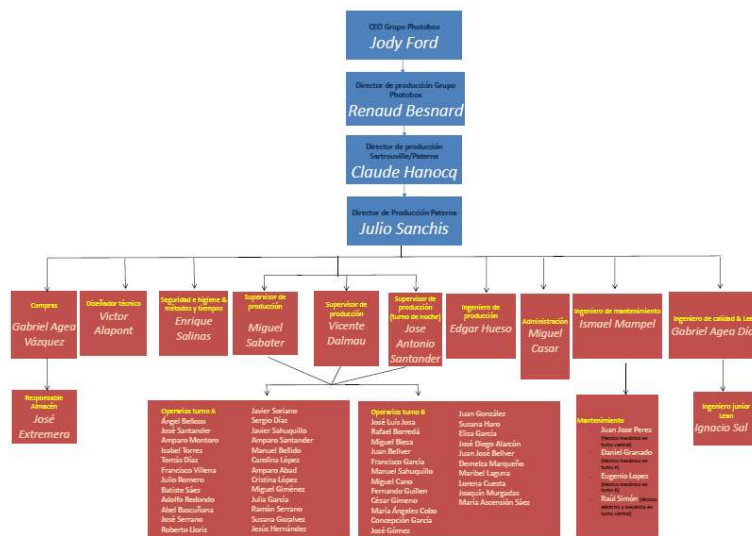


Figura 1: Organigrama producción de la empresa Hofmann S.L.U. Fuente: Autor corporativo (2016).

2.2.2 Productos

La figura que se muestra a continuación es un esquema explicativo de la variedad de productos que se llevan a cabo en la planta de Hofmann en Paterna.

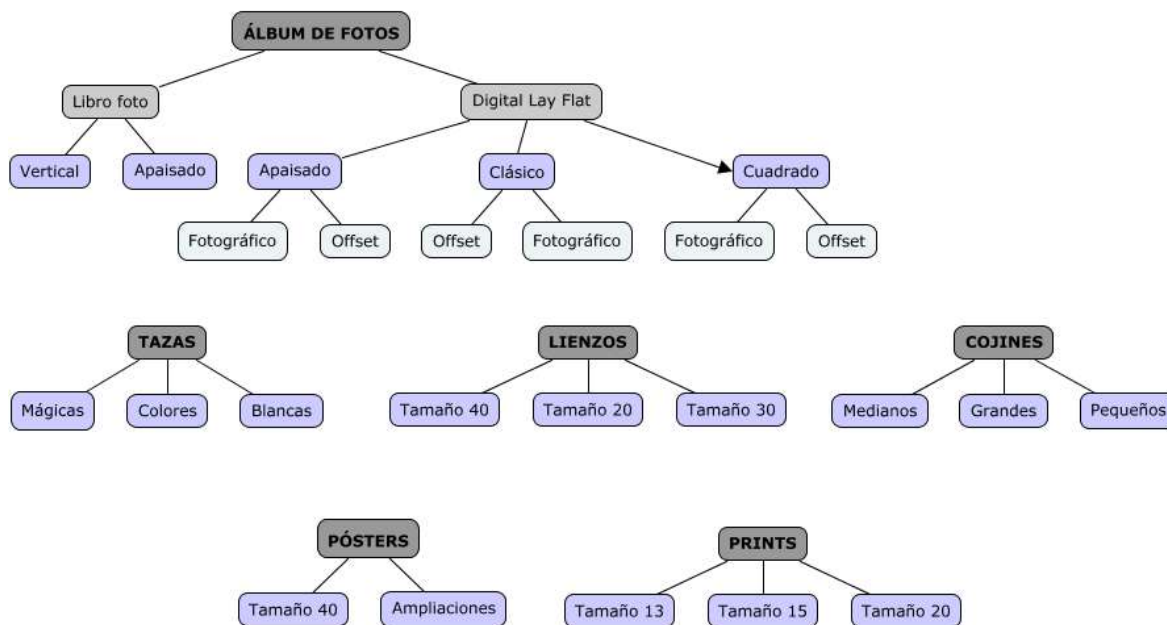


Figura 2: Esquema referencias producidas por Hofmann S.L.U. en su planta de Paterna. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que en lo referente a productos se van a especificar aquellos que se producen en Paterna independientemente que sean marca Hofmann o Photobox puesto que son estos los que van a ser objeto de nuestro trabajo. Estos productos se dividen entre clásicos (álbumes, posters y prints) y goodies (lienzos, cojines y tazas):

- Álbum de fotos: se trata de un álbum de fotos personalizado, generado a través de un software desde el ordenador del cliente o incluso online a través de la página web. El cliente puede diseñar el número de páginas, la cantidad de fotos por página, el texto que desea añadir en cada foto y personalizar completamente la portada.
 - Libro foto: Es un álbum con tapa dura, apertura como un libro de texto, hojas flexibles de 200g por metro cuadrado impreso de forma digital. Está disponible en formato vertical y apaisado
 - Lay Flat: A diferencia del libro foto, la tapa es rígida y acolchada, tiene una apertura de 180 grados, sus hojas son rígidas de 500g por metro cuadrado y se puede imprimir o bien de forma digital o bien fotográfica en los formatos vertical, cuadrado y apaisado.
- Posters: Revelado de fotos de dimensiones mayores de 30 cm agrupados en ampliaciones (hasta 40 cm) y el resto a partir de 40 cm.
- Prints: Producto que consiste en el revelado de fotos en papel fotográfico profesional.

- Tazas: Artículo personalizado con la foto que el cliente elige en el exterior de la taza. Se agrupan en tazas blancas, tazas de color, que son tazas con el interior de algún color entre rojo, rosa, dorado, verde y azul al gusto del cliente, por último, el tercer grupo es el de tazas mágicas que pasan de negro a la foto que el cliente ha elegido cuando se calientan.
- Lienzos: Consiste en una tela impresa sobre un bastidor de madera envuelta con un film para proteger el lienzo. Está disponible en diferentes tamaños:
 - Tamaño 40: 40x60, 40x50, 40x40, 40x30
 - Tamaño 30: 30x30
 - Tamaño 20: 20x30
- Cojines: Se trata de una cubierta de lana personalizada con la foto elegida por el cliente y rellena por poliéster disponible en tres tamaños: pequeños, medianos y grandes.

2.2.3 Procesos

El siguiente esquema muestra la simbología utilizada para los diagramas de procesos que describen los procesos productivos que se realizan en Paterna.

DIAGRAMAS DE PROCESOS

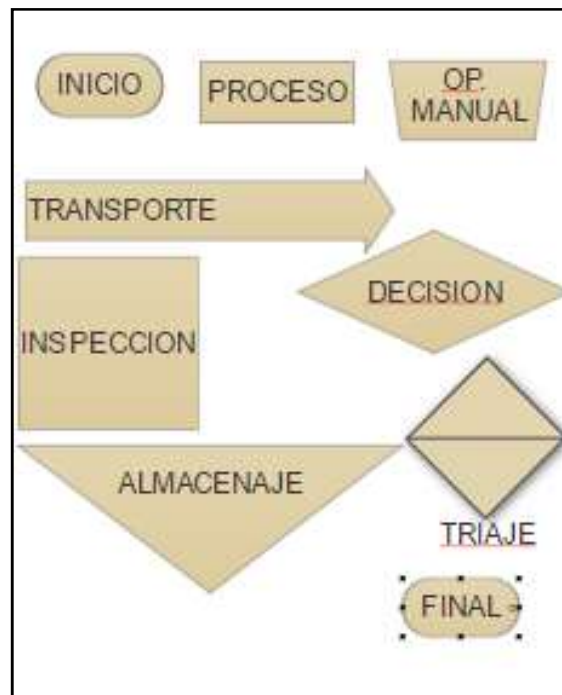


Figura 3: Símbolos utilizados en diagramas de procesos. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se van a explicar mediante diagramas de procesos las actividades productivas que tienen lugar en la planta de Paterna para los diferentes productos que se fabrican en la misma:

1. ÁLBUMES:

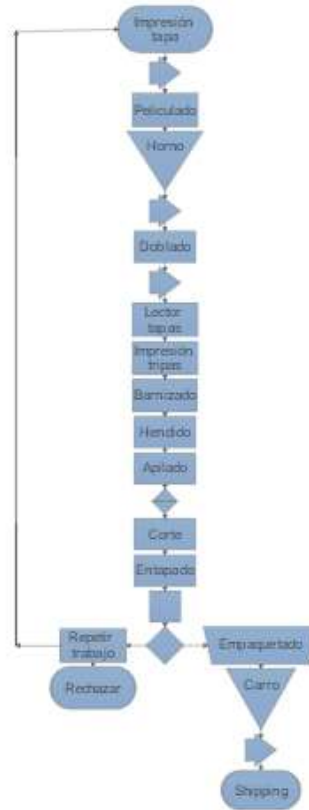


Figura 4: Diagrama de procesos de producción de un álbum. Fuente: Elaboración propia.

2. TAZAS:



Figura 5: Diagrama de procesos de producción de una taza. Fuente: Elaboración propia.

3. LIENZOS:



Figura 6: Diagrama de procesos de producción de un lienzo. Fuente: Elaboración propia.

4. COJINES:



Figura 7: Diagrama de procesos de producción de un cojín. Fuente: Elaboración propia.

5. POSTERS Y PRINTS:

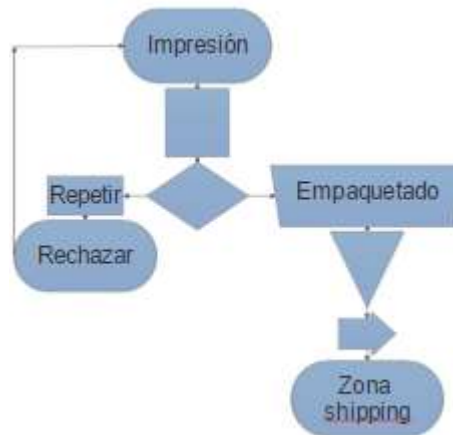


Figura 8: Diagrama de procesos de producción de un póster o un revelado de fotografías. Fuente: Elaboración propia.

2.2.4 Clientes

Por lo que respecta al mercado actual de la compañía, éste se sitúa en torno a un 60% en el mercado nacional siendo estos pedidos generalmente de álbumes puesto que es el producto más conocido de la marca en España.

El 40 % restante pertenece a la exportación, dividiéndose a su vez en un 10% para Portugal, 15% para clientes en Francia y el 8% restante se reparte entre clientes en Alemania e Italia. Fundamentalmente los pedidos de los países extranjeros son de lo que se conoce como “goodies”, que son fundamentalmente lienzos, tazas y cojines.

2.2.5 Proveedores

Generalmente los proveedores se encuentran en el mercado nacional para la gran mayoría de materias primas, repartidas por todo el territorio nacional con unos tiempos de suministro entre 3 y 6 días.

Para algunas de las materias primas se dispone de diferentes proveedores de manera que antes de aprovisionarse se comparan los precios y se decide entre los mismos.

No obstante algunas de las materias se compran directamente desde China, provocando así un aumento del tiempo de suministro y generando mayores volúmenes de stock pero consiguiendo precios muy inferiores a los que ofrecen los proveedores nacionales.

2.3 Objeto del Problema

El proyecto de aumento de productividad en la zona de los lienzos se encuentra enmarcado dentro de un proyecto de implantación de metodología Lean manufacturing a lo largo del grupo Photobox bajo el nombre de Box in motion, que en Paterna comenzó en Octubre de 2016. Pese a que el objeto del proyecto no es la propia implantación de Lean manufacturing, sí que es cierto que el desarrollo de este aumento de productividad en la zona se va a realizar en todo momento desde un enfoque Lean.

La situación actual requiere un aumento de la productividad con la que se espera obtener una disminución de costes en la zona de los lienzos. Esto se debe a que el próximo mes de Noviembre de 2017 la dirección del grupo decidirá dónde se deben producir los “goodies” para el resto de Europa (excluyendo España, Inglaterra, Alemania y Munich) entre las plantas de Paterna, Londres, París y Munich. Esta decisión no influirá por tanto en los productos que ya se estén realizando para vender en el propio país, es decir, aunque se decida hacer los lienzos para el resto de Europa en Paterna, la planta de Munich seguiría haciendo los lienzos para Alemania.

Esta elección se hará basándose en los 3 indicadores que el grupo lleva monitorizando los últimos 3 años como son:

- **Entregas a tiempo:** este indicador mide el porcentaje de productos terminados dentro del plazo de fabricación. Como es lógico este plazo de fabricación varía en función del tipo de producto dependiendo de los procesos productivos que conforman la fabricación de los mismos. Los plazos de fabricación establecidos por el grupo son:
 - Álbumes: 3-5 días
 - Tazas: 1 día
 - Lienzos: 2 días
 - Cojines: 3 días
 - Posters: 2 días
 - Prints: 2 días
- **Calidad:** midiendo el porcentaje de reclamaciones de calidad de los clientes para los diferentes artículos.
- **Costes:** indicador que mide los costes directos relativos a cada familia de producto. Cabe destacar que se consideran únicamente los costes relativos a mano de obra y a materia prima.

Desde la dirección de Hofmann se decide no tomar acciones específicas para las tazas y los cojines ya que, por una parte, la planta de Paterna es la única en producir cojines en todo el grupo. Por otra, en lo referente a las tazas, éstas sólo se producen en Paterna y en Londres, siendo los indicadores de Paterna muy superiores a los de Londres gracias a unos procesos más robustos y

más escalables y adaptables a los diferentes volúmenes de ventas. Por este motivo, es la planta de Paterna la que produce las tazas para Europa exceptuando Inglaterra.

Siendo los lienzos el artículo dentro del grupo de “goodies” que se produce en más plantas, como son Paterna, Munich y Londres, esta familia de productos cuenta con la mayor competitividad dentro del grupo. La planta de Paterna tiene con diferencia los mejores valores en los indicadores de entregas a tiempo y de reclamaciones de calidad de clientes. Sin embargo, es en el indicador de costes en el que las 3 plantas están en valores muy parecidos, siendo la fábrica de Munich la que tiene mayor productividad.

Resulta interesante conocer la situación actual de costes para la zona de lienzos en comparación con las otras plantas de producción para entender la importancia de reducir los costes para conseguir ser más atractivos que las otras plantas productivas y así aumentar el volumen de producción en Paterna. Los costes directos de producción para las diferentes plantas son los siguientes:

- Paterna: **3,80€** (dividido a su vez en 2€ de coste de materia prima y 1.8€ en coste de mano de obra directa)
- Munich: **3,92€.**
- Londres: **3,75€.**

Para tratar de revertir esta situación y conseguir mejorar estos valores en la planta de Paterna se llevará a cabo una mejora de procesos siguiendo la metodología Lean para continuar así con la filosofía que se está extendiendo por el grupo desde Junio de 2016.

La posible solución del problema pretenderá significar una reducción de los costes de producción de los lienzos. No obstante, para que la solución fuera válida, se impone desde la dirección de Hofmann que la misma no afecte ni a las entregas a tiempo ni a las reclamaciones de calidad de los clientes.

2.4 Procesos asociados al problema.

En este apartado se procede a definir el proceso productivo de los lienzos de forma más detallada que en el apartado 2.2.2 (Procesos).

Al comienzo del turno, un operario arranca las impresoras mientras comienza a procesar los trabajos que va a imprimir. Estos trabajos se lanzan a imprimir con un tamaño de lote preestablecido agrupados por tamaños dentro del propio lote, siendo estos los más urgentes que hay en cartera.

Este mismo operario carga bobinas de sustrato en aquella impresora en la que el sustrato se haya acabado. Mientras se procesan los trabajos las impresoras realizan un mantenimiento de encendido de 5 minutos. Tras 10 minutos de impresión el operario enrolla el sustrato ya impreso en torno a un canuto vacío situado en un eje para evitar que toque el suelo y se ensucien las imágenes.

Al acabar el lote de impresión, otro operario retira de la máquina el eje con el canuto impreso enrollado, luego tras retirar uno de los topes del eje, saca el canuto del eje y le coloca dos nuevos topes compatibles con la cortadora sobre los cuales el canuto girará loco en la cortadora. A continuación, el operario ajusta las cuchillas de la cortadora al tamaño de lienzo que tiene esa fila del rollo. La propia fuerza de la cortadora hace avanzar al rollo, si en algún momento la cortadora no encuentra la raya negra por la que debe cortar en un margen de 2 cm se detendrá. Esto sucederá tanto si cambia el tamaño de los lienzos, (los de tamaño 40 y 30 tienen 3 lienzos por fila, siendo distinto el ancho de los de 30 y el de los 40, mientras que los 20x30 tienen 5 lienzos por fila), como si se ha llevado a cabo un mal enrollado en la impresora y se ha desviado. En este momento el operario vuelve a colocar las cuchillas correctamente y rearma la cortadora.

Al finalizar el proceso de cortado, los lienzos se dejan en bandejas agrupados por tamaños con las que se cortan las esquinas en unas máquinas cortadoras de puntas situadas junto a los lienzos para después depositar dichas bandejas en una roldana.

Posteriormente, los operarios situados en las “Fast frames”, grapadoras que ensamblan el lienzo junto al bastidor, recogen las bandejas y comienzan a montar los lienzos en dos máquinas de forma simultánea. El operario debe asegurarse que la matriz situada en la máquina coincide con el tamaño de lienzo a montar antes de comenzar a utilizar la máquina.

A continuación, los lienzos se depositan en una roldana, a mitad de la cual se retractilan y a final de la cual se encuentran los puestos de lectura donde se comprueba de forma visual el estado de los lienzos, si hay algo erróneo se lanza a repetir y se tira a la basura, mientras que si el lienzo es bueno se lee en un lector, obteniendo una etiqueta de envío y posteriormente se empaqueta.

Por último se deposita el lienzo en unos carros en diferentes ubicaciones en función de la agencia de envío que el sistema le ha asignado al lienzo. Estos serán posteriormente recogidos por el encargado de logística y shipping en planta y llevados a la zona de producto terminado a esperar la llegada de los transportistas. No obstante, esta última operación no se contabiliza como operación directa para los lienzos por lo que no afecta a la productividad ni a los costes directos de fabricación de los mismos.

La producción habitual de lienzos es alrededor de 500 lienzos al día. Se estructuran de forma que los lunes y martes la producción es mucho mayor que a finales de semana ya que los pedidos de clientes se generan habitualmente en fin de semana. Por este motivo, se trabaja únicamente durante parte del turno de la noche en esta zona con el objetivo de hacer llegar lo antes posible los pedidos a los clientes.

Por otra parte, la producción durante la campaña de navidad que dura aproximadamente dos meses, entre el 15 de Noviembre y el 15 de Enero, es de 5000 lienzos al día trabajando las 24 horas del día.

Actualmente, se disponen de datos donde se compara el gasto teórico de materia prima en función de los pedidos etiquetados, en relación con el gasto real que se observa a final de mes cuando se recuenta el inventario. Estos datos reflejan unas mermas alrededor del 10% en la zona, lo cual supone un coste añadido. Estudios realizados el pasado año por parte del departamento de producción durante varios meses reflejan el siguiente reparto de mermas:

Tabla 1: Reparto de mermas por motivos en la zona de los lienzos. Fuente: Autor corporativo (2016).

Motivo de mermas	% del total
Mal montado	3.8%
Mal cortado	1.2%
Defecto de impresión	2,50%
Retractiladora	0,70%
Error humano	0,80%

2.5 Estructura organizativa afectada.

El aumento de productividad y la bajada de los costes buscados en la línea de producción de los lienzos afectará de forma directa a los operarios que suelen trabajar en dicha zona, así como a los supervisores presentes en cada turno, puesto que de una forma u otra se terminará por cambiar de alguna manera la forma de producir actual para conseguir mejoras.

Por otra parte, si se consiguen mejoras y finalmente se decidiera hacer los lienzos para Europa en la planta de Paterna, la organización entera se vería afectada, aunque no directamente, puesto que supondría un crecimiento para la planta y provocaría un aumento de plantilla.

Por último, hay que tener en cuenta que dentro del proyecto de implantación de la metodología Lean en el que se encuentra el proyecto, un éxito en el mismo lanzaría por completo el proyecto Box in Motion generando oportunidades de crecimiento laboral tanto a ingenieros como a los propios operarios.

2.6 Conclusiones.

Actualmente Hofmann es la marca referente dentro del grupo Photobox a nivel de beneficios, si bien es cierto que los volúmenes de producto existentes tanto en Inglaterra como en Francia son mayores. Por este motivo, Hofmann debe reducir aún más los costes sin afectar por supuesto al nivel de servicio ni a las reclamaciones de calidad, para así conseguir volúmenes para Europa en la planta de Paterna.

Es la zona de los lienzos la que más margen de mejora tiene dentro de la planta, ya que es a su vez la que más posibilidades de crecimiento tiene fundamentalmente para clientes fuera de España. Es por esto que la dirección ha decidido dirigir los esfuerzos en la reducción de costes de fabricación para que el menor coste compense con el gasto extra que supone un envío desde España a países del extranjero.



Cabe destacar, que esta reducción de costes directos va a tratar también desde una posible reducción de costes de materia prima a través de la reducción de las mermas del proceso productivo. Pero fundamentalmente se centrará en un aumento de la productividad en la zona a través de un enfoque Lean para seguir con la línea marcada desde el grupo Photobox con la implantación de la cultura Lean Manufacturing a través de proyecto Box in Motion.

3 Antecedentes teóricos

3.1 Introducción

En el siguiente capítulo se va a realizar un repaso de las bases teóricas que sustentan el trabajo, sobretudo en la metodología Lean, ya que el proyecto de mejora de productividad se enmarca dentro del proyecto a largo plazo de implantar la metodología Lean en la empresa. Es por tanto interesante, realizar un repaso de las teorías y herramientas Lean que se van a utilizar durante el desarrollo del proyecto. Es cierto que no se han incluido todas las herramientas Lean sino aquellas que se consideran más relevantes para el fin de este trabajo de mejora de productividad en la zona de los lienzos.

Por otra parte, se utilizarán algunas metodologías de decisión multicriterio como AHP o el diagrama PACE para elegir entre las diferentes opciones de mejora que se plantean.

3.2 Lean Manufacturing

3.2.1 Definición

El concepto Lean Manufacturing (en castellano “producción ajustada”) se refiere a la búsqueda intensiva de la mejora continua en la fabricación mediante la eliminación de desperdicio, entendiendo por desperdicio o despilfarro todo aquello que no aporta valor al producto desde el punto de vista del cliente y por el cual no quiere pagar.

El concepto LEAN conlleva un cambio en los sistemas de producción tradicionales que busca hacerlos más eficientes. Para ello se aplican una serie de principios, conceptos y técnicas diseñadas para eliminar el desperdicio y establecer un sistema de producción eficiente, justo a tiempo, es decir, que permita realizar entregas a los clientes de los productos requeridos, cuando son requeridos, en la cantidad requerida, en la secuencia requerida y sin defectos. Para ello es necesario identificar qué quiere el cliente de nosotros y qué es lo que identifica como valor, para después hacerlo fluir hacia él en el tiempo adecuado, al coste adecuado. Por tanto aplicar prácticas Lean es una forma de reducir costes, mejorar los resultados y crear valor para las empresas. Este capítulo se va haciendo con el resto del proyecto pero se acaba el antepenúltimo.

3.2.2 Origen del Lean

La filosofía Lean orientada a la mejora de la eficiencia en los procesos de fabricación tiene su origen en el Sistema de Producción de Toyota. Taiichi Ohno, Kiichiro Toyoda y otros responsables de Toyota, en los años 30, implementaron una serie de innovaciones en sus líneas de modo que facilitaran tanto la continuidad en el flujo de material como la flexibilidad a la hora de fabricar distintos productos. A finales de la 2ª Guerra Mundial, se hizo aún más necesario debido a la gran necesidad de fabricar pequeños lotes de una gran variedad de productos surgiendo así el TPS (‘Toyota Production System’) que más tarde sería estudiado por investigadores del MIT (‘Massachusetts Institute of Technology’). El conjunto de principios, técnicas y herramientas estudiadas fue el que se aglutinó bajo el nombre de Lean Production. (J. Womack 1992)

Este sistema, también conocido como JIT (Just In Time, justo a tiempo) se basa en la optimización de los procesos productivos mediante la identificación y eliminación de despilfarros, y el análisis

de la cadena de valor para conseguir un flujo de material estable y constante, con la calidad asegurada y teniendo la fiabilidad y flexibilidad necesarias para fabricar en cada momento lo que pide el cliente. Para ello era necesario la introducción de sistemas de calidad integrados en los procesos (poka yokes), adaptación de los equipos a las necesidades de capacidad reales, haciendo que cada máquina avisara a la anterior cuando necesitaba material (pull) y mejora de la gestión de información para que fuese más fácil y precisa.

