

GRADO EN INGENIERÍA DE
ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL
TRABAJO FIN DE GRADO

***REORGANIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA
EN ENTORNO PRODUCTIVO***

Alumna: Torre, Ateca, Paula

Director: Sánchez, Galíndez, Jose Antonio

Curso: 2018-2019

Fecha: Bilbao, 25, Junio, 2019

Índice de contenido

ÍNDICE DE CONTENIDO	3
RESUMEN	5
ABSTRACT	5
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CONTEXTO.....	2
3. OBJETIVOS Y ALCANCE	5
4. BENEFICIOS DEL PROYECTO	6
5. ANÁLISIS DEL SISTEMA LOGÍSTICO ACTUAL.....	7
5.1 DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS GENERALES.....	8
5.2 GESTIÓN Y APROVISIONAMIENTO DEL MATERIAL DE COMPRA.....	9
<i>5.2.1 Descripción de la situación actual.....</i>	<i>9</i>
<i>5.2.2 Problemas actuales.....</i>	<i>10</i>
<i>5.2.3 Propuesta para solucionar el desconocimiento del material consumido.....</i>	<i>12</i>
<i>5.2.4 Propuesta de solución para aplicar el método FIFO.....</i>	<i>17</i>
<i>5.2.5 Propuesta de solución para la facilitar la búsqueda del almacenero.....</i>	<i>19</i>
5.3 GESTIÓN Y APROVISIONAMIENTO DEL MATERIAL DE FABRICACIÓN PROPIA.....	19
<i>5.3.1 Descripción de la situación actual.....</i>	<i>19</i>
<i>5.3.2 Problemas actuales.....</i>	<i>21</i>
<i>5.3.3 Propuesta de solución para evitar la falta de material en los supermercados de planta</i>	<i>22</i>
<i>5.3.4 Propuesta de solución para evitar el abandono del puesto de trabajo.....</i>	<i>22</i>
5.4 GESTIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO.....	24
<i>5.4.1 Descripción de la situación actual.....</i>	<i>24</i>
<i>5.4. Propuesta.....</i>	<i>24</i>
6. IMPLANTACIÓN.....	25
PRIMERA FASE:.....	25
SEGUNDA FASE:	30
TERCERA FASE:	36
7. PLANIFICACIÓN. CRONOGRAMA	38
8. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS FUTURAS	39
8.1 CARRETILLAS GEOLOCALIZADAS.....	41
8.2 TREN	43
Opciones.....	43
8.3 AGV- AUTOMATIZACIÓN DE GUIADO AUTOMÁTICO	48
<i>8.3.1. Según la mecánica</i>	<i>50</i>
<i>8.3.2 Según el sistema de guiado.....</i>	<i>52</i>
9. SOLUCIÓN FUTURA ELEGIDA.....	56
10. PRESUPUESTO	59

11. CONCLUSIONES.....	61
BIBLIOGRAFÍA	63

Resumen

El presente proyecto desarrolla un análisis de la reorganización logística llevada a cabo en el entorno productivo de la empresa Edscha Santander, realizando un estudio de herramientas Lean y tecnologías de la Industria 4.0, analizando de manera detallada sistemas como las estanterías dinámicas, el Kanban, las carretillas geolocalizadas, el tren o el AGV. Todo ello enfocado a conseguir una mejora continua y un aumento de la productividad.

Palabras clave

Estanterías dinámicas, Kanban manual, E-Kanban, Tren, AGV, OEE, Sap, Captor.

Laburpena

Proiektu honek Edscha Santander enpresaren produkzio ingurunean logistika berrantolaketa analisisa garatzen du. Horretarako Lean eta 4.0 industria teknologien azterketa bat egin da, sistema batzuk zehaztasunez aztertuz, hala nola apalategi dinamikoak, Kanban, geolokalizatutako orgak, trena eta AGV. Lanak jarraikiko hobekuntza eta produktibitatearen areagotzea du helburu.

Gako- hitzak

Apalategi dinamikoak, Kanban manuala, E-Kanban, Trena, AGV, OEE, Sap, Captor.

Abstract

This project develops a logistical reorganization analysis carried out in the productive environment of the company Edscha Santander, performing a study of Lean Manufacturing tools and the technologies of the Industry 4.0, and making a detailed analysis of systems such as the dynamic shelves, the Kanban method, geolocised wheelbarrows, the train or the Automatic Guided Vehicles (AGV). The whole project is focused on achieving a continuous improvement and an increasement of the productivity.

Keywords

Dynamic shelves, Manual Kanban, E- Kanban, train, AGV, OEE, Sap, Captor.