Los sistemas JIT han tenido un auge sin precedentes durante las últimas décadas. Así, después del éxito de las compañías japonesas durante los años que siguieron a la crisis de los setenta, investigadores y empresas de todo el mundo centraron su atención en una forma de producción que, hasta ese momento, se había considerado vinculada con las tradiciones tanto culturales como sociales de Japón y, por tanto, muy difícil de implantar en industrias no japonesas. Sin embargo más tarde quedó demostrada que, si bien la puesta en práctica de los principios y técnicas que sostenían los sistemas de producción JIT requerían un profundo cambio en la filosofía de producción, no tenían como requisito imprescindible una forma de sociedad específica. Tras ser adoptado formalmente por numerosas plantas japonesas en los años 70, el sistema JIT comenzó a ser implantado en Estados Unidos en los años 80. En el caso de España, algunas de las experiencias iniciales de implantación de técnicas de producción JIT mostraron la viabilidad de estos enfoques en ese país.

La popularidad de esta filosofía se atribuye a ciertos investigadores, que pese a no ser los únicos pioneros en la materia, fueron los que consiguieron hacer llegar la filosofía Lean a través de dos libros: "La máquina que cambió el mundo" (J. Womack 1992) y "Lean Thinking". (J. J. Womack 2007)

Actualmente el Lean Manufacturing es una metodología que ha sido implementada en casi la totalidad de industrias en el mundo y no necesariamente debe ser una empresa grande, las pequeñas y medianas empresas dedicadas a la fabricación de algún producto pueden sacar muchas ventajas con la aplicación de dicha filosofía. Resumiendo, el Lean es una metodología para aumentar la satisfacción de los clientes a través de la mejor utilización de los recursos.

3.2.3 Los 7 desperdicios.

Tradicionalmente la forma de mejorar la cadena de valor era trabajando más duro, más rápido y añadiendo más mano de obra sin tener en cuenta que actividades añaden o no valor. Por el contrario, como se mencionó anteriormente, la filosofía Lean es una forma de gestión basada en un enfoque sistemático para identificar y eliminar, a través de la mejora continua, todo aquello que no aporta valor al proceso, y por consiguiente, no tiene valor para el cliente. (Slack, Chambers y Johnston 2010)

En Lean Manufacturing cada una de las operaciones de no valor añadido puede considerarse dentro de alguna de las categorías de la siguiente clasificación de despilfarros, los cuales lastran a la organización y la hacen incapaz de competir en el mercado. Se distinguen 7 desperdicios: (Womack 2007)



Figura 9: Los 7 desperdicios del Lean manufacturing. Fuente: Autor corporativo (2016).

3.2.3.1 Sobreproducción

Este despilfarro se manifiesta cada vez que la producción no responde a la demanda, es decir, se producen productos para los que no hay una necesidad por parte del cliente (antes de que sean requeridos). Es un error pensar que producir más puede ser bueno, pues se generan una serie de problemas como:

- Mayor ocupación de espacio provocada por el aumento de stock
- Un cambio de diseño provocaría desechar el inventario
- Esconde defectos de los procesos, pues hay productos en exceso y se puede caer en el error de producir más en lugar de atacar la causa raíz del problema
- Aumentar la cantidad de recursos, como por ejemplo la mano de obra.

Los motivos por los que se crea son los siguientes:

- Utilizar el método Push en lugar del Pull.
- Fabricación en lotes para optimizar cambios.
- Planificar según previsiones y no en consumos.
- Fabricación anticipada para no parar la cadena de fabricación (puede ser para cubrir posibles ineficiencias por ejemplo averías en las máquinas).
- Comunicación deficiente con el cliente (falta de fiabilidad en programas de fabricación y aprovisionamiento).

- Falta de automatización de los procesos.
- Falta de mantenimiento efectivo.

Las medidas que se pueden adoptar para la eliminación de los desperdicios asociados a la sobreproducción pasan por generar lotes más pequeños de producción, nivelar los puestos de trabajo y conseguir transformar el sistema productivo en un sistema “pull”, fabricando la cantidad necesaria en el momento necesario.

3.2.3.2 Inventario

Acumulación de materia prima, producto en curso o producto acabado que se almacenen sin una necesidad inmediata, tratándose de un desperdicio al provocar una serie de inconvenientes como:

- Más espacio para almacenamiento.
- Riesgo de daño del producto en su almacenaje.
- Algunos productos almacenados pueden quedar obsoletos.
- Gestión de recursos extra.
- Dificultad para cambios de ingeniería.
- Cuanto mayor sea la vida útil de las existencias, tanto de producto como de materias primas, mayor será el riesgo de mantenerlo inventariado.
- Coste añadido al producto (seguros, impuestos...).

Estos inconvenientes que provoca el exceso de inventario pueden venir provocados por los siguientes motivos:

- Planificación deficiente que conduce a una producción no nivelada.
- Utilización del modelo de producción tradicional Push en vez de Pull.
- Proveedores sin capacidad.
- Paradas y puestas a punto de máquina excesivas, generan descontrol en la producción, produciendo roturas de stock, o exceso de producción como respuesta un plan de recuperación.
- Tamaños de lotes grandes.
- Largos tiempos de cambio al introducir una modificación del producto.

Por tanto, el inventario es un factor muy importante el cual se debe evitar en todo momento, ya que en la mayoría de ocasiones proporciona disponer de muchas piezas más de las que se necesita aportar al cliente en un determinado momento.

La sobreproducción y el inventario en muchas ocasiones son valorados (incluso contablemente) como activos o beneficios para la empresa. Al fin y al cabo, suponen un valor ya producido. Sin embargo son los dos desperdicios más peligrosos ya que responden a la incapacidad de adaptarse al mercado o a la necesidad de construir un “colchón” que tape nuestras deficiencias como organización.

Producir en lotes más pequeños, avanzar hacia la implantación de un sistema pull y conseguir una programación nivelada son algunas mejoras que se pueden implantar para corregir el inventario e ir implementando la Metodología Lean Manufacturing.

3.2.3.3 Transporte

Es el tiempo invertido en transportar y almacenar materiales, no siendo siempre los movimientos óptimos pues depende claramente de la distribución de dichas estaciones. Esto es perjudicial para el proceso pues:

- Aumenta el lead time.
- Consume recursos y espacio en planta.
- Puede aumentar la obra en curso al realizar los desplazamientos en lotes.
- Mayor peligro de dañar el producto en los transportes.
- Se pueden generar riesgos de seguridad laboral e higiene.

Las principales causas que pueden provocar estos desperdicios en nuestros procesos son:

- Flujos de material complejos.
- Lotes grandes de fabricación.
- Incorrecto diseño de los procesos.
- Distribución deficiente de los puestos de trabajo
- Sobreproducción

3.2.3.4 Defectos

Cuando se habla de defectos se trata de todo considerado inaceptable por el cliente, debido a que no cumple con los estándares de calidad exigidos por éste (productos que no cumplen las especificaciones). Se trata de un desperdicio porque:

- Aumentan los costes por tener que declarar inútil o reparar el producto.
- La planificación se descontrola y afecta al flujo de producción normal.
- Genera una serie de trámites que originan unos gastos extra de tiempo y mano de obra.
- Disminuye la confianza del cliente en la empresa.

Estos defectos tienen como causa en la gran mayoría de ocasiones:

- Procesos descontrolados e ineficientes.
- Falta de formación práctica de los empleados y supervisores.
- Imprecisión en el diseño de ingeniería.
- Introducción de errores a menudo, debido a que las máquinas son poco fiables.
- Utillajes inadecuados.
- Mantenimiento preventivo ineficiente.
- Escasa documentación de los pasos a realizar en el proceso dificultando al operario su resolución en caso de duda.

Para corregir este defecto, el Lean Manufacturing busca la Automatización de los equipos o Jidoka: Equipos automáticos dotados de la capacidad de detección de defectos, parada y aviso.

3.2.3.5 Esperas

Son periodos de inactividad del operario y/o las máquinas a lo largo de un proceso, pueden provocarse por la tardanza en la recepción de materiales, de instrucciones de trabajo, de órdenes de fabricación... También se debe considerar el tiempo en que las piezas esperan a que les toque su turno para ser procesadas. Para ambos casos esos tiempos se consideran un despilfarro ya que:

- Esperas suelen ir asociadas a paradas o reinicios de producción debidos a problemas imprevistos.
- Paraliza la continuidad del flujo de trabajo.
- Genera cuellos de botella y aumentando el Lead Time del producto.
- Provoca retrasos en los plazos de entrega al cliente.
- Esperas suelen ir asociadas a paradas de producción debidos a problemas imprevistos.

Los motivos fundamentales por el que tienen lugar estas esperas son:

- Averías de máquinas debido a un mantenimiento solo correctivo.
- Poca flexibilidad del operario, pues no tiene todas las habilidades necesarias.
- Problemas de diseño o calidad que paralizan el producto.
- Procesos desequilibrados y que son susceptibles de mejora.
- Espera a ciclos automáticos.
- Esperas por falta de material, debido a mala comunicación con los proveedores.

3.2.3.6 Movimientos

Se refiere a cualquier movimiento de operario no necesario dentro de cualquiera de las operaciones del proceso productivo, lo que supone consumir tiempo y energía de forma ineficiente. Se considera un desperdicio puesto que:

- Generan un coste extra, ya que es tiempo no productivo.

- Se para el flujo productivo con esperas innecesarias.
- Aumenta el tiempo de producción.
- Puede acarrear riesgos laborales y problemas de seguridad e higiene.

Las causas principales son:

- Procesos no estandarizados que conllevan a que cada operario tenga su método no siendo seguramente el óptimo.
- Lugar de trabajo desorganizado.
- Falta de formación de los empleados.

Una mejora en el diseño del layout de la planta es una técnica que ayuda a corregir los efectos de este desperdicio.

3.2.3.7 Sobreproceso

Son operaciones extras debido al resultado de procesos ineficientes que originan la necesidad de realizar tareas sin valor añadido al producto o servicio deseado por el cliente y por las cuales no va a pagar el cliente. Además genera otros problemas tales como:

- Consumo de recursos no planificados.
- Trabajo más allá de lo especificado.
- Puede reducir la vida del producto.
- Aumento del tiempo de producción.

Tienen como causas principales:

- Estándares no actualizados o mal entendidos.
- Falta de innovación y espíritu de mejora.
- Útiles inadecuados.
- Tareas duplicadas.
- Actitudes incorrectas, rechazando nuevas operativas por el miedo al cambio.

Un re-análisis exhaustivo de procesos y del producto junto con una correcta optimización del Layout permite combatir el desperdicio asociado a los reprocesos.

3.2.4 Herramientas Lean

A continuación se va a proceder a explicar algunas herramientas Lean cuyo despliegue permite la mejora de los procesos en los que se apliquen. Generalmente se necesita más de una persona para ejecutarlas. Cabe destacar que se van a explicar solo aquellas que han sido utilizadas durante el proyecto.

3.2.4.1 Metodología 5S

El método de las 5S se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral. Con el paso del tiempo esta herramienta ha dado el salto a otros ámbitos tan dispares como hospitales, grandes industrias o talleres artesanales, acercando el concepto de calidad a las personas que conforman la organización. Se basan en la gestión de manera sistemática de los materiales y elementos de determinada área, de acuerdo a cinco pasos/etapas predefinidas representadas por 5 palabras japonesas que comienzan por S, de ahí su nombre. Un factor fundamental en esta metodología es el trabajo en equipo y el consenso en las acciones que se van a realizar.

Las etapas de las que consta son:

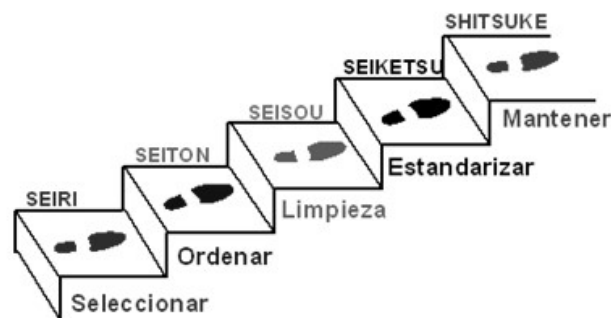


Figura 10: Etapas de la implantación de la metodología 5 S. Fuente: Autor corporativo (2016).

- **Seiri:** Clasificación o selección: fase para retirar lo inútil con el fin de liberar espacio, reducir movimientos innecesarios y mejorar la gestión visual de la zona
- **Seiton:** Ordenar: consiste en organizar el espacio de trabajo de forma eficaz reduciendo los movimientos del operario. Para esto se organizan los puestos en función de la frecuencia de utilización. Al finalizar esta fase se conseguirá reducir el tiempo de operario en búsqueda, los tiempos de preparación de las máquinas y también detectar rápidamente la ausencia de algún material.
- **Seiso:** Limpieza: mantener un lugar de trabajo limpio, para esto se realiza una limpieza, se generan estándares de limpieza y se tratan las máquinas que son foco de suciedad. Se consigue así la reducción de las posibilidades de accidentes, la mejora de la calidad y del ambiente de trabajo

- **Seiketsu:** Estandarización: sirve para asegurarse del cumplimiento y el mantenimiento de las 3 anteriores fases a través de la gestión visual, utilizando por tanto carteles, señales de paro en máquinas...
- **Shitsuke:** Disciplina y hábito: generación de la autodisciplina y fomentación del espíritu de mejora

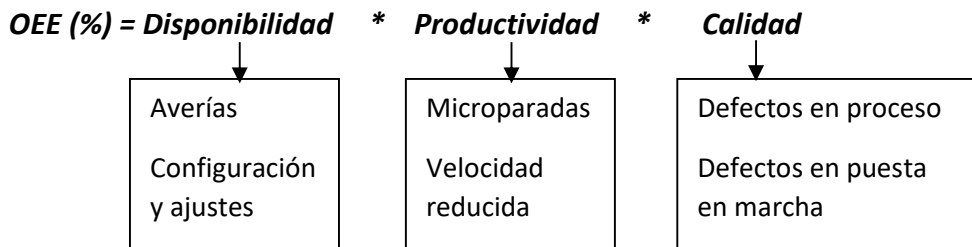
Si se ejecutan de manera adecuada estas etapas se consigue aumentar la productividad, reducir la posibilidad de accidentes, facilitar la detección de averías, una mayor implicación de los trabajadores y además sirve como acercamiento a la filosofía Lean.

3.2.4.2 Indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Este indicador sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial, mide en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: disponibilidad, productividad y calidad. Esto nos permite conocer cuál sería el impacto que provocaría un cambio de proceso, ya sea por la eliminación de un desperdicio del equipo, por un cambio en el método de trabajo, etc.

Cálculo:

El cálculo del OEE se realiza mediante la siguiente fórmula, considerando las seis grandes pérdidas:



Disponibilidad= (Tiempo de funcionamiento-Tiempos de parada)/Tiempo de funcionamiento

La disponibilidad es el tiempo que la máquina está funcionando, considerando tiempos de parada, ya sean los tiempos que está parada por planificación, y los no planificados. Todas las detenciones planificadas e interrupciones reducirán la tasa de disponibilidad, incluyendo los tiempos de preparación, mantenimientos preventivos, averías, falta de operarios y falta de piezas.

Productividad= (piezas fabricadas)/(piezas ideal)

La productividad es el ratio de funcionamiento del equipo frente al diseño original en las especificaciones. Se podría medir también como el tiempo de ciclo real entre el tiempo de ciclo ideal. Mide por tanto, la pérdida de producción debida a la infrutilización de la maquinaria.

Calidad= (piezas conformes)/(piezas fabricadas)

Por último, calidad, es el porcentaje de piezas sin defectos realizadas. En ocasiones, algunas piezas no conformes son reprocesadas y pasan a ser conformes, pero el OEE sólo considera buenas las que salen sin defectos a la primera.

A continuación se muestra una tabla de valoración de la eficiencia de la máquina:

Tabla 2. Valores OEE. Fuente: <http://tpmpro.com/DOCUMENTOS/oee.pdf> (2014)

OEE	Valoración	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Muy baja competitividad con importantes pérdidas económicas.
≥65% <75%	Regular	Baja competitividad con pérdidas económicas, siendo aceptable sólo si se está en proceso de mejora.
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas debiendo continuar la mejora para superar el 85%.
≥85% <95%	Buena	Buena competitividad.
≥95%	Excelente	Excelente competitividad.

3.2.4.3 SMED (Single-minute Exchange of Die)

Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina, utillaje o inicialización de proceso debería durar no más de 10 minutos, de ahí la frase single minute. No necesariamente se deben reducir a ese tiempo, pero si disminuirlos considerablemente, ya que no aporta valor al producto. Mediante esta herramienta se logra que la preparación sea más simple, segura y fiable

A finales de la década de los 60, se inició la implantación del SMED cuando el ingeniero Shigeo Shingo consiguió reducir el cambio de modelo en una prensa de estampación de 800 toneladas de 4 horas a 3 minutos con el objetivo de reducir los tiempos de espera y los niveles de inventarios tanto de productos en proceso, como de productos terminados.

La reducción de los tiempos de cambio tiene como finalidad:

- Reducir el stock en proceso lo que provoca la eliminación casi total de invertir en inventarios, produciendo la cantidad diaria necesaria. Cuando el tiempo de cambio es alto, los lotes de producción son grandes y, por tanto, la inversión en inventario es elevada.
- Incrementar el OEE y la productividad siendo su importancia tanta mayor cuanto más justa sea nuestra capacidad para satisfacer la demanda del cliente.
- Estandarizar todos los cambios.
- Simplificar las instrucciones de la preparación.

Cabe resaltar algunos conceptos antes de comenzar a explicar el funcionamiento del método como son:

- ✓ **Tiempo de cambio:** tiempo desde que se fabrica la última pieza del lote saliente hasta la primera pieza correcta del siguiente lote.
- ✓ **Preparación:** operaciones necesarias para el cambio.
- ✓ **Preparación interna:** operaciones de la preparación que sólo pueden realizarse con máquina parada.
- ✓ **Preparación externa:** operaciones de la preparación que pueden realizarse con la máquina en marcha.

Una vez conocidos los conceptos previos, se procede a la explicación de las diferentes fases de la metodología SMED:

1. **Fase 1:** Identificación, análisis y descomposición del tiempo de cambio de útiles separando preparación interna de externa. Descubrimiento de numerosos tiempos muertos: esperas del ajustador, esperas del útil, búsqueda de una herramienta que se encuentra lejos del puesto, etc. La reducción del tiempo de cambio es un problema de organización antes que un problema técnico. La descomposición de tiempo total de cambio en tiempo interno y tiempo externo, ya implica una reducción entre un 30 y un 50% de la duración de cambio.
2. **Fase 2:** Conversión de tiempos internos en tiempos externos. Operaciones realizadas en tiempo interno pueden realizarse mientras la máquina trabaja reconsiderando el método de trabajo, o con una simple modificación del equipamiento o de los útiles.
3. **Fase 3:** Reducción de los tiempos internos y externos. Una vez que los tiempos internos están bien identificados, su reducción es posible. Hay que analizar detalladamente cada tarea y perfeccionarla. La mayoría de las mejoras se consiguen en los procesos de ajuste. En ocasiones gracias a diferentes dispositivos técnicos, algunos poco costosos y que permiten realizar ganancias importantes (fijaciones rápidas, estandarización de altura de útiles, posicionamientos rápidos, etc.). Otros son más costosos y obligan a un cálculo de rentabilidad detallado.

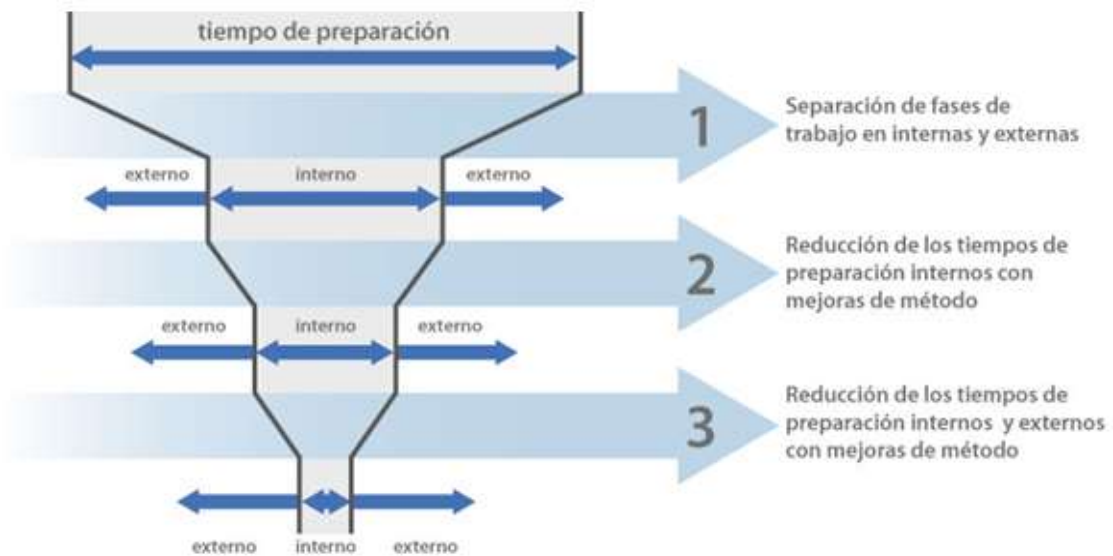


Figura 11: Fases desarrollo metodològica SMED. Fuente: (Shingo 1990)

3.2.4.4 Kaizen event

Un *Workshop* o taller de mejora es una metodològica de trabajo en la que un equipo multifuncional pone en comùn sus conocimientos sobre una operaciòn o tarea específica para implementar mejoras. El objetivo principal es impulsar y optimizar cualquier proceso en la empresa fomentando el trabajo en equipo con una metodològica de mejora continua. Para lograr la implantaciòn del Lean estos talleres se deben convertir en una manera habitual de funcionamiento para la fàbrica, acelerando la implementaciòn de mejoras y consiguiendo un compromiso por parte de todos los involucrados.

El origen de cualquiera de ellos puede ser de diferentes formas, es decir, se puede realizar a partir de un proyecto de mejora global, como de una oportunidad de mejora surgida en otros proyectos adyacentes o de las ideas surgidas en taller. En definitiva, cualquier idea de mejora que surja y se quiera implantar debe ser la llave para realizar un evento de mejora continua.

Fase 1: Preparaciòn.

1. Preparar el evento, identificando los aspectos clave del negocio afectados por la mejora, recopilar y analizar los datos necesarios.
2. Definir el problema en cuestiòn, su entorno y su àmbito de mejora.
3. Definir el equipo.
4. Definir la duraciòn del evento.

5. Especificar cualitativa y cuantitativamente los objetivos principales y secundarios, al igual que la situación que se pretende alcanzar.
6. Preparar un guion con las actividades que se desarrollarán durante la reunión.

Fase 2: Implementación.

1. Formación inicial, destinada a los miembros del equipo, y basando su contenido en los fundamentos previos necesarios para comprender el motivo y posibles soluciones del evento.
2. Asignar responsabilidades, formando equipos de trabajo si fuera necesario para abordar el problema de forma óptima.
3. Analizar el problema.
4. Buscar posibles soluciones.
5. Escoger las soluciones óptimas y mejorarlas con las aportaciones de todos los miembros puestas en común para todos, verificando su viabilidad.
6. Evaluar la solución o soluciones escogidas, y definir los pasos a llevar a cabo para conseguir el objetivo.
7. Planificar las acciones consensuadas, identificando un responsable para cada una de ellas. Como se menciona anteriormente, algunas de estas acciones requieren la realización de un nuevo *Workshop*.

Fase 3: Sustentación/Seguimiento

1. Seguimiento periódico de las acciones planificadas.
2. Confirmación del progreso de las mismas hasta el cierre del proyecto.

3.3 Otras herramientas:

.En este apartado se proceden a explicar algunas técnicas que se han utilizado que no son en sí herramientas Lean. Se han usado tanto para encontrar la causa raíz de algunos problemas detectados que puedan afectar a los costes de producción, como es la herramienta de los 5 porqués como para priorizar las mejoras considerando varios criterios.

3.3.1 5 porqués

Técnica sencilla que ayuda a identificar la causa raíz del problema, utilizando un método que busca sistemáticamente las causas que originaron el problema. Utiliza un proceso de preguntas mediante el cual se van eliminando las capas que esconde la causa real, permitiendo analizar el problema de una manera más profunda y estructurada. Es aplicable a cualquier tipo de asunto y muestra relaciones entre las distintas causas potenciales. (Hernández 2013)

Se procede a explicar la metodología a través del ejemplo de un producto defectuoso que pesa más de lo permitido en las especificaciones.

1. ¿Por qué ha ocurrido el defecto en el producto? → Porque la báscula no pesaba bien.
2. ¿Y por qué no pesaba bien? → Porque la báscula no estaba calibrada.

3. ¿Y por qué no estaba calibrada? → Porque no se siguió el calendario de calibración.
4. ¿Y por qué no se siguió el calendario de calibración? → Porque la persona responsable estaba de vacaciones.
5. ¿Y por qué no había una persona de sustituto? → No se había establecido

3.3.2 Herramientas de decisión multicriterio

Cuando se detectan problemas constantemente aparecen diferentes soluciones que pueden ser capaces de resolver los mismos. En este apartado se van a explicar las dos que se han utilizado para elegir entre distintas opciones a la hora de implementar soluciones a los problemas detectados

3.3.2.1 Diagrama PACE

Se trata de un diagrama bidimensional que sitúa dos criterios de decisión en los diferentes ejes. (Alzola 2015) Situando como criterios de decisión la importancia y la existencia de datos para llevar a cabo dicha solución muestra el siguiente aspecto:

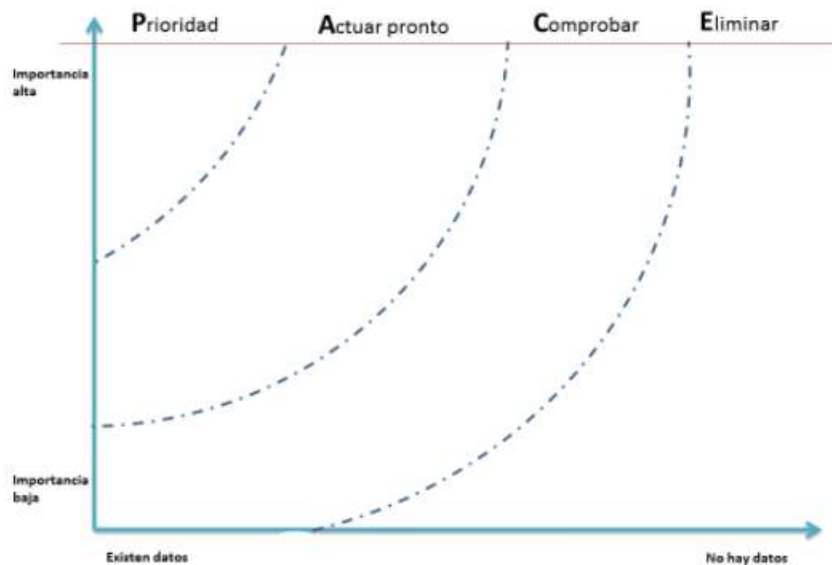


Figura 12: Modelo de diagrama PACE. Fuente: (Alzola 2015)

Las siglas PACE vienen por las cuatro zonas que se crean en el diagrama:

- La zona de priorizar
- La zona de actuar pronto.
- La zona de comprobación en la que lo que se deben recabar más datos.
- La zona de eliminar. Se deben olvidar estas soluciones puesto que no son efectivas.

Una vez ubicadas las posibles soluciones dispuestas en ambos según su valor en ambos ejes, terminarán ocupando alguna de las 4 zonas y en base a eso se priorizaran unas soluciones antes que otras.

3.3.2.2 AHP

El proceso de análisis jerárquico (Saaty 1980) está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. El proceso requiere que quien toma las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que posteriormente especifique su preferencia respecto a los propios criterios. Se acaba obteniendo de esta forma una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas.

Consiste por tanto básicamente en desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión (Saaty 1980)

Se fundamenta en las comparaciones binarias entre elementos y la evaluación de los mismos mediante la asignación de “pesos”. Tiene como ventajas fundamentales desglosar el problema en diferentes partes, permite medir criterios cuantitativos y cualitativos a la vez y presentar un sustento matemático.

Consiste en comparaciones pareadas en función de la siguiente escala de preferencias:

Tabla 3: Escala de preferencias AHP. Fuente: (Osorio 2008)

ESCALA DE PREFERENCIAS

Planteamiento verbal de la preferencia	Calificación Numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Se procede a explicar la metodología que se usa para encontrar cuál es la mejor de las alternativas. (Osorio 2008)

1. Fase de comparación de alternativas según los diferentes criterios:

- a. Se genera una matriz pareada en la que se comparan las preferencias entre las diferentes alternativas para uno de los criterios.
 - b. Posteriormente, se normaliza esa matriz, obteniendo el peso relativo de cada celda en comparación con la suma de su columna.
 - c. Al terminar de normalizarla, mediante el promedio de las filas de la matriz se obtiene lo que se conoce como el vector de preferencia.
 - d. Se repite esta operación para todos los criterios que se quieran considerar.
2. Fase de comparación de preferencia entre los propios criterios.
 - a. Se genera una matriz pareada para comparar las preferencias entre los criterios
 - b. Se normaliza la matriz
 - c. Se consigue un vector de preferencia
 3. Fase de obtención del resultado final. El resultado se obtendrá de la suma de la multiplicación de los vectores de preferencia de cada una de las alternativas según los diferentes criterios por el vector de preferencia del propio criterio. La alternativa elegida será aquella que obtenga el mayor porcentaje.

3.4 Conclusiones

Se ha realizado un repaso a la metodología Lean y a algunas herramientas de decisión multicriterio que serán útiles durante el desarrollo del trabajo, de forma que cuando se lleven a cabo se sepa cómo deben ser implementadas.

Una vez terminado este repaso teórico, se puede comenzar a detectar los problemas, es decir, los desperdicios del proceso productivo para tratar de reducir los costes. Esta será la línea que seguirán los siguientes capítulos.

4 Descripción del Problema

4.1 Introducción

Este punto va a tratar sobre la descripción del problema, se necesita conseguir una reducción de costes para la zona de los lienzos para resultar más atractivos que el resto de compañías del grupo para producir los lienzos para el resto de Europa.

Una vez conocidas la situación de la empresa actualmente y tras aportar un marco teórico que servirá de base para el proyecto, es el momento de tratar de describir la situación actual del taller de flujo de los lienzos, con el objetivo de detectar diferentes problemas cuyas soluciones contribuyan a la reducción de costes requerida en la zona.

Sin embargo, es importante no lanzarse enseguida a posibles soluciones sin conocer a la perfección todas las operaciones que se realizan y sin disponer de suficientes datos. Por tanto, este punto servirá para tratar de evitar palabras como “mucho”, “poco”, “algunas veces”... con el fin de poder hablar con datos en lugar de hacerlo con percepciones como se hace actualmente.

Se lleva a cabo un taller 5S con el objetivo de mejorar la zona en general tanto en aspecto como en practicidad para los operarios reduciendo los movimientos, búsquedas... con el fin de eliminar los desperdicios. Este taller servirá a su vez para detectar algunas incidencias de gran calado que serán el sustento del proyecto de reducción de costes.

Tras explicar la metodología 5S se pasará a detallar algunas incidencias de mayor complicación detectadas durante el taller, las cuales al resolverse o disolverse, pretenden suponer una reducción de costes

Para finalizar se buscará la causa raíz de estas incidencias para poder buscar en futuros apartados posibles soluciones

4.2 Observaciones

Con el fin de poder abordar mejor el problema, se decide llevar a cabo un taller 5S para definir un sitio para cada cosa y asegurarse de que cada cosa está en su sitio con el objetivo de dar visibilidad a los problemas. Este taller, realizado con los operarios durante un mes con 4 sesiones, dos intensivas, un día de seguimiento y uno de clausura, dio lugar a detectar múltiples incidencias que pueden estar afectando a la productividad.

Cabe destacar que de cara al proyecto reducción de costes en la zona, este taller no es un fin sino un medio para alcanzarlo. Por este motivo, se va a incluir este taller en la parte de observaciones, ya que a través del mismo se va a conocer mejor el proceso y se van a poder observar tras ordenar la zona los desperdicios que tiene el proceso de forma desglosada.

La metodología utilizada durante este taller consistió en reunir un equipo formado por dos ingenieros de producción, un supervisor y tres operarios: un impresor-cortador, un montador y un operario de los puestos de lectura. Este equipo recibió en primer lugar una formación en 5S a través de una presentación y de un juego LEGO para entender la importancia del orden en el puesto de trabajo.

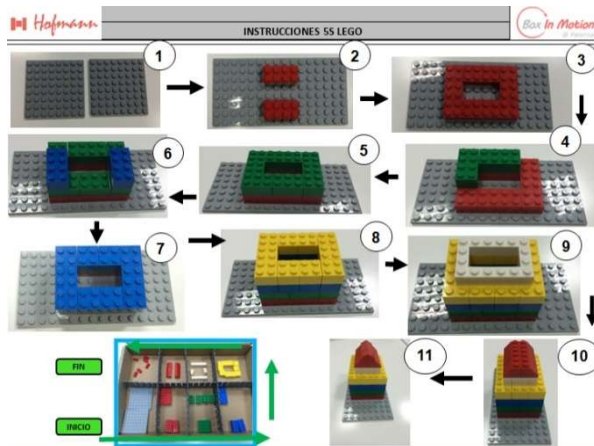



Figura 13: Estándar de instrucciones de montaje de la casa LEGO para la caja con las 5S aplicadas.
Fuente: Elaboración propia.

Durante la formación un operario recibe una caja con todas las piezas del juego LEGO para construir una casa que se muestra como modelo de forma ordenada, las piezas justas e instrucciones de montaje mientras que en la caja del otro participante está todo completamente mezclado, hay piezas de más...Esta situación simula el estado actual de la zona (desastrada) frente al estado futuro que se quiere alcanzar.

Posteriormente, el equipo va al gamba y comienza a anotar en post-its los problemas que detecta a lo largo de la línea siguiendo la metodología:

- Retirar lo inútil
- Ordenar
- Limpiar
- Estandarizar
- Disciplina

Tabla 4: Plan de acción del taller 5S llevado a cabo en la zona de los lienzos. Fuente: Autor corporativo (2017)

		PDCA 5S - Lienzos
69	montaje	ubicar basura para flejes en ff
70	montaje	cadena sujeta con precinto
71	montaje	al montar a mano un lado prensa mas que otro en la pared
72	montaje	falta bolsa herramientas en la pared
73	montaje	falta basura para grapas
74	montaje	sobra silla
75	montaje	poner teflon adhesivo para mesa manual
76	montaje	sobran dos mesas en las paredes
77	montaje	falta ubicar quita grapas buenos para recuperar bastidores
78	retractilado	ubicar rollo plástico retractil cerca de la maquina puesto que pesa mucho
79	retractilado	arreglar puerta retractil azul
80	retractilado	retractil azul rompe el plastico
81	retractilado	ubicar bolsas por si no funciona el retractil
82	retractilado	falta procedimiento cambio film
83	retractilado	fotocelula retractiladora negra desconectada
84	retractilado	retractil azul no saca el ultimo lienzo (necesita otro para empujar)
85	retractilado	falta ubicar papelera retractiladora azul
86	retractilado	Arreglar alambre suelto en retractiladora azul
87	puesto lectura	ubicar saco cola
88	puesto lectura	no espacio para sobres de 6 tamaños en puesto de lectura
89	puesto lectura	mesas lectura no suficientemente profundas en la zona de lectura
90	puesto lectura	abastecer kit mas pegatina junto en un sobre
91	puesto lectura	alimentadores pegatinas no funcionan bien
92	puesto lectura	se pierde tiempo en poner pegatinas - Confirmar si es necesario
93	puesto lectura	sobra alcohol
95	puesto lectura	falta espuma final roldana
96	puesto lectura	ubicar carros producto terminado
97	puesto lectura	escalera amarilla cerca agrupacion
98	puesto lectura	ubicar zona producto terminado cerca de la agrupacion
99	montaje	Ubicar aspirador

Como se puede observar, las incidencias detectadas en esta primera parte del taller, fueron muy sencillas de resolver, pues eran simplemente buscar ubicaciones de material a utilizar durante el proceso cerca del lugar donde se van a utilizar. Con estas mejoras se aumentará ligeramente la productividad puesto que se reduce el tiempo que el operario pasa desplazándose buscando material sin aportar valor al producto.

Al finalizar el taller, los operarios recibieron una formación en principios Lean y en los 7 desperdicios o “mudas” a través de una explicación teórica y un juego ilustrativo con bolígrafos simulando una línea de producción. El juego se lleva a cabo en dos rondas de 5 minutos y se monitoriza al final de las mismas el número de productos terminados, los defectos y los trabajos que quedaron en proceso.

- La primera ronda, se genera un contexto con tres puestos de trabajo, en una línea de producción, repleta de desperdicios como puestos muy alejados, sobreprocesos, generación de defectos...



- Al acabar la primera ronda los operarios realizan un repaso de los desperdicios observados en el proceso y proponen acciones de mejora para cada uno de ellos, lógicamente, las acciones de mejora son muy sencillas.
- Se realiza una segunda ronda implementando las acciones elegidas por los operarios y se comenta posteriormente como han mejorado los indicadores monitorizados.

Tras esta formación se baja con los operarios a la zona de trabajo, la cual está dispuesta de forma limpia y ordenada gracias al taller 5S llevado a cabo y se observa el proceso con el equipo del taller tratando de detectar “mudas” en el proceso.

Tras múltiples observaciones, se comprueba que muchos de los problemas detectados por los operarios durante esta segunda parte del taller, no tienen una solución sencilla. Son estos los que pueden tener mayor impacto en la reducción de costes en la zona. Se han destacado algunas de ellas como son:

1. Incómodo cargar sustrato en las máquinas
2. Pérdida de tiempo en el paso del eje de la impresora al canuto con los topes de la cortadora.
3. Paso incómodo de las impresoras a las cortadoras
4. No se puede trabajar de forma automática en la cortadora
5. Tiempo de espera en fast frame y cortadora
6. Se generan muchas mermas en las fast frame
7. Se pierde mucho tiempo en desplazamiento de operarios a lanzar a repetir trabajos en el sistema
8. Se acumulan los lienzos en el puesto de lectura.

Las siguientes tablas explican dichas incidencias en profundidad relatando cuál es la incidencia, adjuntando si es necesario una foto, quién y dónde ha detectado dicha incidencia (adjuntando foto del plano de la zona) y desde cuando ocurre. Posteriormente, se valoran las importancias en un rango del 1 al 10 que tiene para el operario, para el proyecto y en consonancia con el grupo de trabajo el impacto preliminar que se considera tiene dicha incidencia desde diferentes puntos de vista. Más adelante, se evalúan en la misma escala los 7 desperdicios del Lean para cada una de las incidencias. Para terminar se citan las herramientas que sugieren las incidencias para ser resueltas, así como las posibles soluciones y cómo se van a medir las mismas.

Tabla 5: Incidencia detectada durante el taller 5S: Incómodo cargar sustrato en las máquinas. Fuente: Elaboración propia

Título de la Incidencia/síntoma/curiosidad:

1. Incómodo cargar sustrato en las máquinas.

Observación

Cuando se termina el sustrato en las impresoras, el operario debe acceder al palet de bobinas, sacar la bobina del cartón, cargarla y pasar a través de un paso estrecho para llevarla a las impresoras donde la cargará.

Fuente de Información Primaria

Esta incidencia fue detallada por el operario al cargo de las impresoras durante el turno de la tarde durante el taller 5S que se llevó a cabo en la zona de los lienzos.

Dibujo o Fotografía

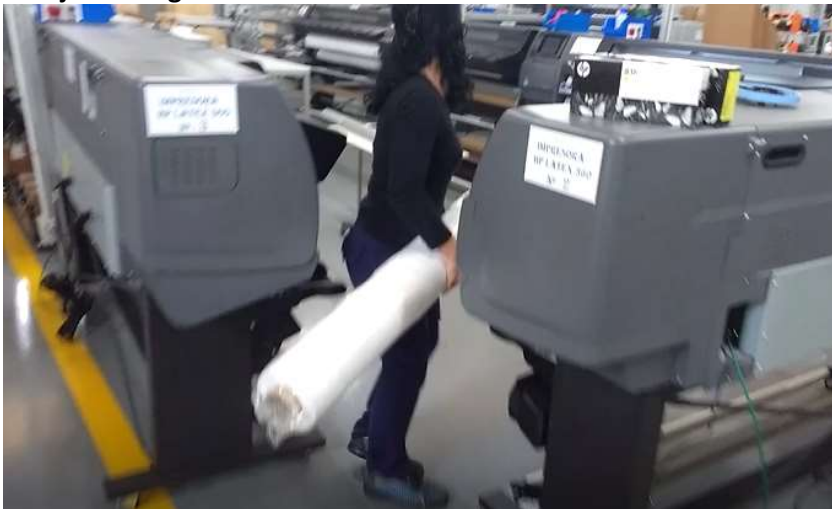


Figura 14 Operario muestra la incomodidad para cargar el sustrato en las máquinas. Fuente: Elaboración propia

Departamento

Área de impresión de la zona de los lienzos

Desde cuando ocurre:

Desde que se inauguró la zona: Septiembre de 2016

Personas de acuerdo en considerar esta incidencia un problema:

4/5

Lugar concreto donde se observó

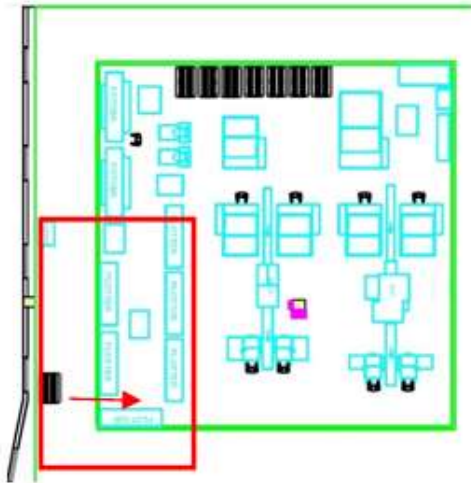


Figura 15: Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº1: palet de bobinas e impresoras.

Fuente: Elaboración propia.

Valoración de la Importancia que le atribuye el operario del 1 al 10

- a. Peligrosidad para las Personas → 7
- b. Importancia del problema → 9
- c. Mejora que supondrá → 7
- d. Complejidad de la solución → 8
- e. Tiempo que se pierde → 9

Valoración de la importancia para el proyecto del 1 al 10

- a. Nivel de Peligrosidad para las Personas → 8
- b. Plazo en el que será relevante → 10
- c. Mejora que supondrá → 8
- d. Complejidad de la solución → 6
- e. Tiempo que se pierde → 9

Impacto preliminar observado del 1 al 10

- a. Peligroso para las personas → 7.5
- b. Caro en Materia Prima → 2
- c. Caro en Personal → 7
- d. Fuente de Defectos en los productos → 6
- e. Fuente de Desperdicios → 8
- f. Caro en capital inmovilizado (stocks) → 1
- g. Fuente de discusiones → 1

- h. Pérdidas de productividad→9
- i. Pérdida de espacio útil→8

Nivel de desperdicio producido por esta incidencia del 1 al 10:

- a. Sobreproducción→1
- b. Esperas→5 el tiempo extra de esta operación provoca más esperas en el cortador.
- c. Stock→2.
- d. Movimiento→ 8: el paso complicado y la distancia al palet del sustrato aumenta el tiempo de movimiento, es decir, tiempo de no valor añadido.
- e. Transporte→8 lo mismo que ocurre con el movimiento del operario.
- f. Sobreproceso→6: todo el tiempo que el operario pierde con la máquina parada desembalando el sustrato, es tiempo de no valor añadido
- g. Defecto→5: Algunas veces el rollo impreso se golpea en este incómodo paso y se generarán defectos de impresión en los lienzos en la parte golpeada.

Área de Conocimiento/Herramienta implicada Acciones de Mejora que nos sugiere el entorno relacionado con la incidencia.

La herramienta que se debe utilizar para resolver el problema es un cambio de layout de la zona persiguiendo resolver los problemas de ubicaciones que ha resaltado el taller 5S.

Posibles Acciones de Mejora que sugiere la incidencia

Puesto que el pallet de sustrato se encuentra lo más cerca posible de las máquinas sin entorpecer el pasillo, la única solución, a priori, sería redistribuir las impresoras para favorecer un paso más cómodo.

Cómo medir la incidencia

Esta incidencia se va a medir de dos maneras:

- A nivel cualitativo: Por el bienestar de los operarios, si resolvemos este incómodo problema ayudará a la buena aceptación y a la colaboración con el proyecto Box in motion.
- A nivel cuantitativo: a través de la mejora de productividad que supondrá esta mejora gracias al ahorro de tiempo de operario.

Tabla 6: Incidencia detectada durante el taller 5S: Pérdida de tiempo en el paso del eje de la impresora al canuto con los topes de la cortadora. Fuente: Elaboración propia.

Título de la Incidencia/síntoma/curiosidad:

2. Pérdida de tiempo en el paso del eje de la impresora al canuto con los topes de la cortadora.

Observación

Cuando se termina el lote de impresión, el operario debe acceder con la bobina impresa hacia las cortadoras. Para hacerlo debe retirar el eje de la impresora, quitar el tope del mismo, extraer el canuto del eje y llevarlo a la cortadora donde posteriormente el operario de corte deberá instalarle los topes compatibles con la cortadora. El impresor al volver colocará un canuto vacío en el eje y volverá a colocarle el tope de la impresora y lo colocará en la máquina.

Fuente de Información Primaria

Esta incidencia fue detectada por mí durante los días de preparación del taller 5S al llevar a cabo la observación de los procesos.

Dibujo o Fotografía



Figura 16: Operario muestra el proceso del paso del eje de la impresora al canuto con topes hacia la cortadora. Fuente: Elaboración propia.

Departamento

Áreas de impresión y corte de la zona de los lienzos

Desde cuando ocurre:

Desde que se inauguró la zona: Septiembre de 2016

Personas de acuerdo en considerar esta incidencia un problema:

3/5

Lugar concreto donde se observó

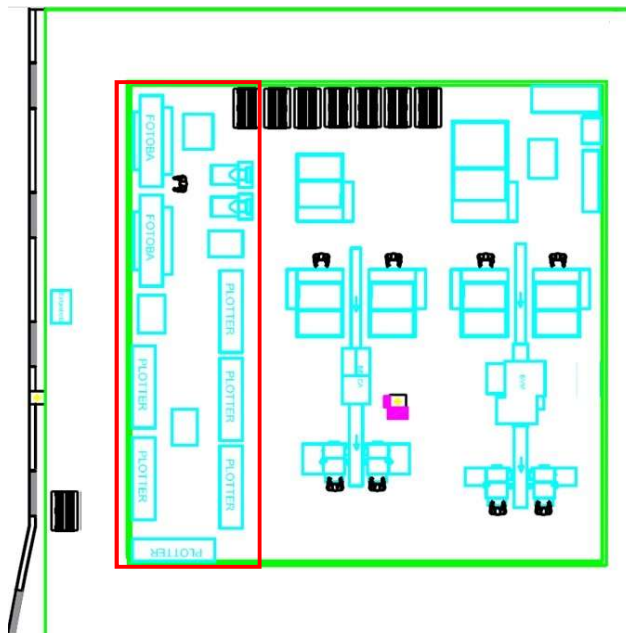


Figura 17: Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº2: fotobas e impresoras. Fuente: Elaboración propia.

Valoración de la Importancia que le atribuye el operario del 1 al 10

- a. Peligrosidad para las Personas → 6
- b. Importancia del problema → 10
- c. Mejora que supondrá → 9
- d. Complejidad de la solución → 5
- e. Tiempo que se pierde → 10

Valoración de la importancia para el proyecto del 1 al 10

- a. Peligrosidad para las Personas → 8
- b. Importancia del problema → 10
- c. Mejora que supondrá → 9
- d. Complejidad de la solución → 4
- e. Tiempo que se pierde → 10

Impacto preliminar observado del 1 al 10

- a. Peligroso para las personas → 6
- b. Caro en Materia Prima → 4
- c. Caro en Personal → 10

- d. Fuente de Defectos en los productos→8
- e. Fuente de Desperdicios→10
- f. Caro en capital inmovilizado (stocks)→1
- g. Fuente de discusiones→1
- h. Pérdidas de productividad→10
- i. Pérdida de espacio útil→9

Nivel de desperdicio producido por esta incidencia del 1 al 10:

- a. Sobreproducción→1.
- b. Esperas→5: la complicación de esta operación genera aún mayores esperas para el cortador.
- c. Stock→1.
- d. Movimiento→8 Múltiples operaciones y movimientos incómodos del operario para adaptar la bobina a la cortadora.
- e. Transporte→2
- f. Sobreproceso→8: Sin duda el cambio de topes es una operación que no aporta valor al producto
- g. Defecto→5: En ocasiones el sustrato se golpea debido a la complejidad de la operación dañando algunos lienzos.

Área de Conocimiento/Herramienta implicada Acciones de Mejora que nos sugiere el entorno relacionado con la incidencia.

La herramienta que se debe utilizar para la mejora de la productividad es la metodología SMED consiguiendo reducir el tiempo de máquina parada.

Posibles Acciones de Mejora que sugiere la incidencia

Se puede hacer un estudio de los procesos de ajuste de la máquina al finalizar un lote y comenzar otro para tratar de reducir el tiempo de cambio de lote y así aumentar la productividad.

Cómo medir la incidencia

Esta incidencia se va a medir con el ahorro de tiempo de operario y el aumento de tiempo en marcha de las impresoras que se consideran cuello de botella, sin conocer con exactitud tiempos de procesos.

Tabla 7: Incidencia detectada durante el taller 5S: Paso incómodo de las impresoras a las cortadoras.

Fuente: Elaboración propia.

Título de la Incidencia/síntoma/curiosidad:

3. Paso incómodo de las impresoras a las cortadoras

Observación

Cuando se termina el lote de impresión, el operario debe acceder con la bobina impresa hacia las cortadoras. El paso hacia las mismas es muy estrecho e incómodo como para realizarlo cargado. Además hay mucho tiempo de desplazamiento de operario (tiempo de no valor añadido)

Fuente de Información Primaria

Esta incidencia fue detallada por el operario al cargo de las cortadoras durante el turno de la mañana durante el taller 5S que se llevó a cabo en la zona de los lienzos.

Dibujo o Fotografía



Figura 18: Operario muestra el proceso del paso incómodo de las impresoras a las cortadoras. Fuente: Elaboración propia.

Departamento

Áreas de impresión y corte de la zona de los lienzos

Desde cuando ocurre:

Desde que se inauguró la zona: Septiembre de 2016

Personas de acuerdo en considerar esta incidencia un problema:

4/5

Lugar concreto donde se observó

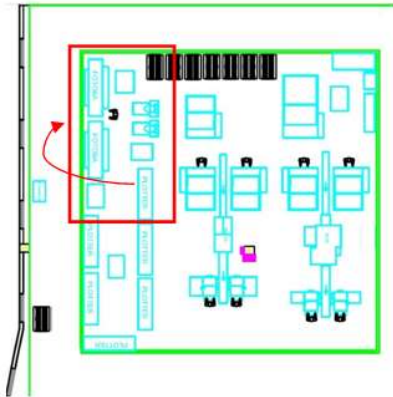


Figura 19 Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº3 en el paso de las impresoras a las fotobas. Fuente: Elaboración propia.

Valoración de la Importancia que le atribuye el operario del 1 al 10

- a. Peligrosidad para las Personas → 6
- b. Importancia del problema → 10
- c. Mejora que supondrá → 8.5
- d. Complejidad de la solución → 7
- e. Tiempo que se pierde → 8

Valoración de la importancia para el proyecto del 1 al 10

- a. Peligrosidad para las Personas → 7
- b. Importancia del problema → 10
- c. Mejora que supondrá → 9
- d. Complejidad de la solución → 6
- e. Tiempo que se pierde → 9

Impacto preliminar observado del 1 al 10

- a. Peligroso para las personas → 6
- b. Caro en Materia Prima → 3
- c. Caro en Personal → 8
- d. Fuente de Defectos en los productos → 7
- e. Fuente de Desperdicios → 7
- f. Caro en capital inmovilizado (stocks) → 1
- g. Fuente de discusiones → 1
- h. Pérdidas de productividad → 9
- i. Pérdida de espacio útil → 8

Nivel de desperdicio producido por esta incidencia del 1 al 10:

- a. Sobreproducción→0.
- b. Esperas→5 el tiempo extra de esta operación provoca más esperas en el cortador.
- c. Stock→8: la ausencia de sistema de arrastre y el alto tamaño de lote provoca niveles más altos de trabajo en proceso.
- d. Movimiento→ 8: el paso complicado y la distancia entre la salida de una máquina y la entrada a la siguiente aumenta el tiempo de movimiento, es decir, tiempo de no valor añadido.
- e. Transporte→8 lo mismo que ocurre con el movimiento del operario.
- f. Sobreproceso→2
- g. Defecto→5: Algunas veces el rollo impreso se golpea en este incómodo paso y se generan defectos en los lienzos de la parte golpeada.

Área de Conocimiento/Herramienta implicada Acciones de Mejora que nos sugiere el entorno relacionado con la incidencia.

La herramienta que se debe utilizar para resolver el problema es un cambio de layout de la zona persiguiendo resolver los problemas de ubicaciones que ha resaltado el taller 5S y consiguiendo poner en línea, o al menos muy cerca de estarlo, operaciones que se realizan de manera consecutiva.

Posibles Acciones de Mejora que sugiere la incidencia

Se necesita cambiar el layout actual.

Cómo medir la incidencia

Esta incidencia se va a medir de dos maneras:

- A nivel cualitativo: Por el bienestar de los operarios, si resolvemos este incómodo problema ayudará a la buena aceptación y a la colaboración con el proyecto Box in motion.
- A nivel cuantitativo: a través de la mejora de productividad que supondrá esta mejora gracias al ahorro de tiempo de operario.

Tabla 8: Incidencia detectada durante el taller 5S: No se puede trabajar de forma automática en las cortadoras. Fuente: Elaboración propia.

Título de la Incidencia/síntoma/curiosidad:

4. No se puede trabajar de forma automática en la cortadora.

Observación

Al cortar en la cortadora el operario no puede utilizar la misma en modo automático puesto que el corte es erróneo por la desviación del canuto o porque existen múltiples tamaños de lienzos dentro de la misma bobina.

Fuente de Información Primaria

Esta incidencia fue detectada por el operario y la dio a conocer a lo largo de los días intensivos del taller 5S.

Dibujo o Fotografía



Figura 20: Operario muestra el proceso de la cortadora. Fuente: Elaboración propia.

Departamento

Áreas de corte de la zona de los lienzos

Desde cuando ocurre:

Desde que se inauguró la zona: Septiembre de 2016

Personas de acuerdo en considerar esta incidencia un problema:

3/5

Lugar concreto donde se observó

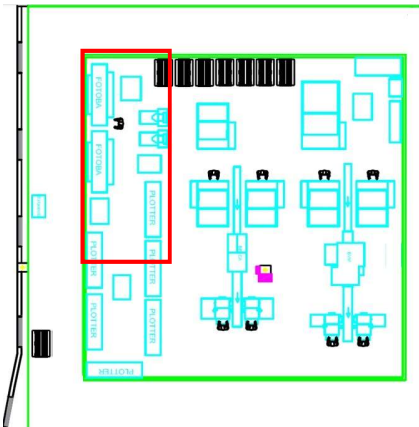


Figura 21: Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº4: fotobas y cortadoras de puntas.

Fuente: Elaboración propia.

Valoración de la Importancia que le atribuye el operario del 1 al 10

- a. Peligrosidad para las Personas → 1
- b. Importancia del problema →9
- c. Mejora que supondrá →7
- d. Complejidad de la solución →8
- e. Tiempo que se pierde →9

Valoración de la importancia para el proyecto del 1 al 10

- a. Peligrosidad para las Personas→4
- b. Importancia del problema →10
- c. Mejora que supondrá →8
- d. Complejidad de la solución→9
- e. Tiempo que se pierde→ 8

Impacto preliminar observado del 1 al 10

- a. Peligroso para las personas →6
- b. Caro en Materia Prima→4
- c. Caro en Personal→10
- d. Fuente de Defectos en los productos→9
- e. Fuente de Desperdicios→10
- f. Caro en capital inmovilizado (stocks)→1
- g. Fuente de discusiones→8
- h. Pérdidas de productividad→10
- i. Pérdida de espacio útil→1

Nivel de desperdicio producido por esta incidencia del 1 al 10:

- a. Sobreproducción→1
- b. Esperas→1
- c. Stock→1
- d. Movimiento→7: Movimientos constantes del operario para reajustar las cuchillas
- e. Transporte→1
- f. Sobreproceso→8: el ajuste manual de las cuchillas constantemente, así como el corte manual realizado con tijera por culpa de diferentes tamaños de lienzo dentro de la misma fila de la bobina son claros sobreprocesos
- g. Defecto→9: puesto que el ajuste y en ocasiones el corte se realizan de forma manual, se generan muchos defectos en los lienzos afectados.

Área de Conocimiento/Herramienta implicada Acciones de Mejora que nos sugiere el entorno relacionado con la incidencia.

Para tratar de resolver este problema se podría utilizar la metodología de resolución de problemas con el operario, a través de una herramienta como puede ser los 5 porqués para descubrir la causa y buscar soluciones.

Posibles Acciones de Mejora que sugiere la incidencia

Se podría invertir en mejor tecnología de ajuste siguiendo la teoría Lean del control autónomo de defectos en las máquinas (Jidoka) en la máquina cortadora para que se adapte en cada fila de lienzos a las líneas de corte establecidas.

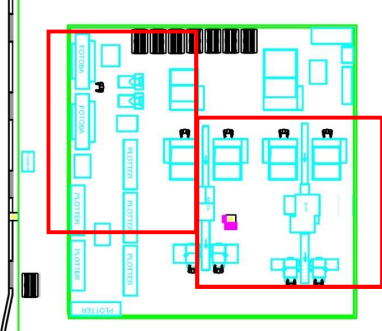
También podría establecerse mismos tamaños de lienzos dentro de la misma línea en la bobina.

Cómo medir la incidencia

Esta incidencia se va a medir con el ahorro de tiempo de operario y la disminución de mermas provocadas por lienzos mal cortados.

Tabla 9: Incidencia detectada durante el taller 5S: Tiempo de espera en fast frame y cortadora.

Fuente: Elaboración propia.

<p>Título de la Incidencia/síntoma/curiosidad: 5. Tiempo de espera en fast frame y cortadora</p>
<p>Observación Los operarios situados en las cortadoras y fast frames terminan de cortar y montar los lienzos antes de que les llegue el siguiente lote impreso</p>
<p>Fuente de Información Primaria Esta incidencia fue detectada por el impresor puesto que afirmaba tener que cortar la bobina antes de que acabara el lote, provocando así la mayoría de las veces defectos en las dos filas de lienzos a las que separa el corte (éste se realiza con cutter). Se dio a conocer durante los días intensivos del taller 5S.</p>
<p>Departamento Área de montaje, corte e impresión de la zona de los lienzos</p>
<p>Desde cuando ocurre: Desde que se inauguró la zona: Septiembre de 2016</p>
<p>Personas de acuerdo en considerar esta incidencia un problema: 3/5</p>
<p>Lugar concreto donde se observó</p> 
<p>Figura 22 Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº5: fotobas y Fast Frames. Fuente: Elaboración propia.</p>
<p>Valoración de la Importancia que le atribuye el operario del 1 al 10</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Nivel de Peligrosidad para las Personas → 2 b. Importancia del problema →9 c. Mejora que supondrá →9 d. Complejidad de la solución →8 e. Tiempo que se pierde →9

Valoración de la importancia para el proyecto del 1 al 10

- a. Nivel de Peligrosidad para las Personas→7
- b. Importancia del problema →10
- c. Mejora que supondrá →9
- d. Complejidad de la solución→9
- e. Tiempo que se pierde→ 9

Impacto preliminar observado del 1 al 10

- a. Peligroso para las personas →6
- b. Caro en Materia Prima→8
- c. Caro en Personal→10
- d. Fuente de Defectos en los productos→9
- e. Fuente de Desperdicios→10
- f. Caro en capital inmovilizado (stocks)→1
- g. Fuente de discusiones→8
- h. Pérdidas de productividad→10
- i. Pérdida de espacio útil→1

Nivel de desperdicio producido por esta incidencia del 1 al 10:

- a. Sobreproducción→8: puesto que el sistema no es pull sino push, ya que es el impresor el que empuja de la línea de producción, en lugar de ser el montador.
- b. Esperas→10: las líneas sin balancear o el tamaño de lote grande provocan tiempo ociosos.
- c. Stock→8: la ausencia de sistema de arrastre y el alto tamaño de lote provoca niveles altos de trabajo en proceso.
- d. Movimiento→1
- e. Transporte→1
- f. Sobreproceso→8: el corte manual de la bobina impresa no aporta valor al producto
- g. Defecto→10: puesto que el corte se realiza de forma manual, se generan muchos defectos

Área de Conocimiento/Herramienta implicada Acciones de Mejora que nos sugiere el entorno relacionado con la incidencia.

Establecimiento de menor tamaño de lote.

Posibles Acciones de Mejora que sugiere la incidencia

Reducir el tamaño de lote, este problema está enlazado con el anterior problema citado de la pérdida excesiva de tiempo de cambio de lote.

Cómo medir la incidencia

Esta incidencia se va a medir con la disminución de tiempo de operario ocioso, así como la disminución de mermas y el aumento por tanto de la productividad.

Tabla 10: Incidencia detectada durante el taller 5S: Se generan muchas mermas en las Fast Frames.

Fuente: Elaboración propia.

<p>Título de la Incidencia/síntoma/curiosidad: 6. Se generan muchas mermas en las Fast Frames.</p>
<p>Observación El operario que está montando los lienzos produce mucha merma. El operario debe colocar las líneas que marcan el centro del lienzo en la línea indicada por la máquina, no obstante, muchos de los lienzos se montan de forma errónea y deben ser retrabajados o repetidos por completo. En otras ocasiones, el operario pierde tiempo en centrarlo sin seguir el guiado de la máquina.</p>
<p>Fuente de Información Primaria Esta incidencia fue detectada por el encargado del taller y la dio a conocer durante los días intensivos del taller 5S.</p>
<p>Dibujo o Fotografía</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 23: Operario debe realizar regrapados por el mal funcionamiento de las Fast Frame. Fuente: Elaboración propia.</p>
<p>Departamento Área de montaje de la zona de los lienzos</p>
<p>Desde cuando ocurre: Desde que se inauguró la zona: Septiembre de 2016</p>
<p>Personas de acuerdo en considerar esta incidencia un problema: 5/5</p>

Lugar concreto donde se observó

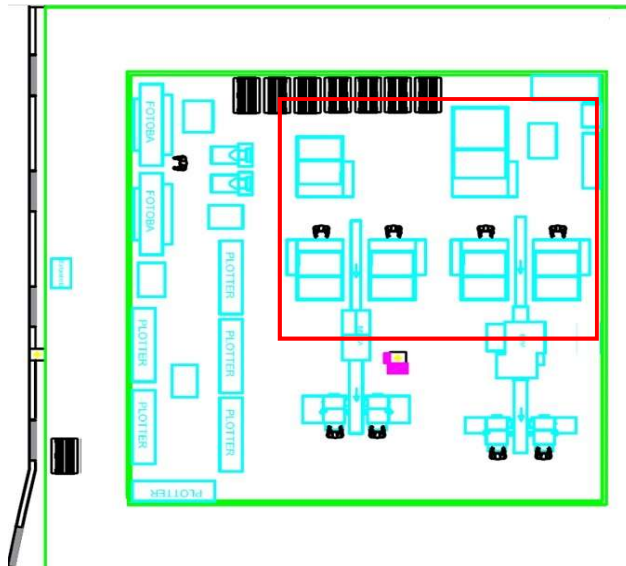


Figura 24: Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº6 : Fast Frame. Fuente: Elaboración propia.

Valoración de la Importancia que le atribuye el operario del 1 al 10

- a. Nivel de Peligrosidad para las Personas → 2
- b. Importancia del problema →9
- c. Mejora que supondrá →9
- d. Complejidad de la solución →8
- e. Tiempo que se pierde →9.5

Valoración de la importancia para el proyecto del 1 al 10

- a. Nivel de Peligrosidad para las Personas→7
- b. Importancia del problema →10
- c. Mejora que supondrá →9
- d. Complejidad de la solución→9
- e. Tiempo que se pierde→ 9

Impacto preliminar observado del 1 al 10

- a. Peligroso para las personas →6
- b. Caro en Materia Prima→8
- c. Caro en Personal→10
- d. Fuente de Defectos en los productos→9
- e. Fuente de Desperdicios→10
- f. Caro en capital inmovilizado (stocks)→1
- g. Fuente de discusiones→8
- h. Pérdidas de productividad→10
- i. Pérdida de espacio útil→1

Nivel de desperdicio producido por esta incidencia del 1 al 10:

- a. Sobreproducción→2
- b. Esperas→7
- c. Stock→3
- d. Movimiento→1
- e. Transporte→1
- f. Sobreproceso→9: el reajuste manual de las grapas cuando no se montan adecuadamente en las fast frames no aporta valor extra al producto
- g. Defecto→10: El mal montaje en las máquinas conlleva un defecto que provoca repetir el trabajo. Todo lo realizado anteriormente a ese lienzo no sirve de nada

Área de Conocimiento/Herramienta implicada Acciones de Mejora que nos sugiere el entorno relacionado con la incidencia.

Para tratar de resolver este problema se podría utilizar la metodología de resolución de problemas con el operario, a través de una herramienta como puede ser los 5 porqués para descubrir la causa y buscar soluciones.

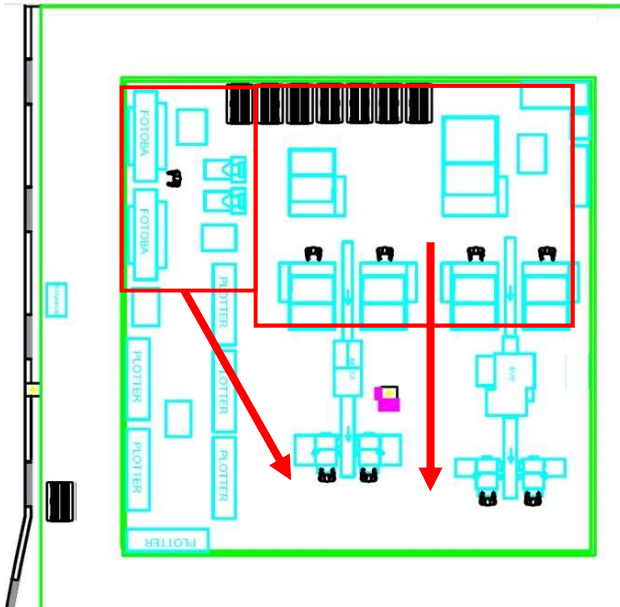
Posibles Acciones de Mejora que sugiere la incidencia

El problema no sugiere a corto plazo ninguna solución. Se podrá intentar una metodología de resolución como los 5 porqués con el operario, ya que éste es el que más sabe de los procesos.

Cómo medir la incidencia

Esta incidencia se va a medir con el ahorro de tiempo de operario y la disminución de mermas provocadas por lienzos mal montados.

Tabla 11: Incidencia detectada durante el taller 5S: Se pierde mucho tiempo en desplazamiento de operarios a lanzar a repetir los trabajos. Fuente: Elaboración propia.

<p>Título de la Incidencia/síntoma/curiosidad: 7. Se pierde mucho tiempo en desplazamiento de operarios a lanzar a repetir los trabajos en el sistema.</p>
<p>Observación El operario cortador y los montadores, cada vez que rompen un lienzo, deben desplazarse hasta los puestos de lectura para poder lanzar a repetir los trabajos.</p>
<p>Fuente de Información Primaria Esta incidencia fue detectada por el encargado del taller durante los días intensivos del taller 5S.</p>
<p>Desde cuando ocurre: Desde que se inauguró la zona: Septiembre de 2016</p>
<p>Departamento Área de montaje y corte de la zona de los lienzos hasta puesto de lectura</p>
<p>Personas de acuerdo en considerar esta incidencia un problema: 2/5</p>
<p>Lugar concreto donde se observó</p> 
<p>Figura 25: Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº7 : fotobas y Fast Frame. Fuente: Elaboración propia.</p>

Valoración de la Importancia que le atribuye el operario del 1 al 10

- a. Nivel de Peligrosidad para las Personas → 2
- b. Importancia del problema →9
- c. Mejora que supondrá →6
- d. Complejidad de la solución →3
- e. Tiempo que se pierde →8

Valoración de la importancia para el proyecto del 1 al 10

- a. Nivel de Peligrosidad para las Personas→1
- b. Importancia del problema →8
- c. Mejora que supondrá →7
- d. Complejidad de la solución→4
- e. Tiempo que se pierde→ 9

Impacto preliminar observado del 1 al 10

- a. Peligroso para las personas →1
- b. Caro en Materia Prima→5
- c. Caro en Personal→4
- d. Fuente de Defectos en los productos→1
- e. Fuente de Desperdicios→6
- f. Caro en capital inmovilizado (stocks)→1
- g. Fuente de discusiones→10
- h. Pérdidas de productividad→8
- i. Pérdida de espacio útil→1

Nivel de desperdicio producido por esta incidencia del 1 al 10:

- a. Sobreproducción→1.
- b. Esperas→8 el tiempo extra de esta operación las provoca en el puesto de lectura.
- c. Stock→2.
- d. Movimiento→ 10: Desplazamientos constantes de operario.
- e. Transporte→1.
- f. Sobreproceso→1.
- g. Defecto→1.

Posibles Acciones de Mejora que sugiere la incidencia

El problema sugiere la instalación de equipos para repetir el trabajo en la zona cercana a donde se producen los defectos, es decir, cerca de las montadoras y cerca de las cortadoras.

Cómo medir la incidencia

Esta incidencia se va a medir con el ahorro de tiempo de operario.

Tabla 12: Incidencia detectada durante el taller 5S: Se acumulan lienzos en los puestos de lectura. Fuente:
Fuente: Elaboración propia.

Título de la Incidencia/síntoma/curiosidad:

8. Se acumulan los lienzos en el puesto de lectura.

Observación

El operario que está empaquetando los lienzos, no da abasto y se le acumulan los trabajos.

Fuente de Información Primaria

Esta incidencia fue detectada por el equipo del taller durante los días intensivos del taller 5S.

Dibujo o Fotografía



Figura 26: Operario muestra la acumulación de lienzos en su puesto de lectura. Fuente: Elaboración propia.

Departamento

Puestos de lecturas de la zona de los lienzos.

Personas de acuerdo en considerar esta incidencia un problema:

4/5

Lugar concreto donde se observó

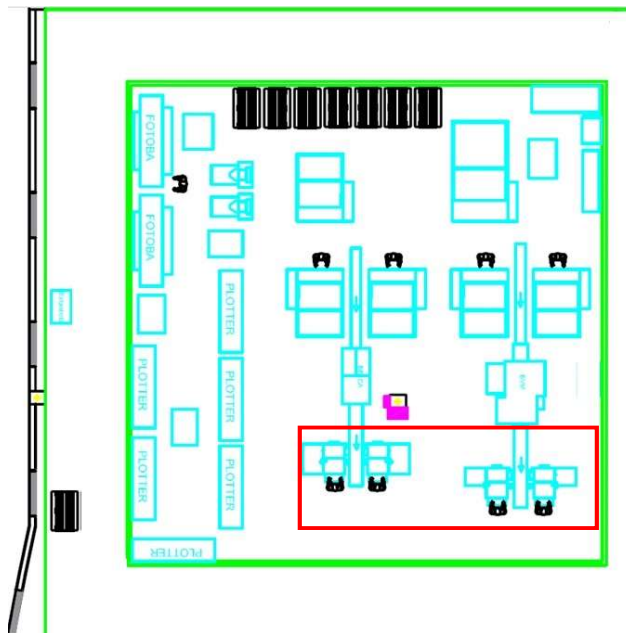


Figura 27: Vista en planta de la zona donde se detectó la incidencia nº8 : puestos de lectura. Fuente: Elaboración propia.

Desde cuando ocurre:

Desde que se inauguró la zona: Septiembre de 2016

Valoración de la Importancia que le atribuye el operario del 1 al 10

- a. Nivel de Peligrosidad para las Personas → 2
- b. Importancia del problema →9
- c. Mejora que supondrá →9
- d. Complejidad de la solución →9
- e. Tiempo que se pierde →9

Valoración de la importancia para el proyecto del 1 al 10

- a. Nivel de Peligrosidad para las Personas→2
- b. Importancia del problema →10
- c. Mejora que supondrá →9
- d. Complejidad de la solución→9
- e. Tiempo que se pierde→ 9

Impacto preliminar observado del 1 al 10

- 1. Peligroso para las personas →1
- 2. Caro en Materia Prima→1
- 3. Caro en Personal→1
- 4. Fuente de Defectos en los productos→9

5. Fuente de Desperdicios→10
6. Caro en capital inmovilizado (stocks)→8
7. Fuente de discusiones→9
8. Pérdidas de productividad→10
9. Pérdida de espacio útil→1

Nivel de desperdicio producido por esta incidencia del 1 al 10:

- a. Sobreproducción→1.
- b. Esperas→9 Se acumulan los trabajos al final de la línea y acaba suponiendo una parada en la zona de montaje.
- c. Stock→8: Se genera mucho trabajo en proceso.
- d. Movimiento→ 8: excesivos movimientos de operario a por consumibles así como operaciones incómodas
- e. Transporte→1.
- f. Sobreproceso→7: algunas de las operaciones realizadas no aportan valor al producto
- g. Defecto→3

Área de Conocimiento/Herramienta implicada Acciones de Mejora que nos sugiere el entorno relacionado con la incidencia.

Para tratar de resolver este problema se podrían usar metodologías de balanceo de líneas, instalar más puestos de lectura si fuera necesario y quizás estudio de trabajo MTM para reducir el tiempo de las operaciones.

Posibles Acciones de Mejora que sugiere la incidencia

Equilibrado de líneas y reducción de las operaciones realizadas en el puesto de lectura.

Cómo medir la incidencia:

Ahorro de tiempo de operario y posible disminución del tiempo de ciclo que puede suponer un aumento de productividad si el puesto de lectura es cuello de botella (no se tienen datos de las líneas aún).

4.3 Causa raíz

Tras recoger y clasificar las incidencias junto al equipo de trabajo, se procede a utilizar la metodología de los 5 porqués para encontrar la causa raíz de todas ellas.








Tabla 13: Aplicación de la metodología de los 5 Porqués para las incidencias encontradas en la zona de los lienzos. Fuente: Elaboración propia.

NÚM.	INCIDENCIA	1º PORQUÉ	2ºPORQUÉ	3ºPORQUÉ	4ºPORQUÉ	5ºPORQUÉ
1	Carga sustrato provoca parada impresoras	porque se hacen todas las operaciones con la máquina parada	no se ha estudiado esta operación			
1	Carga sustrato provoca parada impresoras	las bobinas vienen con excesivo embalaje	el personal logístico no lo prepara	nadie lo ha establecido		
1	Carga sustrato provoca parada impresoras	el paso es muy estrecho	las impresoras están mal ubicadas	no se diseñó de forma óptima el layout		
2	Mucho tiempo de cambio de lote	se debe sacar el tope del eje	para sacar el canuto	para poder instalarle los topes de la cortadora	no usan los mismos topes que los del eje	no se ha estudiado esta operación
3	Paso incómodo de las impresoras a las cortadoras	se debe pasar por un paso estrecho	Las impresoras y las cortadoras están mal ubicadas	la entrada de las cortadoras está opuesta a la salida de las impresoras	no se diseñó de forma óptima el layout	
4	No se puede trabajar de forma automática en las cortadoras	el corte no es el adecuado	hay lienzos de diferentes tamaños en la misma	El uso del sustrato no está optimizado		

			línea de impresión			
4	No se puede trabajar de forma automática en las cortadoras	el corte no es el adecuado	las cuchillas no se adaptan a la desviación del canuto	la máquina no dispone de control autónomo de defectos	nadie lo ha diseñado.	
4	No se puede trabajar de forma automática en las cortadoras	el corte no es el adecuado	las cuchillas no se adaptan a la desviación del canuto	el canuto se desvía al enrollarse	la impresora no tiene ninguna pieza que guíe el enrollado	nadie lo ha diseñado
5	Tiempo de espera en fast frame	acaban sus tareas antes de que lleguen lienzos cortados	el cortador está esperando también	los lotes de impresión son muy grandes	El uso del sustrato no está optimizado	no existe balanceado de líneas
5	Tiempo de espera en fast frame	acaban sus tareas antes de que lleguen lienzos cortados	el cortador está esperando también	los lotes de impresión son muy grandes	se pierde mucho tiempo en el cambio de lote	2
6	Se generan muchas mermas en Fast frame	los lienzos no se montan bien	no vienen bien cortados	4		
7	Desplazamiento de operarios a repetir trabajos	los lienzos no se montan bien	4			

7	Desplazamiento de operarios a repetir trabajos	los lienzos no se cortan bien	4			
7	Desplazamiento de operarios a repetir trabajos	deben ir a los puestos de lectura a repetirlos	no tienen un equipo para repetirlos cerca del foco de generacion de mermas			
8	Se acumulan lienzos en puesto de lectura	no da abasto a leer los trabajos que tiene	tiempo de ciclo mayor que los anteriores	demasiadas operaciones en el puesto de lectura	no existe balanceado de líneas	

Tras llevar a cabo la metodología de los 5 porqués con las incidencias detectadas por los operarios, el equipo descubre 7 causas raíz fundamentales que se distinguen por el código de color:

-  No se ha estudiado esta operación
-  No existe una estructura de logística interna definida en la empresa.
-  El layout de la zona no es el adecuado.
-  El uso del sustrato no está optimizado.
-  Falta tecnología de corte y/o enrollado.
-  Las líneas no están balanceadas.
-  Falta equipo para repetir trabajos cerca del foco de las mermas.

4.4 Conclusiones

Tras mejorar la zona con el taller 5S, ha sido más sencillo detectar algunos desperdicios que permanecían ocultos debido al caos general de la zona.

Coincide por tanto el fin de este apartado con uno de los objetivos del proyecto Box in Motion, ya que han sido los operarios los que han sido capaces de detectar las ineficiencias del proceso tras ser formados en 5S y en las 7 “Mudas”.



Posteriormente, tras llevar a cabo la metodología de los 5 porqués con los propios operarios, se han detectado 7 causas raíz de los problemas de la zona que marcarán las futuras líneas de acción del proyecto.

En los siguientes puntos se generaran alternativas para tratar de resolver o disolver las causas que provocan las deficiencias y posteriormente se elegirán las mejores para establecer su plan de implementación.

5 Definición y Selección de Alternativas

5.1 Introducción

Puesto que ningún problema real es cerrado. Ningún problema abierto tiene una única solución. Por lo tanto es importante generar diversas alternativas para resolver los problemas, por este motivo el inicio de este capítulo mostrará la metodología escogida para que el equipo pueda proponer las opciones de mejora a las causas raíz detectadas anteriormente.

Posteriormente se elegirán las mejores alternativas, ya que a pesar de haber muchas soluciones para un mismo problema, siempre hay una que es la mejor y es la que se debe tratar de implementar.

Es importante invertir tiempo en esta fase del proyecto ya que una mala selección de las acciones a implementar para conseguir la pretendida mejora de productividad acabará suponiendo el fracaso del proyecto. Por este motivo se ha hecho especial hincapié en este apartado y en utilizar diferentes metodologías de selección de alternativas.

5.2 Generación de alternativas.

5.2.1 Metodología

Para este punto, se vuelve a reunir por última vez el equipo del taller con la intención de generar alternativas para atacar las causas raíz de los problemas anteriormente detectados. El procedimiento que se sigue es el de repasar las causas raíz detectadas en la última sesión e ir proponiendo soluciones a través de la tormenta de ideas (brainstorming)

Cabe destacar que en para esta sesión, el equipo del taller crece añadiendo al anterior equipo formado por tres operarios, un supervisor de taller y dos ingenieros de producción, la figura de un diseñador y un ingeniero electrónico que ayudarán para las tareas creativas así como para aportar el punto de vista técnico a las posibles ideas.

Antes de comenzar la sesión se establecen los roles de los participantes, en este caso, todos serán participantes mientras que habrá un rol de promotor de la metodología que ejercerá de coordinador. Se establecen por tanto algunas reglas y pautas a seguir que no pueden ser vulneradas:

1. Durante los primeros diez minutos se fomenta la propuesta de malas ideas con el fin de generar un ambiente distendido, el propio coordinador comienza con algunas para animar al resto.
2. Se va a dividir el problema en las diferentes causas raíz destacadas, tratando cada uno de las causas durante 10 minutos.
3. Durante el tiempo que dura la tormenta de ideas para cada una de las causas raíz, los participantes anotan en post-its las ideas que tienen en la pizarra agrupadas en:

- a. Modificaciones técnicas
 - b. Cambio de proceso
 - c. Otros.
4. Durante los 10 minutos que dura la fase divergente se debe generar todo tipo de que se nos vayan pasando por la cabeza hasta que tengamos la sensación de que hemos agotado todas las vías posibles. (López 2012)
 5. En esta fase de divergencia, queda absolutamente prohibido criticar las ideas propuestas por otros compañeros. Todas, todas las ideas, por locas o descabelladas que parezcan, deber quedar anotadas. (López 2012)
 6. Al finalizar la fase convergente, el equipo selecciona las mejores alternativas por medio de gomets de colores, el verde supone que la idea continúa, con el amarillo la idea se vota más adelante y si es rojo, la idea se descarta.
 7. Las ideas con gomet verde, elegidas como mejor opción por la mayoría, se llevarán a cabo directamente. Mientras que las que tienen gomet amarillo se someten a votación.
 8. Al finalizar la votación de las ideas que quedaron con gomet amarillo, se obtienen unas ideas finales del brainstorming que pasarán a ser estudiadas en profundidad mediante alguna metodología de selección multicriterio

5.2.2 Resultados

En este apartado se procede a comentar las ideas que han surgido junto al equipo al terminar la sesión del brainstorming. Son los siguientes:

- Para la primera causa raíz: no se ha estudiado la operación de cambio de lote en la impresora, carga y descarga de la misma, el resultado obtenido por el equipo es únicamente llevar a cabo una metodología SMED para estudiar toda la operación y tratar de reducir el tiempo de cambio de lote, ya que ha sido dicha opción la que se ha valorado con gomet verde en la sesión de brainstorming
- Por lo que respecta a la segunda, no existe estructura de logística interna definida en la empresa, sólo se ha propuesto la opción de generar un procedimiento estándar de la entrega de bobinas sin embalajes en la zona, ya que se ha descubierto que no existía la posibilidad de que el fabricante lo enviara sin embalaje puesto que se estropearía en el transporte.
- En la tercera causa, se han propuesto distintas soluciones que han quedado con gomet amarillo:
 - Opción 1: voltear únicamente las fotobas (cortadoras), quedando resuelto el problema de que la salida de las impresoras no está orientada en el mismo sentido que la entrada de las cortadoras.

- Opción 2: mover toda la zona de los lienzos al completo a otra zona de la planta más grande que está vacía actualmente
- Opción 3: adaptarse a la zona actual buscando la mejor solución.
- En el caso de la cuarta causa raíz: el uso del sustrato no está optimizado, se decide por unanimidad que la mejor opción es generar lotes de impresión múltiples de 3 en el caso de los lienzos de tamaño 40, de 4 en los de tamaño 30 y de 5 en los de tamaño 20.

Es decir, puesto que el problema de los lotes es que se quedaban algunos huecos blancos de papel, o que algunos lienzos debían volverse a cortar a mano (como se ve en la figura 29), en el cambio de un tamaño mayor a uno menor en la misma línea (figura 30), se decide cambiar el programa que lanza los lienzos a imprimir de forma que en la misma línea de impresión solo haya lienzos del mismo tamaño.



Figura 28. Muestra de mezcla de diferentes tamaños en la misma fila de impresión y corte provocando reprocesados. Fuente: Elaboración propia.



Figura 29. Muestra de reprocesado en la operación de corte por mezcla de diferentes tamaños. Fuente: Elaboración propia.

- En lo relativo a la quinta causa raíz, falta tecnología corte y / o enrollado se han obtenido tres posibilidades:
 - Instalar sensor que detecte la desviación del sustrato en la cortadora y lo corrija automáticamente.
 - Copiar el mecanismo de enrollado de la VSP para guiar el enrollado del canuto de forma que se enrolle recto y por tanto se corte recto.

- Instalar dispositivo que corte directamente al salir de la propia impresora.
- Por lo que respecta a la sexta causa raíz, que consiste en que las líneas no están balanceadas, el equipo propone solamente llevar a cabo un estudio de tiempos al terminar las otras novedades que se decidan para tratar de balancear las líneas.
- Para la última causa raíz, falta un ordenador con un lector para repetir trabajos cerca del foco de generación de mermas, es decir, cerca de las cortadoras y de las impresoras, el equipo se ha acabado quedando con la opción de instalar dos equipos en total, es decir, uno cerca de cada zona.

5.3 Elección de la mejor alternativa.

En este apartado se van a elegir las mejores opciones para las soluciones propuestas para las diferentes causas raíz de los problemas previamente detectados. Únicamente se tiene que elegir entre las opciones propuestas para la tercera y la quinta causa raíz, ya que para las otras opciones el equipo de trabajo ha decidido por unanimidad llevar a cabo la opción elegida ya que se mostraba como la mejor opción con claridad para el grupo.

Se van a utilizar varias metodologías para cada elegir entre las diferentes opciones que se presentan para el cambio de layout y para la tecnología de corte y/o enrollado. El motivo por el que se usan dichas metodologías es que existe gran división en el grupo a la hora de seleccionar la mejor opción.

5.3.1 AHP para el cambio de layout

En el caso de las alternativas para el cambio de layout se va a realizar mediante la metodología AHP. Se decide llevar a cabo AHP para elegir la mejor opción puesto que se desean tener en cuenta más de dos criterios a la hora de realizar la elección

Cabe recordar que las alternativas son:

1. **Voltear las cortadoras** en el mismo sitio que están para que su entrada enfoque a la salida de las impresoras. Esta opción tiene como ventaja fundamental su sencillez, sin embargo no asegura resolver el problema
2. **Mover el taller de flujo a otra zona vacía** de la planta organizándolo como muestra la imagen. Esta solución propondría un diseño mucho más optimizado del taller de flujo de los lienzos, no obstante requiere una gran inversión.

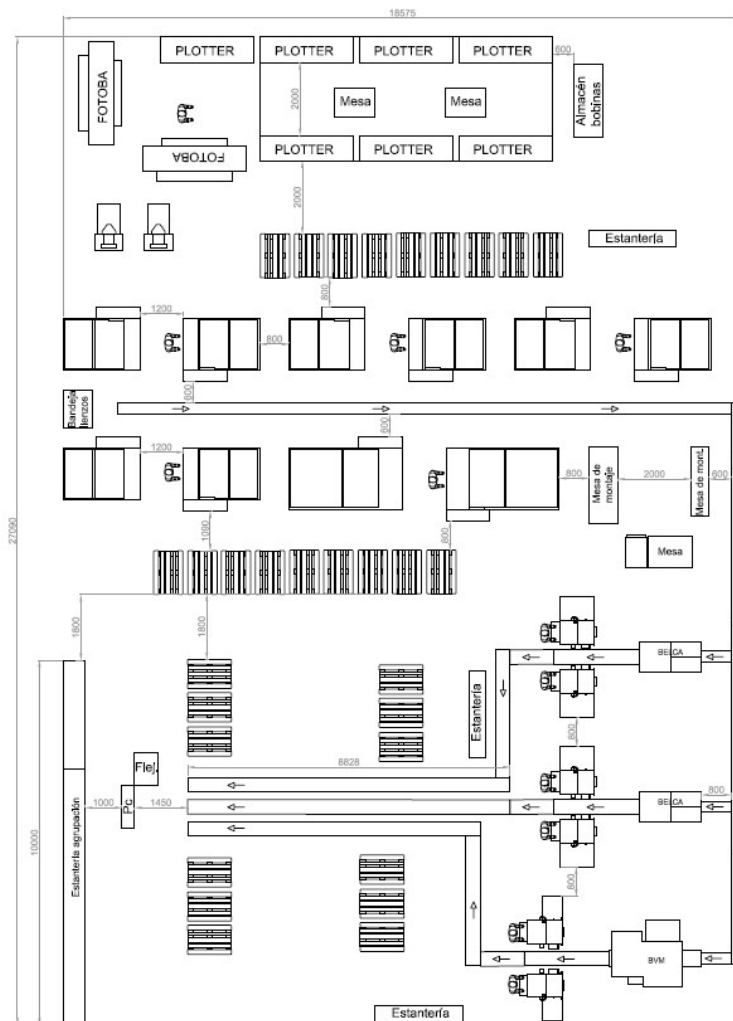


Figura 30: Vista en planta de la posible organización del taller de flujo de fabricación de lienzos sin restricciones de espacio. Fuente: Autor corporativo (2017).

Se muestra también la zona de la planta que podrían ocupar adaptándose a sus dimensiones:

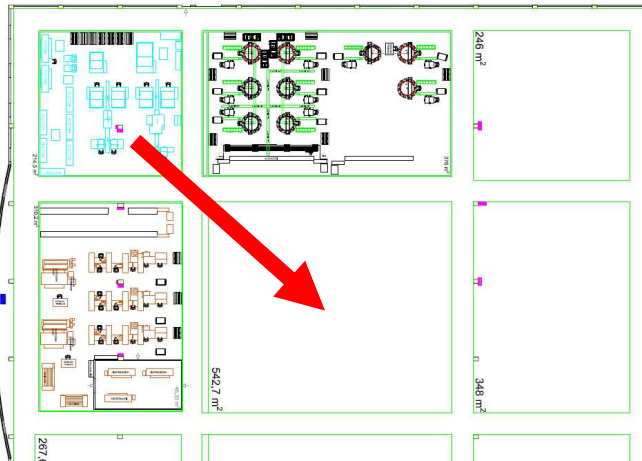


Figura 31: Vista en planta del piso superior de la fábrica de Hofmann mostrando la zona desocupada donde ubicar el diseño de la figura 31. Fuente: Autor corporativo (2017).

3. **Adaptarse a la zona actual** y tratar de conseguir enfrentar las entradas y salidas de las máquinas. Requiere de un mayor tiempo puesto que habría que tratar de solucionar el problema adaptándose a las restricciones de espacio, no obstante, sería más rápido, sencillo y económico.

Tras explicar en profundidad las diferentes alternativas, se procede a explicar los criterios en los cuales se van a basar las comparativas. Cabe destacar que estos criterios sí han sido de forma unánime por el grupo de trabajo:

- ✓ **Inversión:** Como en cualquier empresa, a igualdad de condiciones, se preferirá siempre la alternativa que requiera una inversión menor.
- ✓ **Autoridad:** Hace referencia este criterio a la capacidad de decisión que tiene el proyecto sobre las alternativas. Hay ciertas soluciones que por ser muy complicadas o por requerir demasiada inversión, puedan no estar en las competencias de este proyecto.
- ✓ **Efectividad:** Se valorará según este criterio la capacidad de la solución de resolver el problema.

Comienza por tanto el desarrollo de la metodología del AHP:

Tabla 14: Fase 1 AHP. Comparación de preferencias entre alternativas según el criterio de inversión.

Fuente: Elaboración propia.

COMPARACIÓN BIUNÍVOCA CRITERIO INVERSIÓN

Criterio:	Inversión		
Alternativas	Voltear cortadoras	Mover el taller de flujo a otra zona	Adaptarse a la zona actual
Voltear cortadoras	1	8	3
Mover el taller de flujo a otra zona	1/8	1	1/6
Adaptarse a la zona actual	1/3	6	1

TABLA NORMALIZADA

Criterio:	Inversión			
Alternativas	Voltear cortadoras	Mover el taller de flujo a otra zona	Adaptarse a la zona actual	Vector prioridad
Voltear cortadoras	24/35	8/15	18/25	26/37
Mover el taller de flujo a otra zona	3/35	1/15	1/25	1/16
Adaptarse a la zona actual	8/35	6/15	6/25	15/64

Tabla 15: Fase 1 AHP. Comparación de preferencias entre alternativas según el criterio de autoridad.

Fuente: Elaboración propia.

COMPARACIÓN BIUNÍVOCA CRITERIO AUTORIDAD

Criterio:	Autoridad		
Alternativas	Voltear cortadoras	Mover el taller de flujo a otra zona	Adaptarse a la zona actual
Voltear cortadoras	1	8	1
Mover el taller de flujo a otra zona	1/8	1	1/8
Adaptarse a la zona actual	1	8	1

TABLA NORMALIZADA

Criterio:	Autoridad			
Alternativas	Voltear cortadoras	Mover el taller de flujo a otra zona	Adaptarse a la zona actual	Vector prioridad
Voltear cortadoras	8/17	8/17	8/17	8/17
Mover el taller de flujo a otra zona	1/17	1/17	1/17	1/17
Adaptarse a la zona actual	8/17	8/17	8/17	8/17

Tabla 16: Fase 1 AHP. Comparaci3n de preferencias entre alternativas segùn el criterio de efectividad.
Fuente: Elaboraci3n propia.

COMPARACI3N BIUNÍVOCA CRITERIO EFECTIVIDAD

Criterio:	Efectividad		
Alternativas	Voltear cortadoras	Mover el taller de flujo a otra zona	Adaptarse a la zona actual
Voltear cortadoras	1	1/8	1/6
Mover el taller de flujo a otra zona	8	1	3
Adaptarse a la zona actual	6	1/3	1

TABLA NORMALIZADA

Criterio:	Efectividad			
Alternativas	Voltear cortadoras	Mover el taller de flujo a otra zona	Adaptarse a la zona actual	Vector prioridad
Voltear cortadoras	1/15	3/35	1/25	4/75
Mover el taller de flujo a otra zona	8/15	24/35	18/25	47/75
Adaptarse a la zona actual	2/5	8/35	6/25	8/25

Tabla 17: Fase 2 AHP. Comparación de preferencia entre los propios criterios. Fuente: Elaboración propia.

COMPARACIÓN BIUNÍVOCA ENTRE CRITERIOS

Alternativas	Inversión	Autoridad	Efectividad
Inversión	1	1/8	1/6
Autoridad	8	1	3
Efectividad	6	1/3	1

TABLA NORMALIZADA

Alternativas	Inversión	Autoridad	Efectividad	Vector prioridad
Inversión	1/15	3/35	1/25	4/75
Autoridad	8/15	24/35	18/25	47/75
Efectividad	2/5	8/35	6/25	8/25

Tabla 18: Fase 3 AHP. Obtención de la mejor alternativa. Fuente: Elaboración propia.

RESULTADO FINAL		
Alternativas	Total	%
Voltear cortadoras	29/83	34,95%
Mover el taller de flujo a otra zona	13/54	24,07%
Adaptarse a la zona actual	25/61	40,98%

Tras realizar la metodología AHP se concluye que la mejor opción y por tanto la que se va a desarrollar en este proyecto es la de adaptarse a la zona actual. Esta solución tiene como gran característica que será efectiva y se podrá llevar a cabo de forma muy rápida.

5.3.2 Diagrama PACE para tecnología de corte/ enrollado.

Para la elección de la mejor opción para la tecnología de corte y/o enrollado se ha decidido llevar a cabo un diagrama PACE en lugar de AHP ya que únicamente se querían considerar dos criterios como son la eficacia y la complejidad de dicha solución. El siguiente diagrama coloca las diferentes opciones (OP.1/2/3 en el diagrama) en las zonas en función de su eficacia y su complejidad.

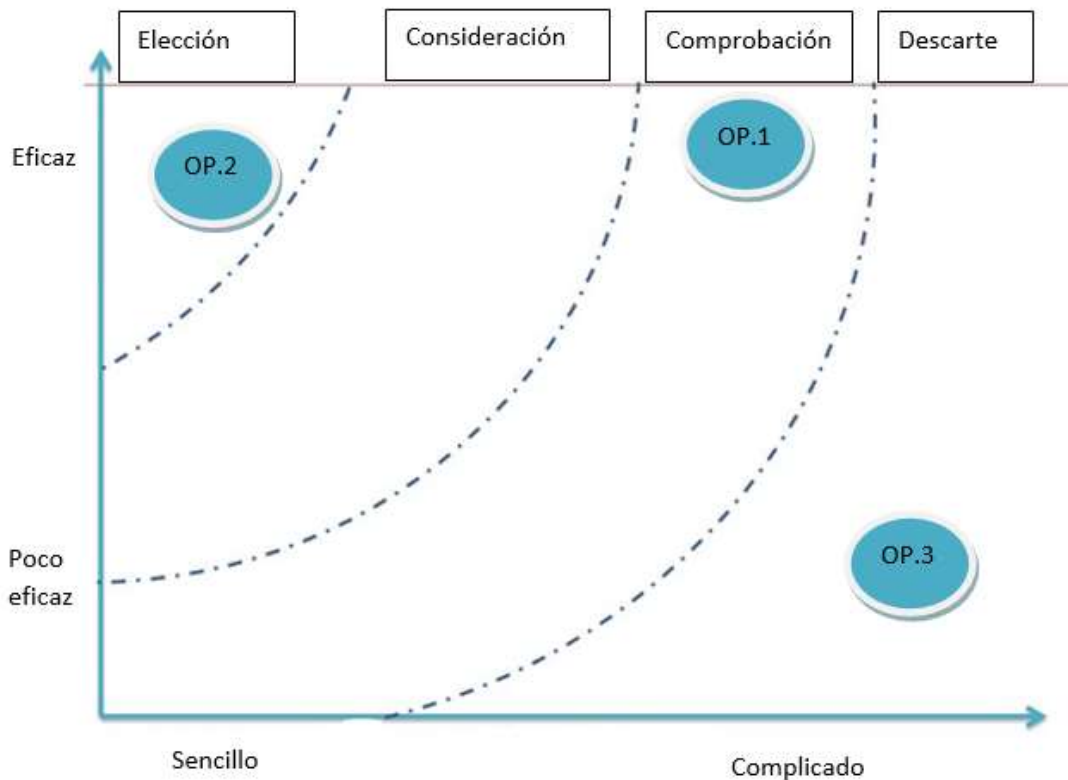


Figura 32 Diagrama Pace para tecnología de corte/ enrollado. Fuente: elaboración propia.

Por tanto se propone la opción 2, que consiste en copiar el mecanismo de enrollado de otra máquina similar, lo cual resultará eficaz, puesto que en la otra máquina el perfecto enrollado supone posteriormente un corte sin defectos, y a su vez será relativamente sencillo puesto que únicamente habrá que adaptar el mecanismo a la impresora de los lienzos.

5.4 Priorización de mejoras:

Una vez consideradas todas las opciones de mejora, sabiendo que todas ellas son válidas y pueden aportar para la mejora de la productividad en la zona, es el momento de priorizar las mejoras con el objetivo de mostrar la efectividad del proyecto. Por tanto, se llevarán a cabo en primer lugar las actividades más rápidas y sencillas que conllevarán mejoras realmente significativas conocidas como "quick wins". Posteriormente, se empezarán las mejoras que son más largas y complicadas intercaladas con otras sencillas pero con menos efectividad que los quick wins. Puede ocurrir que

alguna de las acciones pese a tener gran impacto quede fuera del proyecto por su excesiva duración

Para llevar a cabo esta priorización, se volverá a utilizar el diagrama PACE para distinguir entre quick wins, actividades efectivas de larga duración y mejoras sencillas pero de menor impacto.

Cabe recordar de nuevo las acciones elegidas:

- Acción 1: metodología SMED del cambio de lotes.
- Acción 2: Generación de un procedimiento de entrega de bobinas de sustrato.
- Acción 3: Cambio de layout en la zona.
- Acción 4: Optimización de los tamaños de lote.
- Acción 5: Mejora de la tecnología de enrollado copiando el sistema de la impresora de libros en papel fotográfico (VSP).
- Acción 6: Balanceado y dimensionado de los puestos de trabajo
- Acción 7: Instalación de equipos para repetir trabajos en cortadoras y Fast frames.

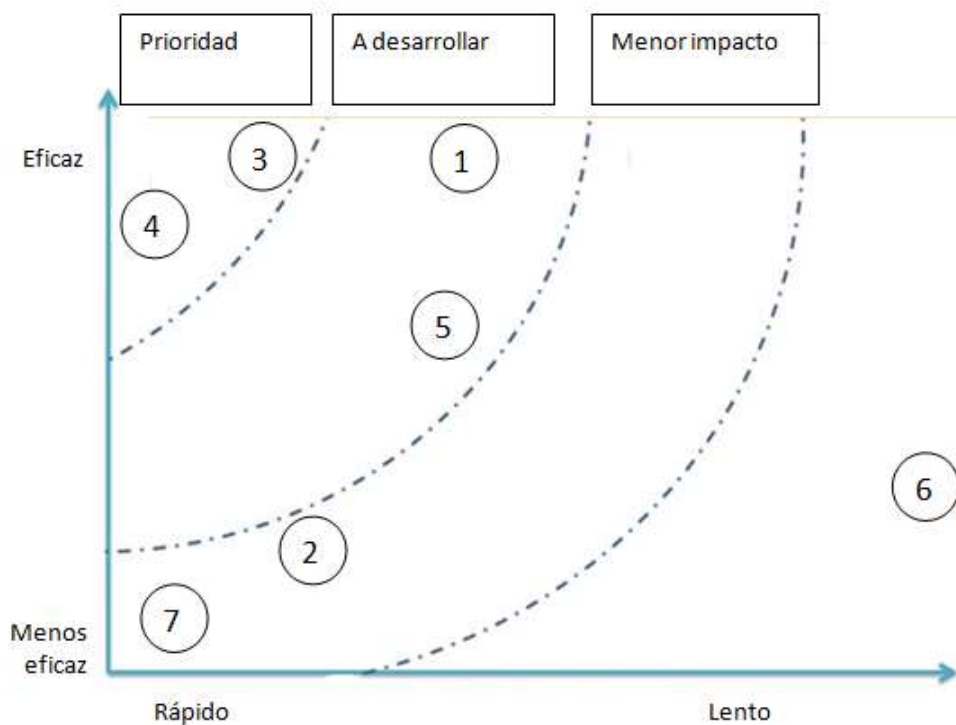


Figura 33: Diagrama PACE para priorización de mejoras. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura, tanto la optimización de los tamaños de lote como el cambio de layout de la zona son las prioridades del proyecto, ya que son acciones rápidas y de gran



impacto. Cabe recordar que la opción elegida para el cambio de layout es una opción corta que se adapta a la zona por lo que requerirá muy poco tiempo. Más adelante se deben comenzar las tareas de mayor duración como es el taller SMED en la zona una vez realizado el cambio de layout. De forma intercalada con esta actividad de larga duración se pueden llevar a cabo las acciones que pese a tener menos impacto son sencillas de realizar con el objetivo de mostrar que el taller sigue vivo y de contentar a los operarios. Estas actividades son la instalación de equipos de repetición de trabajos, la mejora en la tecnología de enrollado y la generación de un procedimiento de entrega de las bobinas de papel sin embalaje.

Por último, por su requerimiento de tiempo se deja fuera del proyecto el balanceado de las líneas que se llevará a cabo al finalizar el proyecto.

5.5 Conclusiones

Tras proponer las diferentes alternativas con el fin de abordar la causa raíz de los problemas detectados por el equipo del taller mediante la metodología brainstorming, se han elegido las mejores opciones para aquellas causas raíz que terminaban la sesión de brainstorming con alternativas. Para realizar esta elección se han utilizado tanto la metodología AHP para selección con criterios múltiples en el caso del cambio de layout como la metodología PACE para la mejora de la tecnología de corte o enrollado.

Por último se han priorizado las acciones a llevar a cabo mediante el diagrama PACE, con el objetivo de realizar en primer lugar acciones rápidas con gran impacto, comenzar posteriormente las de gran impacto pero de larga duración mezcladas con las sencillas pero de menor impacto, estableciendo así el orden de acciones a seguir que determinará tanto nuestro diseño detallado del plan de proyecto como el plan de implantación.

6 Diseño Detallado

6.1 Introducción

En este capítulo se va a describir el diseño detallado del plan según se priorizó en el anterior capítulo, de las acciones de mejora para conseguir el aumento de productividad esperado. Para cada una de las acciones se comentan en primer lugar algunas consideraciones, que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar la mejor solución, posteriormente se genera el plan de mejora explicado de forma detallada y a continuación se recoge un pliego de condiciones que servirán como solución si el desarrollo no fuera el esperado.

Puesto que un buen diagnóstico es clave, y se ha invertido mucho tiempo en realizarlo, el diseño de las acciones viene muy determinado por el diagnóstico realizado, lo cual ha simplificado en cierta medida la fase de diseño ya que las incidencias vienen muy desglosadas y estudiadas en profundidad.

El capítulo se estructura de la siguiente forma: en primer lugar se recuerdan algunas informaciones que ya se habían explicado en otros capítulos. Posteriormente se detallan las 6 acciones que se van a llevar a cabo, como son:

1. Optimización del uso del sustrato
2. Cambio de layout
3. SMED en los plotters
4. Copia del mecanismo de enrollado de la VSP
5. Puesta en marcha del procedimiento estándar de entrega de bobinas
6. Instalación de dos puestos de lectura

Para cada una de dichas acciones se van a especificar unas consideraciones previas que deben tenerse en cuenta a la hora de realizar el diseño. Posteriormente, se explicará en qué consistirá el propio diseño y las diferentes fases por las que pasarán cada uno de los subproyectos. Más adelante, se mostrarán modos de fallo para los posibles inconvenientes que puedan surgir durante la realización de las distintas actividades. Por último se explicará qué mejora se prevé obtener de cada uno, es decir, qué reducción de costes va a suponer.

6.2 Contenido

El proyecto de implantación tiene como fecha tope Noviembre de 2017, momento en el cual se va a decidir dónde se deben producir los lienzos para los países de Europa entre las diferentes plantas del grupo.

Por este motivo, se ha decidido en el capítulo anterior no incluir como parte de este proyecto el dimensionado y balanceo del taller de flujo en la zona de los lienzos puesto que requiere mucho tiempo y sólo puede hacerse al acabar todo el resto de acciones.

A continuación, se procede a describir los diseños de las diferentes acciones elegidas en el orden en el que se van a realizar según la priorización que muestra el punto 5.4.

Cabe recordar algunos datos que se comentaron durante la descripción del objeto del problema y de los procesos puesto que van a ser utilizados durante el capítulo del diseño, sobre todo a la hora de calcular los ahorros que se esperan obtener de los diferentes subproyectos. Estos datos los muestra la siguiente tabla:

Tabla 19: Datos generales de producción en la zona de los lienzos. Fuente: Elaboración propia.

Producción diaria durante un mes normal	500
Producción diaria durante mes demanda alta	5000
Coste unitario	3,80
Coste unitario mano de obra directa	2.0€
Coste unitario materia prima	1.8€
Meses normales	10
Meses de demanda alta	2
Días laborables por mes	20
Mermas en la zona	10%
Motivo de mermas	% del total
Mal montado	3.8%
Mal cortado	1.2%
Defecto de impresión	2,50%
Retractiladora	0,70%
Error humano	0,80%

6.2.1 Optimización del uso del sustrato.

Para optimizar el uso del sustrato, se deben hacer una serie de modificaciones en el programa que deben ser comunicadas posteriormente al equipo de trabajo antes de ser activadas. Cabe recordar que este problema pretende resolver el tiempo que se pierde reajustando las cuchillas en la bobina por los cambios de tamaño, así como un mayor aprovechamiento del sustrato.

Consideraciones: Para resolver este problema no se va a modificar el tamaño de lote actual, esto podrá realizarse cuando se termine el proyecto y se haga el estudio de equilibrado de líneas, estableciendo el tamaño óptimo una vez conocidos los tiempos de cambio de lote tras realizar la metodología SMED y el cambio de layout. El desarrollo del nuevo sistema consiste por tanto, en encontrar la forma más sencilla para los impresores de lanzar lotes de impresión que faciliten luego el cortado ahorrando de esta manera tiempo de operario.

En primer lugar, se debe conocer el mix actual para los lienzos:

- 40x60 cm → 24%

- 40x50 cm →16%
- 40x40 cm →13%
- 40x30 cm →16%
- 30x30 cm →11%
- 20x30 cm →20%

Cabe destacar también que al hablar del tamaño de los lienzos, se especifica el tamaño del bastidor, siendo el tamaño del sustrato correspondiente al lienzo 10cm mayor. Es decir, un lienzo de tamaño 30x30cm tiene en realidad 40x40 cm de sustrato, motivo por el cual estos lienzos no pueden ir agrupados en filas de 4 lienzos.

Diseño: Se decide una vez conocido el mix agrupar la impresión de los lienzos en 3 grupos de forma que no se lanzarán los lienzos más urgentes mezclando todos los tamaños, sino que se crearán 3 grupos de impresión en función del tamaño de su lado largo, es decir, se puede determinar que el 69% de los lienzos son de tamaño 40, el 11% de tamaño 30% y el 20% restante son de tamaño 20.

Así pues se instalan pulsadores en las impresoras, de forma que el impresor al pulsarlos lanza a imprimir los lienzos del tamaño establecido en dicha impresora. Puesto que actualmente hay 6 impresoras en la zona, se establece en consonancia con dicho mix que 4 de las impresoras deben estar configuradas para imprimir ancho de tamaño 40, 1 para tamaño 30 y otra para tamaño 20.

Se establece así mismo a nivel de sistema de procesado de las impresoras que:

- Para los lienzos de tamaño 40 una vez el impresor pulse el botón, se lanzarán a procesar los lienzos más urgentes dentro de este tamaño, de acuerdo con el tamaño de lote actual, si bien es cierto que al terminar este proyecto convendría recalcular dicho tamaño. Se debe considerar que tiene que rellenar las líneas de impresión con lienzos del mismo tamaño, es decir, los subtamaños dentro del tamaño 40 deben entrar en el lote en múltiplos de 3. Por supuesto, esto provocará que el tamaño de lote pueda variar en un rango, lo cual no resulta un problema en un principio y además será resuelto en un futuro cuando se reestablezca el tamaño de lote óptimo tras los cambios realizados.
- En el caso de los lienzos de tamaño 30 irán impresos en filas de 3 lienzos
- Los lienzos de tamaño 20 irán impresos en filas de 5 lienzos.

Una vez configurado el sistema e instalados los pulsadores se procederá a su activación, no sin antes informar en primer lugar al equipo del proyecto y posteriormente a los operarios de la zona de forma general y a los impresores y cortadores de forma específica y más detallada.

Modos de fallo: Por si acaso el sistema no funcionara, alguna impresora se estropeará, cambiara el mix por motivos de ofertas, tendencias, etc. Desde los propios equipos de las impresoras se puede elegir el tamaño que van a imprimir de entre las opciones de: tamaño 40, tamaño 30, tamaño 20 y multiformato (sistema actual).

Mejora que se prevé obtener: con esta mejora se ahorra como se ha dicho anteriormente el tiempo de los reprocesados así como evitará la generación de mermas por cortes incorrectos, que

tras varios días de estudios se estima en 0.5 lienzos por lote. En función de la demanda como se ha explicado en el punto 2.4 la producción varía de medio a turno a 3 turnos al día. La producción durante esos 2 meses de demanda alta es 10 veces la producción habitual. Con estos datos, el ahorro que se obtendría con esta mejora lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 20: Muestra mejora con la optimización de los tamaños de lote. Fuente: Elaboración propia.

Cantidad de lotes	Cambios /lote	Reprocesados /cambio	Tiempo reprocesado (s)	Mermas /cambio	Coste/hora op.	Coste mp
8	5	1,5	35	0,5	9 €	2 €
Ahorro diario	Ahorro mes normal (10)	Ahorro meses demanda alta (2)	Ahorro anual			
45 €	905 €	9.050 €	27.150 €			

6.2.2 Cambio de layout.

Como se ha comentado anteriormente, la decisión final ha sido la de mantener el taller de flujo en la zona actual tratando de conseguir así con escasa inversión, un cambio rápido y de gran impacto tanto a nivel productivo como de condiciones para los operarios.

Consideraciones: tras realizar algunos estudios de tiempos en la zona, se ha llegado a la conclusión de que una única cortadora (fotoba) con una única recortapuntas pueden cortar fácilmente las bobinas impresas en las 6 máquinas, de forma que la segunda cortadora y la segunda recortapuntas quedan únicamente de respaldo en caso de no disponibilidad de las otras.

Es importante a la hora de plantear el nuevo layout de la zona recordar los problemas que debe atacar, que son tanto la incomodidad en el paso a la hora de cargar sustrato, como la incomodidad en el paso a las cortadoras que tiene lugar porque el paso es estrecho y porque la salida de una enfoca al lado contrario a la entrada de la otra.

Diseño:

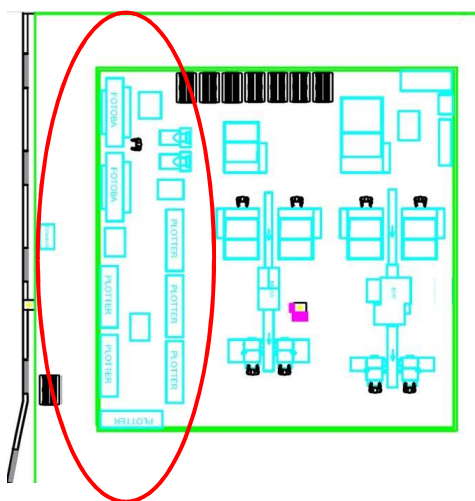


Figura 34: Vista en planta del taller de flujo de los lienzos destacando la zona de las impresoras y las cortadoras. Fuente: Autor corporativo.

recortapuntas. Ya que el resto de plotters quedan donde estaban, generando así una entrada de 2,5 m a la zona de las impresoras para facilitar el paso con el sustrato

Modos de fallo: Se va a secuenciar el movimiento de máquinas de forma que siempre haya impresoras, cortadoras y recortapuntas disponibles para su uso como se podrá ver en el plan de implantación.

Mejora que se prevé obtener: Con el cambio de layout se reduce el tiempo de paso de las impresoras a las cortadoras, así como la carga del sustrato crudo en las impresoras. La siguiente tabla muestra el ahorro que se pretende obtener:

Tabla 21: Muestra mejora con el cambio de layout. Fuente: Elaboración propia.

Tiempo ahorrado descarga sustrato(s)	Tiempo ahorrado carga sustrato (s)	descarga / turno temporada baja	carga / turno temporada baja	Coste Hora op.
17	22	8	1	9 €
ahorro diario	ahorro mes normal (10)	ahorro meses demanda alta (2)	ahorro anual	
0,4 €	79	790	2.370 €	

Cabe destacar que además se mejora en prevención de riesgos laborales, lo cual es complicado de medir con dinero pero puede evitar bajas de personal por manipulaciones incómodas por caminos estrechos y otros problemas. Por otra parte, facilita mucho la puesta en marcha de la metodología SMED para el cambio de lote.

6.2.3 SMED en los plotters.

El motivo por el que se lleva a cabo esta metodología es sencillo, los lotes que se lanzan son demasiado largos, en gran medida porque el tiempo de cambio de lote es elevado, generando esperas aguas abajo. Además, las impresoras tienen una eficiencia mucho menor de la esperada. Para poder controlar la eficiencia de la máquina se llevan a cabo una serie de mediciones para monitorizar el OEE de las impresoras actualmente.

El motivo fundamental para seguir el OEE de las impresoras es que no se puede mejorar lo que no se puede medir, y puesto que las impresoras son el cuello de botella de la zona, tiene sentido medir su eficiencia media. De la misma forma, permite fijar un objetivo de mejora tras la aplicación de la metodología SMED.

En el momento de comienzo de la metodología se reúne el equipo, formado en este caso por dos ingenieros de producción, dos operarios de los plotters y las fotobas y el diseñador. En primer lugar durante 4 horas se realiza una formación acerca de la metodología y su importancia utilizando la documentación presente en este proyecto relativa a SMED y al OEE.

Una vez conocida la teoría, en esa misma tarde se inicia la toma de datos para el cálculo del OEE. Utilizando los datos de que se disponen del departamento de métodos y tiempos y con los partes de producción, añadiendo la visión de los propios operarios, se consiguen los datos para el cálculo del OEE y la metodología SMED

OEE:

La fórmula para calcular el OEE es: Disponibilidad x Productividad x Calidad

Disponibilidad= (tiempo de funcionamiento – tiempo de parada)/tiempo de funcionamiento.

La siguiente tabla muestra el cálculo de la disponibilidad:

Tabla 22: Tiempos parada de máquina en los plotters. Fuente: Elaboración propia.

	frecuencia	tiempo unitario operacion	Tiempo a lo largo del turno	TOTAL
Tiempo total disponible			465	465
Carga sustrato	1	16,5	16,5	448,5
descarga impresora	8	5,3	42,4	406,1
Mantenimiento	0,3	31,4	9,42	396,68
Averías	0,1	62,5	6,25	390,43
DISPON				83,96%

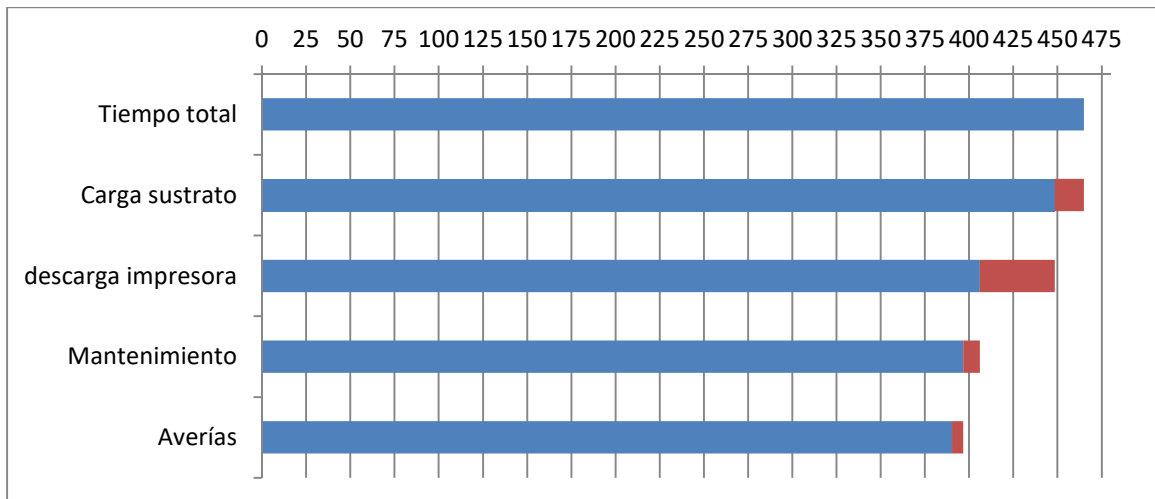


Figura 36: Muestra de los tiempos no disponibles de los plotters a lo largo de un turno por diferentes motivos. Fuente: elaboración propia.

La anterior figura muestra en azul el tiempo de disponibilidad de máquina a lo largo del turno y como ésta se va viendo reducida por la carga y descarga del sustrato, por operaciones de mantenimiento o por averías (dichos tiempos se ven representados en rojo).

Tabla 23: OEE plotters antes de la metodología SMED. Fuente: Elaboración propia.

disponibilidad	83,90%
productividad	91,30%
Calidad	94,60%
OEE	72,46%

Consideraciones: Es importante saber que cada vez que se termina un lote de impresión se paran las máquinas durante el tiempo de descarga de la impresora, ya que ésta no puede comenzar a imprimir hasta que no detecta que tiene instalado el eje con el canuto para el enrollado. Esto ocurre en promedio 8 veces al turno en alguna de las 6 máquinas durante la temporada baja ya que los lotes de impresión están calculados para una hora de impresión. Siendo el total alrededor de 80 veces durante los dos meses de temporada alta.

Así pues, supone como muestra la figura utilizada para el cálculo del OEE gran parte del tiempo no disponible de la máquina. Por otra parte, cada vez que se acaba el sustrato “crudo” se debe cargar la impresora de sustrato, lo cual ocurre en promedio una vez al turno para cada una de las 6 impresoras.

La siguiente tabla muestra un estudio realizado de todas las operaciones que se llevan a cabo durante el cambio de lote tras el visionado de los videos:

Tabla 24: Tiempos de operaciones llevadas a cabo en los plotters. Fuente: Elaboración propia.

CARGA SUSTRATO	tiempo (s)
Descarga eje con canuto vacío	90
Desplazamiento hasta el sustrato	18
Retirar sustrato del embalaje	162
Vuelta con sustrato	33
Carga sustrato	315
ajustes nuevo sustrato	372
DESCARGA SUSTRATO	
Sacar eje	39
Quitar tope impresora	12
Sacar canuto del eje	42
Transporte rollo impreso + vuelta	45
Meter canuto en eje	30
Insertar eje en impresora	18
Retirar topes de la cortadora	33
Devolver canuto	21
Instalar topes cortadora	78

Actualmente todas estas actividades se realizan con la máquina parada, por lo que es realmente interesante llevar a cabo la metodología SMED.

Diseño:

Una vez obtenidos los tiempos de las operaciones el equipo lleva a cabo la primera fase de la metodología:

- **Fase 1:** Separación entre tiempos internos y externos.

→Carga del sustrato: el tiempo total de la operación con el sistema actual es 990 segundos estando la máquina siempre parada. La siguiente tabla muestra la separación estando las actividades numeradas por el orden que se realizan actualmente:

Tabla 25: Fase 1ª de la metodología SMED para la operación de la carga del sustrato. Fuente: Elaboración propia.

CARGA DEL SUSTRATO			
Internas		Externas	
operación	tiempo (s)	operación	tiempo (s)
Sacar eje	60	Desplazamiento hasta el sustrato	18
Sacar canuto del eje	30	Retirar sustrato del embalaje	162
Carga sustrato en eje	95	Vuelta con sustrato	33
Carga sustrato en máquina	220		
Medición de carga del sustrato	42		
Ajustes nuevo sustrato	330		
TOTAL	777	TOTAL	213
REDUCCIÓN OP. INTERNAS		21,52%	

Como se puede observar, separando las actividades que se realizan con la máquina parada de las que se pueden hacer mientras ésta se encuentra en marcha, se consigue una reducción del 21,5% del tiempo de la máquina detenida.

→Descarga del sustrato: el tiempo total de la operación es 318 segundos, que se realizan estando la máquina parada. En la siguiente tabla se procede a separar las actividades numerándolas de la forma en que se trabaja actualmente:

Tabla 26 Fase 1ª de la metodología SMED para la operación de la descarga del sustrato. Fuente: Elaboración propia.

DESCARGA DEL SUSTRATO			
Internas		Externas	
operación	tiempo (s)	operación	tiempo (s)
Sacar eje	39	Transporte rollo impreso + vuelta	45
Quitar tope impresora	12	Retirar topes de la cortadora	33
Sacar canuto del eje	42	Devolver canuto	21
Meter canuto en eje	30	Instalar topes de la cortadora	78
Insertar eje en impresora	18		
Instalar tope impresora	18		
TOTAL	159	TOTAL	177
REDUCCIÓN OP. INTERNAS		52,68%	

En este caso, la separación ha supuesto una gran mejora ya que ha significado una reducción del tiempo de máquina parada del 52.68%.

- **Fase 2:** conversión de tiempos internos en tiempos externos.

-Carga del sustrato: en lo referente a las operaciones internas que se realizan con la carga del sustrato, las únicas operaciones internas que se pueden hacer con la máquina en marcha son las de sacar el canuto del eje y la de cargar el sustrato en el eje si se compran dos ejes que sirvan de sustitución, por si acaso se acabara el sustrato de forma simultánea en dos máquinas. De esta manera, el eje con el sustrato cargado estaría esperando a detener la máquina y retirar el existente para insertar el nuevo.

Tabla 27 Fase 2ª de la metodología SMED para la operación de la carga del sustrato. Fuente: Elaboración propia.

CARGA DEL SUSTRATO			
Internas		Externas	
operación	tiempo (s)	operación	tiempo (s)
Sacar eje	60	Desplazamiento hasta el sustrato	18
Carga sustrato en máquina	220	Retirar sustrato del embalaje	162
Medición de caída sustrato	42	Vuelta con sustrato	33
Ajustes nuevo sustrato	330	Sacar canuto del eje	30
		Carga sustrato en eje	95
TOTAL	652	TOTAL	338
REDUCCIÓN OP. INTERNAS		34.14%	

→ Descarga del sustrato: por lo que respecta a las operaciones que se realizan con la máquina parada, se ha observado que comprando dos nuevos ejes de sustitución, ya que hay dos

cortadoras, de forma que se puede tener preparado el eje con el canuto cargado y el tope instalado para cuando se detiene la máquina cambiarlo de nuevo y así disminuir el tiempo de máquina detenida. Por tanto la tabla de operaciones quedaría de la siguiente forma:

Tabla 28 Fase 2º de la metodología SMED para la operación de la descarga del sustrato. Fuente: Elaboración propia.

DESCARGA DEL SUSTRATO			
Internas		Externas	
operación	tiempo (s)	operación	tiempo (s)
Sacar eje	39	Transporte rollo impreso + vuelta	45
Insertar eje en impresora	18	Retirar topes de la cortadora	33
		Devolver canuto	21
		Quitar tope impresora	12
		Sacar canuto	42
		Instalar topes de la cortadora	78
		Meter canuto en eje	30
		Instalar tope impresora	18
TOTAL	57	TOTAL	279
REDUCCIÓN OP. INTERNAS		83,04%	

Al finalizar esta etapa se aprecia una reducción del 82% del tiempo de máquina detenida, quedando las operaciones internas en 57 segundos.

- **Fase 3:** Reducción de los tiempos internos y externos.

Se debe destacar en esta fase, que los tiempos con los nuevos sistemas son una estimación aproximada.

→ Carga del sustrato: llegada esta última fase de la metodología SMED, se va a proceder a estudiar todas las operaciones que se realizan para tratar de mejorarlas.

- En primer lugar las internas:

Por lo que respecta a las dos primeras operaciones, no aparecen opciones sencillas de mejora para poder reducir los tiempos. Sin embargo, en lo referente a los ajustes del nuevo sustrato y a la medición de la caída del sustrato sí que hay opción de mejora.

Actualmente, la forma de medir la caída del sustrato, se realiza con un metro, que los operarios deben buscar entre las máquinas y medir de forma manual mientras ajustan. Se propone como solución pegar una regla a la máquina en la zona donde deben medir de forma que el operario no debe estar con el metro a la vez que sujeta, sino que dejaría el sustrato y lo compararía con la regla ya presente. Se conseguiría con esta sencilla solución reducir 19 segundos por cambio.

Por otra parte, gran parte del tiempo de ajuste de sustrato depende de la propia máquina y ajustes propios que hace el sistema una vez introducidos los valores de carga (leídos a partir de ahora con



las reglas instaladas). Se contacta con el fabricante e informa de que la versión de programa utilizada en las impresoras actualmente es una versión de pruebas que se descartó el pasado 2015. La nueva versión reduce en un 43% el tiempo de esos ajustes.

- A continuación, las operaciones externas:

El desplazamiento hasta el sustrato se reducirá con el nuevo layout en 6 segundos. De la misma forma, la vuelta con el sustrato gracias a liberar el paso, se reducirá en 16 segundos

En lo referente a retirar el sustrato del embalaje, con el establecimiento de un procedimiento estándar de forma que sea el personal logístico el que retire todo el embalaje se reduce el tiempo del cambio en 122 segundos. Quedarán 40 segundos para retirar el film protector, ya que no se recomienda dejar el sustrato abierto sin protección.

Es interesante aclarar en este punto, que si bien es cierto que la operación de retirar el embalaje se sigue haciendo de todas formas, ahora por parte del personal logístico, ésta será imputada como mano de obra indirecta, de forma que no aparecerá en las horas contabilizadas para la productividad de los lienzos que son las horas directas.

Por otra parte, se propone para la descarga del canuto del eje el diseño de un carro a la altura del eje, con el objetivo de reducir esfuerzos y cargas, con un tope con el que frenar el eje para extraer con mayor facilidad el canuto. Reduciendo en un 50% el tiempo de extracción del mismo.

Por último, en lo referente a la carga del sustrato, diseñar en el mismo carro, unas guías sobre las que apoyar el eje y llevarlo así empujando hasta la posición requerida en la máquina. De esta forma se reducen las cargas incómodas y el tiempo de ajustar la altura en la máquina, ya que éste vendría determinado directamente por el carro. Se estima que el nuevo diseño pueda reducir alrededor de 30 segundos la carga del sustrato en la máquina.

La siguiente tabla muestra cómo quedan finalmente los tiempos internos y externos de la operación de carga del sustrato en los plotters:

Tabla 29: Fase 3º de la metodología SMED para la operación de la carga del sustrato. Fuente: Elaboración propia.

CARGA DEL SUSTRATO					
Internas			Externas		
operación	tiempo 2º fase (s)	tiempo 3º fase	operación	tiempo 2º fase(s)	tiempo 3º fase
Sacar eje	60	60	Desplazamiento hasta el sustrato	18	12
Carga sustrato en máquina	220	220	Retirar sustrato del embalaje	162	40
Medición de caída del sustrato	42	23	Vuelta con sustrato	33	17
Ajustes nuevo sustrato	330	188	Sacar canuto del eje	30	15
			Carga sustrato en eje	95	65
TOTAL	652	491,1	TOTAL	338	149
REDUCCIÓN	24,68%		REDUCCIÓN	55,92%	

→Descarga del sustrato:

-En primer lugar las internas:

La única modificación sencilla es la de diseñar dos carros que tengan la altura del eje de enrollado para retirarlo e instalarlo sin cargas incómodas, en este caso, se reducirán 6 segundos al sacar el eje y únicamente 2 segundos al insertarlo, ya que para el eje de enrollado no son necesarios ajustes de nivel.

-A continuación las externas:

En esta parte se consigue una gran mejora puesto que se propone cambiar el sistema. Tras averiguar la causa raíz en el apartado 4.3, se descubre que hay muchas operaciones muy complicadas para el paso a las cortadoras, simplemente porque el eje de la impresora con sus topes no es compatible con el mecanismo de la cortadora.

Sin embargo, proponiendo un diseño de los topes del eje que tuvieran el diámetro de los topes de la cortadora, el operario podría retirar el eje de enrollado, en ese mismo momento insertar el eje de enrollado que se tiene preparado como se especificó en la fase 2, y posteriormente usar el eje cargado para posicionarlo en la cortadora. De esta forma se evita sacar el canuto impreso del eje y tener que ponerle los topes de la cortadora. También se evita el deshacer esto, es decir, volver a poner el canuto vacío en el eje de enrollado para dejarlo preparado.

La siguiente imagen muestra cómo sería el nuevo sistema frente al antiguo (a falta de diseño definitivo ya que se han suplementado de forma provisional los topes existentes)

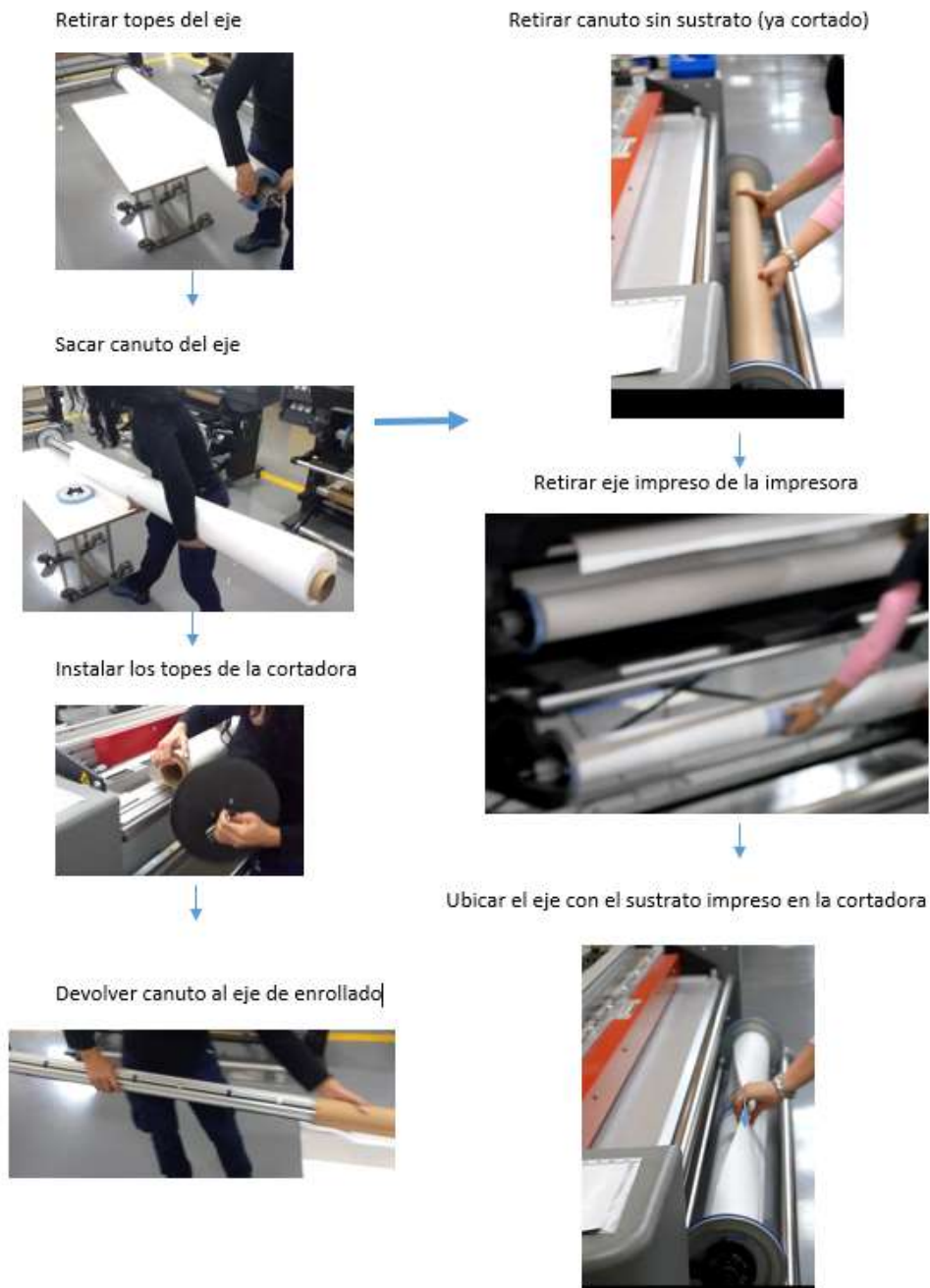


Figura 37: Muestra del cambio de proceso en la operación de descarga del sustrato en las impresoras.
Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en lo referente al desplazamiento hasta las cortadoras y la vuelta, con el cambio del layout se va a reducir en torno a unos 17 segundos, siendo esta la única operación externa a realizar. En la siguiente tabla se muestran los nuevos tiempos de operaciones internas y externas para la descarga del sustrato.

Tabla 30: Fase 3ª de la metodología SMED para la operación de la descarga del sustrato. Fuente: Elaboración propia.

DESCARGA DEL SUSTRATO					
Internas			Externas		
operación	tiempo 2º fase (s)	tiempo 3º fase	operación	tiempo 2º fase(s)	tiempo 3º fase
Sacar eje	39	33	Transporte rolo impreso + vuelta	45	17
Insertar eje en impresora	18	2	Retirar topes de la cortadora	33	-
			Devolver canuto	21	-
			Quitar tope impresora	12	-
			Sacar canuto	42	-
			Instalar topes de la cortadora	78	-
			Meter canuto en eje	30	-
			Instalar tope impresora	18	-
TOTAL	57	35	TOTAL	279	17
REDUCCIÓN	38,60%		REDUCCIÓN	93,91%	

De esta manera, cuando se implementen todas las mejoras, con las suposiciones hechas al respecto de las disminuciones de tiempo de las operaciones, mientras antes del taller una impresora pasaba de media 61,3 minutos parada por turno mientras el operario realizaba los ajustes pertinentes, tras el taller la máquina estaría parada una media de 12,85 minutos parada generando trabajo para los operarios únicamente durante 4.76 minutos.

NUEVO OEE:

Estos eran los datos para el anterior cálculo del OEE.

Disponibilidad= 83.9%

Productividad= producción real / producción ideal → 91.3%

Calidad= trabajos buenos / (trabajos buenos + trabajos malos) → 94.6%

OEE= 72.2%

Tras la aplicación de la metodología SMED se aumenta el porcentaje de disponibilidad de la máquina como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 31: Muestra del aumento de la disponibilidad tras aplicación de la metodología SMED. Fuente: Elaboración propia

	Frecuencia al turno.	tiempo unitario previo al SMED (min)	tiempo total antes de SMED (min)	% de reducción	tiempo después (min)	TOTAL
Tiempo total disponible			465			465
Carga sustrato	1	16,5	16,5	36%	11	454
descarga impresora	8	5,3	42,4	64%	15	439
Mantenimiento	0,3	31,4	9,42			429,756
Averías	0,1	62,5	6,25			423,506
DISPON						91,08%

La siguiente tabla muestra cómo queda finalmente el OEE de las impresoras tras el aumento del porcentaje de tiempo disponible de las máquinas.

Tabla 32: OEE tras aplicación de la metodología SMED. Fuente: Elaboración propia.

Disponibilidad	91,08%
Productividad	91,30%
Calidad	94,60%
OEE	78,66%

Como se puede observar, las impresoras terminan con un OEE considerado como aceptable.

Modos de fallo: Puesto que son en su mayoría mejoras de gestión del trabajo, siendo éstas más cómodas y rápidas para los operarios, no se prevé que las mejoras no se vayan a poner en práctica.

Sin embargo, para aquellas que supongan diseños nuevos, se realizarán siempre de forma que estén dos semanas en periodo de pruebas, dejando los mismos útiles con diseños antiguos por si acaso no funcionaran correctamente. Tras este tiempo, de ver una clara mejora, se retirarían los antiguos conforme se fueran construyendo los nuevos.

Mejora que se prevé obtener: El ahorro que se pretende conseguir con esta mejora pasa por reducir el tiempo de las operaciones que realiza el operario.

Tabla 33: Muestra mejora el SMED en los plotters. Fuente: Elaboración propia.

	CARGA SUSTRATO (s)	DESCARGA SUSTRATO (s)		
TIEMPOS ANTES	990	318		
TIEMPOS DESPUÉS	640	52		
ahorro	350	266		
Tiempo ahorrado descarga sustrato	Tiempo ahorrado carga sustrato	descarga / turno temporada baja	carga / turno temporada baja	Coste hora op.
266	350	8	1	9 €
ahorro diario	ahorro mes normal (10)	ahorro meses demanda alta (2)	ahorro anual	
6,2 €	1239	12390	37.170 €	

Mientras que por otra parte el aumento del OEE, supone un aumento de capacidad productiva, evitando así tener que comprar nueva maquinaria para adaptarse a mayores volúmenes.

Tabla 34: Aumento de horas de máquina productiva. Fuente: Elaboración propia

Tiempo ahorrado descarga sustrato	Tiempo ahorrado carga sustrato	descarga / turno temporada alta	carga / turno temporada alta	total tiempo extra máquina productiva (h)/turno
500	283	36	6	5,47

Se dispone de 5.5 horas más de máquina productiva al turno. Es decir, si se necesitara una máquina nueva para dar abasto con los nuevos volúmenes, este aumento de tiempo productivo lo evitaría como muestra la siguiente tabla:

Tabla 35: Ahorro en nuevo plotter gracias al aumento de tiempo disponible de los plotters. Fuente: Elaboración propia.

tiempo máquina	extra	tiempo turno	coste plotter	ahorro
5,47		7,75	20.000 €	14.120 €

6.2.4 Copia del mecanismo de enrollado de la VSP

Consideraciones: Puesto que se pretende mejorar el enrollado en las impresoras para poder trabajar de forma automática en las cortadoras, así como generar menos mermas en las fast frame, se propone copiar el mecanismo de la única de las máquinas que hay actualmente en la planta de Hofmann que trabaja con papel en bobina, siendo esta la VSP, máquina encargada de revelado de álbumes en papel fotográfico. Este mecanismo tratará de reducir las mermas actuales de la zona que se sitúan alrededor del 10% atacando a los dos grandes focos de mermas que son las cortadoras y las fast frames.

Diseño: se le encarga por tanto al diseñador industrial realizar una versión adaptable para los plotters del mecanismo de enrollado que tiene esta máquina. Se propone en primera instancia instalar en el interior del eje de la impresora un rodamiento lineal que pudiera adaptarse a la caída del sustrato compensando las posibles desviaciones para conseguir un buen enrollado.

Modos de fallo: por si acaso el mecanismo no funcionara como se espera, únicamente se desarrollará en un eje, que estará en periodo de pruebas durante dos semanas, si funciona correctamente, se implementará la solución en el resto de ejes, de no ser así, se cambiará el diseño y se repetirá la misma operativa.

Mejora que se prevé obtener:

Se pretende reducir un 50% las mermas generales de la zona de la zona que se consideran alrededor del 10%. Se prevé dicha mejora puesto que se resolverán gran parte de los problemas de montaje y de cortado y algunos de los errores humanos. Cabe destacar que los errores humanos, de corte y de montaje corresponden a un 58% de las mermas, siendo el objetivo reducir un 50% aún permite ciertas mermas por dichos motivos.

La siguiente tabla muestra la mejora que se pretende obtener con dicha reducción de mermas.

Tabla 36: Ahorro esperado tras realizar la copia del mecanismo de enrollado. Fuente: Elaboración propia.

mermas previas	Reducción de mermas	de	mermas tras la mejora	Coste mat prima mermas	Cantidad mermas diaria
10%	50%		5%	2 €	25

ahorro diario	ahorro mes normal (10)	ahorro meses demanda alta (2)	ahorro anual
50 €	1.000 €	10.000 €	30.000 €

6.2.5 Puesta en marcha del procedimiento estándar de entrega de bobinas sin embalaje

Consideraciones: Cuando el proyecto avance y haya pasado el “efecto” producido por los quick wins y los operarios empiecen a creer que el proyecto ha dejado de llevarse a cabo, fundamentalmente durante la fase de desarrollo de las mejoras propuestas para el SMED, comenzará la implantación de esta sencilla mejora.

Diseño: Únicamente se debe generar un procedimiento estándar como el que muestra la imagen, siguiendo así con los estándares de la planta, especificando que debe ser el personal de logística quien entregue las bobinas únicamente con el film envoltorio como embalaje retirando todo el cartón y los flejes.

Estándar Impresión lienzos

Perímetro : Zona lienzos

Frecuencia:

1

Grupos: 1-Cuadrado

Unidades: 4-Traductor

Selección: 2-Clásico

Procesos: 4-Lienzos ancho 40cm, 6-Lienzos ancho 30cm

2

Grupos: Eco Canvas 30x40

Unidades: 3390 A4 LayFlat Photobook (PhotoBox) (34-64)

Unidades: 3390 A4 LayFlat Photobook (PhotoBox) (66-90)

Procesos: Eco Canvas 40x40, Eco Canvas 30x30, Eco Canvas 40x60, Eco Canvas 40x50, Eco Canvas 30x40, Eco Canvas 20x30

Nº	Cuándo	Acción	Herramientas	Duración
1	Inicialmente	Lanzara imprimir normalmente con marraquises	Ordenador e impresora	1 minuto
2	Si se acumulan 2 bandejas de lienzos cortados de algún tamaño	Dejar de imprimir lienzos de ese tamaño. Para ello, en lugar de imprimir con marraquises, imprimir los tamaños que queramos por separado utilizando la opción "Imprimir" en el Programa que lanza a imprimir. Lanzarotes de 20 comandos.	Ordenador e impresora	2 minutos

Autores: Balmis, Fecha: 10/12/2010, Última versión: 1, Versión: 1, Página: 1

Figura 38: Muestra de un prototipo de procedimiento estándar que servirá como modelo para generar el procedimiento de entrega de bobinas sin embalaje. Fuente: Autor corporativo (2017).

Mejora que se prevé obtener: Esta mejora tendrá un impacto a nivel de costes directos ya que se reduce el tiempo en el que el operario no está aportando valor al producto. Siendo el personal logístico el que realiza esta función. La mejora quedaría de la siguiente forma:

Tabla 37: Ahorro esperado con la puesta en marcha del procedimiento estándar de entrega de bobinas sin embalaje. Fuente: Elaboración propia.

tiempo ahorrado carga sustrato (s)	Tiempo ahorrado carga sustrato (h)	carga / turno temporada baja	Coste hora op.
162	0,045	1	9 €
ahorro diario	ahorro mes normal (10)	ahorro meses demanda alta (2)	ahorro anual
0,4 €	81€	810€	2.430 €

Modos de fallo: En el caso de que no prevalezca la buena actitud por parte de los operarios logísticos ante el cambio, se les haría firmar un documento en el que afirman haber recibido formación en el estándar y se comprometen a cumplirlo.

6.2.6 Instalación de dos puestos de lectura

Consideraciones: como ya se comentó anteriormente, a la vez que se trata de evitar la generación de mermas para tratar de aumentar la productividad, es interesante llevar a cabo la tarea de instalar dos puestos de lectura para repetir trabajos cerca de las máquinas donde se generan las mermas para reducir los movimientos de los operarios. Se utilizará también para mostrar el dinamismo del proyecto.

Diseño: Por una parte, en el propio ordenador de lanzar a imprimir los trabajos, que está junto a las cortadoras, se instalará el programa para poder repetir trabajos.

Por otra parte, en la zona más centrada de los puestos de montaje se ubicará un PC con el programa para repetir trabajos instalados y una pantalla. El lugar exacto lo muestra la siguiente imagen:

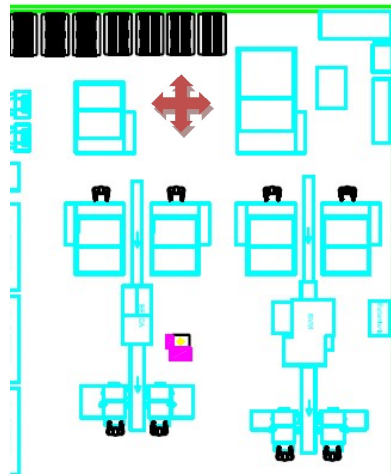


Figura 39: Vista en planta de la ubicación del nuevo puesto de lectura en la zona de montaje.
Fuente: Autor corporativo (2017)

Mejora que se prevé obtener: Se prevé ahorrar el tiempo de repetir los trabajos defectuosos que se generan en las fast frame y las cortadoras. Como se ha comentado anteriormente las mermas son del 10% actualmente, mientras que el tiempo de desplazamiento para repetir los trabajos es de 30 segundos. La siguiente tabla muestra el ahorro:

Tabla 38: Ahorro estimado con la instalación de dos puestos de lectura. Fuente: Elaboración propia.

Mermas	Coste operario	Tiempo desplazamiento(s)	
50	9 €	30	
ahorro diario	ahorro mes normal (10)	ahorro meses demanda alta (2)	ahorro anual
3,75	75,00	750,00	2.250,00€

6.3 Conclusiones

Detallar por completo las mejoras y su plan de diseño y ejecución, ha resultado más complicado de lo esperado, ya que hay muchos condicionantes que complican cada decisión a tomar. Otro de los problemas que se ha intentado resolver en este capítulo es la falta de información al tratar de detallar los diferentes planes. Sin embargo, es esta una fase de importancia vital para el éxito del proyecto.

La siguiente tabla recoge los diferentes ahorros de cara al año próximo que se estima que van a suponer las mejoras recogidas a lo largo de este capítulo:

Tabla 39: Ahorro estimado para los diferentes subproyectos. Fuente: Elaboración propia.

SUBPROYECTO	AHORRO ANUAL
Optimizar tamaños de lote	27.150 €
Cambio de layout	2.370 €
SMED en los plotters	51.290 €
Copia mecanismo enrollado VSP	30.000 €
Puesta en marcha procedimiento estándar entrega bobinas sin embalaje	2.430 €
Instalación de dos puestos de lectura	2.250 €
total	115.490 €

Por tanto, se considera un ahorro para el próximo año de 115.490€ gracias a la reducción de mermas y de tiempos improductivos de los operarios mediante las acciones que se han explicado previamente. Sin embargo, hay 14120€ que corresponderían a la compra de una nueva impresora que no se pueden considerar un ahorro de costes directos ya que estos forman parte de costes de estructura. Por tanto el ahorro anual en costes directos que se consigue con este proyecto es de 101370€. Este ahorro anual supone una reducción de costes directos de producción unitarios que los sitúa en 3,47€ como muestra la siguiente tabla.

Este nuevo valor de los costes directos unitarios consigue el objetivo de diferenciar a la planta de Paterna con respecto a las demás del grupo ya que consigue unos precios hasta 45 céntimos más baratos que en Múnich (3.92€) y 28 céntimos más baratos que en Londres (3.75€)

La siguiente tabla recoge los datos a nivel de ahorro de costes que se van a conseguir al llevar a cabo el proyecto.

Tabla 40: Muestra de ahorro en costes directos de producción al llevar a cabo el proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Ahorro total primer año	115.490 €
Ahorro comprar nueva impresora	14.120 €
Ahorro anual en costes directos	101.370 €
Producción mes normal	500
Producción mes demanda alta	5000
Meses normales	10
Meses demanda alta	2
Días laborables	20
Costes directos de producción unitarios antes del proyecto	3,81 €
Total costes directos de producción en un año	1.143.000 €
% ahorro anual con respecto al total	8,87%
Nuevo coste directo de producción unitario	3,47 €

En capítulos posteriores, se listarán las diferentes tareas de cada una de las mejoras, asignándoles un responsable, un marco de tiempo, las personas implicadas en la acción y unas acciones que le preceden, antes de las cuales no pueden comenzar dichas tareas. Posteriormente para terminar de definir el proyecto se explicará el presupuesto del mismo.

7 Plan de Implantación

7.1 Introducción.

Una vez decididas las tareas de mejora que se van a llevar a cabo durante el proyecto con el objetivo de mejorar la productividad llega el momento de planificar temporalmente el proyecto sabiendo que no debe alargarse más allá del momento en que la decisión de la ubicación en la que aumentar los volúmenes de producción se tome por parte del grupo.

Durante este capítulo se van a desglosar las diferentes actividades que se deben realizar para llevar a cabo los diferentes subproyectos que se han seleccionado y se han descrito durante el capítulo 6.

Se va a acompañar la especificación de las tareas de una clasificación según el tipo de tarea en la que se engloban diferenciando entre diseño ejecución y formación. Por otra parte, se van a especificar un responsable para cada actividad así como quiénes serán las personas implicadas en cada tarea.

Posteriormente se describirá de forma gráfica el diagrama de Gant de las fases de implantación del proyecto sabiendo que cada una de los subproyectos recogen diferentes actividades con sus duraciones y sus personas implicadas. Este diagrama de Gant vendrá por tanto marcado por la duración de las actividades y la disponibilidad de los recursos asignados a las mismas.

7.2 Tareas.

Tabla 41: Descripción de las tareas a desarrollar para llevar a cabo el proyecto de mejora de productividad. Fuente: Elaboración propia.

Nombre de tarea	Tipo tarea	Duración	Costo	Predecesoras	Responsable	Personas implicadas
Optimizar uso del sustrato		14,25 días	10.074 €			
Diseño del sistema de procesado	Diseño	2 días	720 €		Diseñador	Ing. produc. Operario taller
Instalación de pulsadores	Ejecución	7 horas	1.784 €	Diseño del sistema de procesado	Electrónico	Electrónico
Informatización nuevo sistema	Diseño	5 días	1.000 €	Diseño del sistema de procesado	Informático	Informático
Formación de los operarios	Formación	6 horas	630 €	Instalación de pulsadores e informatización del nuevo sistema	Ingeniero de producción	Ing. produc. Operarios zona general
Puesta en marcha	Ejecución	4 horas	220 €	Formación de los operarios	Ingeniero de producción	Informático. Ing. Produc
Verificación optimización tamaños de lote	Validación	6 días	720 €	Puesta en marcha	Ingeniero de producción	Ing. produc.[50%]
Cambio de layout		11,75 días	3.940 €			
Diseño del nuevo layout	Diseño	18 horas	1.710 €	Diseño del sistema de procesado	Diseñador	Ing. produc. Supervisor. Diseñador

Nombre de tarea	Tipo tarea	Duración	Costo	Predecesoras	Responsable	Personas implicadas
Formación de operarios	Formación	8 horas	1.120 €	Diseño del nuevo layout	Ingeniero de producción	Ing. produc. Operarios zona general supervisor
Implementación		4 horas	150 €			
Mover impresora 6	Ejecución	4 horas	60 €	Formación de operarios	Resp. Mto	Mecánico
Mover cortadora 1	Ejecución	2 horas	30 €	Formación de operarios	Resp. mto	Mecánico
Mover corta puntas 1	Ejecución	1 hora	15 €	Formación de operarios	Resp. mto	Mecánico
Mover cortadora 2	Ejecución	2 horas	30 €	Mover cortadora 1	Resp. mto	Mecánico
Mover corta puntas 2	Ejecución	1 hora	15 €	Mover corta puntas 1	Resp. mto	Mecánico
Verificación funcionamiento cambio de layout	Validación	8 días	960 €	Implementación	Resp. mto	Ing. produc.[50%]
SMED en los plotters		63,31 días	34.445 €			
Formación SMED y OEE	Formación	2 días	880 €	Diseño del nuevo layout	Ingeniero de producción	Diseñador. Ing. Produc. Operario taller Supervisor
Crear tabla tiempos cambio de lote	Ejecución	3 días	720 €	Formación SMED y OEE	Ingeniero de producción	Ing. produc. Operario taller

Nombre de tarea	Tipo tarea	Duración	Costo	Predecesoras	Responsable	Personas implicadas
Obtención del OEE	Ejecución	3 horas	90 €	Crear tabla tiempos cambio de lote	Ingeniero de producción	Ing. produc.
1º fase		33,38 días	2.580 €			
Separación tiempos internos y externos	Diseño	2 días	720 €	Obtención del OEE	Ingeniero de producción	Ing. produc. Operario taller
Comunicar separación tareas internas y externas	Formación	18 horas	1.020 €	Separación tiempos internos y externos	Ingeniero de producción	Diseñador. Ing. Produc. Operario zona general Supervisor
Verificación 1º fase	Validación	7 días	840 €	Comunicar separación tareas internas y externas	Ingeniero de producción	Ing. produc.[50%]
2º fase		55,94 días	30.055 €			
Conversión tiempos internos en externos	Diseño	5 días	4.400 €	Separación tiempos internos y externos	Ingeniero de producción	Diseñador; Ing. Prod. Operario taller Supervisor

Nombre de tarea	Tipo tarea	Duración	Costo	Predecesoras	Responsable	Personas implicadas
Diseño nuevos ejes	Diseño	3 días	720 €	Conversión tiempos internos en externos Verificación	Diseñador	Diseñador
Construcción nuevos ejes	Ejecución	14 días	1.798 €	Diseño nuevos ejes	Resp. mto	Mecánico
Formación uso nuevos ejes	Formación	7,5 horas	488 €	Construcción nuevos ejes	Ingeniero de producción	Ing. produc.; operarios impresores
Verificación 2º fase	Validación	6 días	720 €	Formación uso nuevos ejes	Ingeniero de producción	Ing. produc.[50%]
3º fase		44 días	21.930 €			
Reducción tiempos operaciones internas y externas	Diseño	10 días	8.800 €	Conversión tiempos internos en externos	Ingeniero de producción	Diseñador. Ing. Produc. Operario taller Supervisor

Nombre de tarea	Tipo tarea	Duración	Costo	Predecesoras	Responsable	Personas implicadas
Instalar reglas en los plotters	Ejecución	4 horas	84 €	Reducción tiempos operaciones internas y externas	Resp. mto	Mecánico
Formación uso reglas	Formación	4 horas	260 €	Instalar reglas en los plotters	Ingeniero de producción	Ing. produc. Operarios impresores
Instalación nuevo software en plotters	Ejecución	1 día	3.360 €	Reducción tiempos operaciones internas y externas	Informático	Electrónico Informático
Diseño carro carga eje sustrato	Diseño	2 días	480 €	Reducción tiempos operaciones internas y externas	Diseñador	Diseñador
Construcción carro carga eje sustrato	Ejecución	12 días	1.608 €	Diseño carro carga eje sustrato	Resp. mto	Mecánico
Diseño de carro eje enrollado	Diseño	2 días	480 €	Reducción tiempos operaciones internas y externas	Diseñador	Diseñador
Construcción carro eje enrollado	Ejecución	8 días	1.128 €	Diseño de carro eje enrollado	Resp. mto	Mecánico
Formación uso nuevos carros	Formación	6 horas	390 €	Construcción carro carga eje sustrato. Construcción carro eje enrollado	Ingeniero de producción	Ing. produc. Operarios impresores

Nombre de tarea	Tipo tarea	Duración	Costo	Predecesoras	Responsable	Personas implicadas
Diseño topes impresoras	Diseño	5 días	1.200 €	Reducción tiempos operaciones internas y externas	Diseñador	Diseñador
Construcción topes impresoras	Ejecución	15 días	2.100 €	Diseño topes impresoras	Resp. mto	Mecánico
Formación uso nuevos topes	Formación	6 horas	600 €	Construcción topes impresoras	Ingeniero de producción	Ing. produc. Operarios impresores. Supervisor
Verificación 3º fase		6 días	1.440 €	Formación uso nuevos topes. Formación uso nuevos carros. Formación uso reglas. Instalación nuevo software	Ingeniero de producción	Ing. produc.
Obtención mejora del OEE	Ejecución	4 horas	120 €	3º fase	ingeniero de producción	Ing. produc.
Copia mecanismo enrollado VSP		20,5 días	6.640 €			
Diseño	Diseño	8 días	1.920 €		Diseñador	Diseñador
Fabricación	Ejecución	5 días	700 €	Diseño	Resp. mto	Mecánico
Formación	Formación	12 horas	780 €	Fabricación	Ingeniero de producción	Ing. produc. Operarios impresores

Nombre de tarea	Tipo tarea	Duraci3n	Costo	Predecesoras	Responsable	Personas implicadas
Verificaci3n mecanismo	Validaci3n	6 d3as	1.440 €	Formaci3n	Ingeniero de producci3n	Ing. produc.
Instalaci3n en todas las m3quinas	Ejecuci3n	10 d3as	1.800 €	Verificaci3n mecanismo		Mec3nico
Puesta en marcha procedimiento est3ndar entrega bobinas sin embalaje		6 d3as	3.100 €			
Generaci3n est3ndar	Dise1o	4 horas	180 €		Ingeniero de producci3n	Ing. produc. Operario log3stico
Comunicaci3n est3ndar	Formaci3n	4 horas	320 €	Generaci3n est3ndar	Ingeniero de producci3n	Ing. produc. Operario log3stico Supervisor
Verificaci3n respeto procedimiento	Ejecuci3n	5 d3as	2.600 €	Comunicaci3n est3ndar	Supervisor	Ing. produc. Supervisor
Instalaci3n de dos puestos de lectura		4 d3as	4.554 €			
Fabricaci3n	Ejecuci3n	3 d3as	3.714 €		Electr3nico	Electr3nico Mec3nico
Formaci3n	Formaci3n	1 d3a	840 €	Fabricaci3n	Ingeniero de producci3n	Ing. produc. Operarios zona general supervisor

7.3 Diagrama de Gantt de las fases de implantación.

Se muestra a continuación el diagrama de Gantt de la fase de implantación. Como se puede observar el proyecto comenzará el lunes 19 de Junio de 2017 y debe finalizar a mediados de Octubre. Dejando por tanto medio mes de margen para poder resolver posibles contingencias que puedan surgir antes de que se lleve a cabo la reunión en la que se decidirá si la planta de Paterna absorbe los nuevos volúmenes.

Tabla 42: Especificación de inicio y fin de los subproyectos y duración de los mismos. Fuente: Elaboración propia.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Optimizar uso del sustrato	14,25 días	lun 19/06/17	vie 07/07/17
Cambio de layout	11,75 días	mié 21/06/17	jue 06/07/17
SMED en los plotters	63,31 días	vie 23/06/17	mié 20/09/17
Copia mecanismo enrollado VSP	20,5 días	lun 11/09/17	mar 10/10/17
Puesta en marcha procedimiento estándar entrega bobinas sin embalaje	6 días	lun 11/09/17	mar 19/09/17
Instalación de dos puestos de lectura	4 días	lun 11/09/17	vie 15/09/17

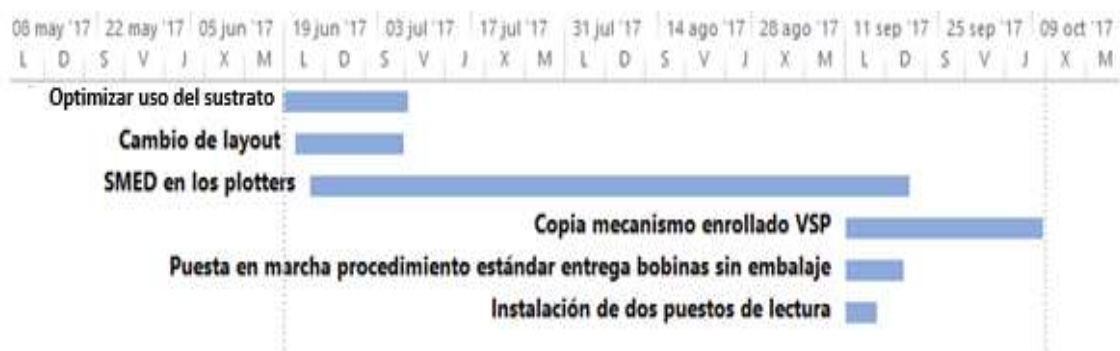


Figura 40 Diagrama de Gant de las fases de implantación del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

8 Presupuesto

8.1 Consideraciones previas.

Una vez finalizada la descripción del proyecto, se pasa a evaluar económicamente el coste de la propuesta con las mejoras elegidas teniendo en cuenta los costes tanto de materia prima como de mano de obra.

Cabe destacar que salvo los mecánicos que serán de una empresa subcontratados, el resto de los trabajadores son de la propia empresa.

Los valores que se han utilizado para calcular los costes de los recursos de mano de obra han sido proporcionados por el departamento de recursos humanos. Por otro lado, los costes de materiales han sido facilitados por el diseñador puesto que es él quien los pide para los proyectos de mejora o nuevas instalaciones.

En primer lugar especificaremos como se han obtenido los costes de mano de obra. Posteriormente se tratarán los costes de materiales aproximado a las diferentes actividades. Más adelante, se obtendrá el coste general de los diferentes subproyectos dentro del proyecto, lo cual puede resultar interesante en el momento de presentar el proyecto a la dirección para que se pueda decidir descartar alguno de los mismos.

Posteriormente se muestra una estimación del ahorro que se prevé obtener gracias a las mejoras obtenidas y por último se presenta el presupuesto general del proyecto.

8.2 Presupuestos parciales

8.2.1 Mano de obra.

Por lo que respecta a la mano de obra como se puede ver en la descripción de las características hay varios empleados implicados en el desarrollo de este proyecto.

La siguiente tabla muestra el coste horario de mano de obra de los diferentes empleados envueltos en el proyecto.

Cabe destacar que tanto el ingeniero de producción como los mecánicos se considera que tienen un 200% de capacidad, es decir, hay tanto dos ingenieros de producción como dos mecánicos. Por lo que respecta a los grupos de operarios, es decir, operarios zona general y operarios impresoras son grupos de 6 y 2 operarios respectivamente, que se han unido para simplificar el coste de las formaciones.

También se muestra la carga de trabajo que se estima para todos los recursos en relación a las diferentes cargas temporales que se han considerado necesarias para terminar las diferentes tareas. Se obtiene por tanto el coste total de uso de cada recurso.

Tabla 43 Carga de trabajo y coste de los recursos humanos implicados en el proyecto. Fuente: Autor corporativo (2017).

Nombre del recurso	Trabajo (horas)	Coste horario	Coste
Ingeniero producción	520,5	30 €	15.615 €
Eléctrico	39	20 €	780 €
Informático	76	25 €	1.900 €
Supervisor	210	35 €	7.350 €
Mecánico	550	15 €	8.250 €
Diseñador	312	30 €	9.360 €
operarios zona general	28	75 €	2.100 €
operarios impresores	35,5	35 €	1.243 €
operario taller	176	15 €	2.640 €
operario logístico	8	15 €	120 €
TOTAL MANO DE OBRA	1955		49.358 €

8.2.2 Materiales.

En lo referente al coste de materiales debe saberse que se han destacado los más importantes, que son los que reflejan la siguiente tabla. Todo el resto de costes como es el coste de desgaste de herramientas, tornillería y demás gastos difíciles de calcular se han incluido en el apartado de varios siendo fijado el valor por el diseñador de Hofmann. S.L.U.

Tabla 44: Coste de los recursos materiales utilizados en el proyecto. Fuente: Autor corporativo (2017).

Nombre del recurso	Unidades	Tasa estándar	Costo
Pulsador	6	15,00 €	90,00 €
Cableado	28	3,00 €	84,00 €
aluminio	32,5	7,00 €	227,50 €
cinta antideslizante	10	3,00 €	30,00 €
regla	6	4,00 €	24,00 €
licencia software	1	3.000,00 €	3.000,00 €
ruedas	16	6,00 €	96,00 €
tablero	32	12,00 €	384,00 €
cinta tórica	8	20,00 €	160,00 €
rodamiento lineal	14	50,00 €	700,00 €
equipo	2	300,00 €	600,00 €
lector	2	500,00 €	1.000,00 €
PLC	8	250,00 €	2.000,00 €
Varios	1	5.000,00 €	5.000,00 €
TOTAL MATERIALES			13.395,50 €

8.3 Presupuesto de los subproyectos

Tabla 45: Coste de los diferentes subproyectos que conforman el proyecto de mejora de productividad.
 Fuente: Elaboración propia.

Nombre	Costo
Optimizar uso del sustrato	10.074,00 €
Cambio de layout	3.940,00 €
SMED en los plotters	34.445,00 €
Copia mecanismo enrollado VSP	6.640,00 €
Puesta en marcha procedimiento estándar entrega bobinas sin embalaje	3.100,00 €
Instalación de dos puestos de lectura	4.554,00 €

8.4 Presupuesto general

Tabla 46 Resumen del presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

CONCEPTO	PARCIAL
Mano de obra	49358 €
Materiales	13395.50 €
Coste TOTAL	62753.50 €

9 Conclusiones

Este proyecto de reducción de costes en la zona de los lienzos de la planta de producción de Paterna de Hofmann S.L.U. tiene una gran importancia ya que va a determinar si la empresa es capaz de atraer los nuevos volúmenes del producto que se van a producir en Europa. Estando este proyecto enmarcado dentro del plan a largo plazo de implantar la metodología Lean, ha utilizado muchas de sus herramientas para conseguir dicha mejora.

Tras explicar la organización de la empresa, el proceso productivo de los lienzos y el marco teórico que envuelve al proyecto, se han detectado por parte de los operarios una serie de incidencias durante un taller 5S cuya resolución podría contribuir a la esperada reducción de costes. Posteriormente, se han descubierto las causas raíz de los problemas gracias a la metodología de los 5 porqués. Una vez identificadas estas causas se han seleccionado las alternativas más favorables usando las metodologías AHP y PACE ya que había diferentes opiniones en el equipo de trabajo y diferentes criterios que considerar. Seguidamente se ha usado la metodología PACE para priorizar las acciones ya que como se ha comentado anteriormente el proyecto tiene de duración hasta mediados de Octubre para poder tener lista la mejora a mostrar antes de las reuniones de Noviembre.

Más adelante, se ha realizado un diseño detallado de los subproyectos entre los que se incluyen algunas herramientas Lean como SMED u otros principios ingenieriles como cambio de Layout o mejoras de procesos. Así mismo, se describe un plan de implantación adecuado al diagrama PACE realizado anteriormente, en el que se definen fechas de inicio y finalización de las tareas que conforman los subproyectos, así como los responsables y las personas implicadas en las mismas. Se ha añadido al final de la descripción de cada opción elegida el ahorro que se espera obtener con la mejora durante el próximo año.

Por último se ha detallado el presupuesto del proyecto diferenciando entre costes por mano de obra y por materiales, así como entre los propios subproyectos para que se pueda elegir cuáles se desean llevar a cabo comparándolo con los ahorros que se esperan obtener gracias a la implantación de las mejoras en el caso de que la dirección decidiera descartar alguno.

Si la realización del proyecto sigue las líneas marcadas se espera haber ahorrado sólo durante el primer año en torno a 52.000 € a la empresa, si bien es cierto que estas mejoras seguirán dando sus frutos en años venideros en relación a los 101.000 € de ahorro de costes directos que tendrán lugar gracias al proyecto sólo en el primer año. Además, una vez terminadas las mejoras se prevé una reducción de costes directos del 8% que conseguirá destacar a la planta de Paterna frente a las otras en este indicador de costes. Se cumpliría por tanto el deseo de la dirección de Hofmann de conseguir resultar ser la planta más atractiva para el grupo Photobox para absorber los nuevos volúmenes de producción de lienzos, ya que como se había comentado durante el punto 2, Hofmann ya es la más atractiva en términos de reclamaciones de calidad y entregas a tiempo.

Ha seguido por tanto este proyecto la línea marcada por el grupo Photobox de implantación de la metodología Lean manufacturing que se lleva a cabo desde aproximadamente un año en la planta de Paterna. Ha resultado muy útil ver la implicación de los operarios en la detección de incidencias con el objetivo de mejorar los talleres de flujo y hacer crecer a la empresa. Por otra parte el uso de metodologías contrastadas garantiza el éxito del proyecto.

10 Bibliografía

- Alzola, Rubén. «[http://marcaladiferencia.com/.](http://marcaladiferencia.com/)» 2015. (último acceso: Junio de 2017).
- Hernández, J.C., Vizán, A. «Lean manufacturing. Conceptos técnicas e implantación.» *EOI UPM*, 2013.
- López, D. «[consultoriainnova.com.](http://www.consultoriainnova.com)» Octubre de 2012.
<http://www.consultoriainnova.com/blog/gestion-de-la-empresa/5-pasos-para-una-sesion-de-brainstorming-efectiva/> (último acceso: Junio de 2017).
- Osorio, J.C., Orejuela, J.P. *El proceso de analisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio*. Septiembre de 2008.
<http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/3217> (último acceso: Junio de 2017).
- Saaty, Thomas L. *The Analytical Hierarchical Process*. New York: J.Wiley, 1980.
- Shingo, S. *Una revolución en la producción. El sistema SMED*. 1990.
- Slack, N., S. Chambers, y R. Johnston. *Operations Management*. Pearson, 2010.
- Womack, J. *La máquina que cambió el mundo*. 1992.
- Womack, J., Jones, D. *Lean thinking: Como utilizar el pensamiento lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. 2007.