Índice de ilustraciones

<i>Ilustración 1. Planta Edscha Santander en el polígono industrial de Guarnizo.....</i>	<i>2</i>
<i>Ilustración 2. Gráfico de producción</i>	<i>2</i>
<i>Ilustración 3. Participación de Edscha en el grupo Gestamp.....</i>	<i>3</i>
<i>Ilustración 4. Gráfico de clientes.....</i>	<i>3</i>
<i>Ilustración 5. Diagrama de flujo.....</i>	<i>7</i>
<i>Ilustración 6. FIFO Y LIFO.....</i>	<i>8</i>
<i>Ilustración 7. Intervención del Kanban en el proceso</i>	<i>14</i>
<i>Ilustración 8. Buzones Kanban</i>	<i>14</i>
<i>Ilustración 9. Visualización del Kanban electrónico en Sap.....</i>	<i>15</i>
<i>Ilustración 10. Sistemática del Kanban electrónico.....</i>	<i>16</i>
<i>Ilustración 11. Evolución de las estanterías.....</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 12. Ejemplo de una estantería dinámica.....</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 13. Diseño de estantería dinámica.....</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 14. Contenedores.....</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 15. Pantallas táctiles en carretilla para aviso digital</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 16. Esquema resumen del Kanban manual.....</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 17. Tarjeta Kanban</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 18. Esquema resumen del E- Kanban</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 19. Layout general.....</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 20. Carretillas geolocalizadas.....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 21. Trilateración.....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 22. Opción 1</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 23. Opción 2. E-frame 1000.....</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 24. Especificaciones de giro en función del n° de carros.....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 25. Opción 3 V-Liner</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 26. Tipos de plataformas.....</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 27. Opción H-Frame.....</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 28. AGV rotacional en planta.....</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 29. AGV Apilador.....</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 30. AGV Rotacional.....</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 31. AGV Bidireccional compacto.....</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 32. Filoguiado</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 33. Guiado óptico.....</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 34. Guiado láser</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 35. Layout inicial.</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 36. Layout circuito final</i>	<i>58</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Análisis del puesto de de fabricación de frenos de mano</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 2. Coste personal</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 3. Coste soporte informático.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 4. Coste de materiales.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 5. Presupuesto final.....</i>	<i>60</i>

Listado de siglas y acrónimos

FIFO	First in first out
LIFO	Last in last out
WIP	Working in process
ERP	Enterprise Resource Planning
SAP	Sistemas, Aplicaciones y Productos
MES	Manufacturing Execution System
OEE	Overall Equipment Effectiveness
JIT	Just In Time
KPI	Key Performance Indicators
SIG	Special Interest Group
AGV	Automatic Guided Vehicles (Vehículo de guiado automático)

1. Introducción

Actualmente, debido a la competitividad existente en el mercado y en este caso concretamente en el sector industrial, la necesidad de implantar sistemas de trabajo que consigan un aumento de la productividad se ha convertido en un aspecto crucial.

Es por ello, que el ámbito logístico ha adquirido una gran importancia a la hora de establecer los sistemas y procesos llevados a cabo en la empresa. Se opta por buscar una continua mejora que a través de modificaciones basadas en la reorganización de la planta productiva supongan grandes ventajas y beneficios tanto a nivel productivo como económico.

Motivado por llevar a cabo un análisis que plasme el impacto de la logística en una empresa, el presente proyecto tiene como objetivo desarrollar las distintas opciones aplicables en la planta Edscha Santander.

Se basa en un estudio de herramientas Lean y de la Industria 4.0 que permita resolver los problemas existentes hasta el momento en la planta, minimizando costes y a su vez garantizando que la inversión realizada en las nuevas herramientas va a ser beneficiosa tanto a nivel productivo como económico, manteniendo siempre la seguridad y calidad de producción como base de todo.

Se pretende como conclusión del presente documento plasmar las utilidades, beneficios e inconvenientes de las herramientas analizadas, mostrando a su vez los distintos elementos a tener en cuenta a la hora de reorganizar una planta productiva.

2. Contexto

Edscha Santander se encuentra en el polígono industrial de Guarnizo, Cantabria. Comenzó su andadura en el año 1978 y se trata de una planta de 56.000 metros cuadrados focalizada principalmente en la construcción de bisagras y frenos de mano para automóviles.



Ilustración 1. Planta Edscha Santander en el polígono industrial de Guarnizo

Su actividad productiva está dividida principalmente en tres partes: por un lado el mecanizado constituido por las operaciones de tronzado y de arranque de viruta (fresado, taladrado, brochado), por otro lado, la estampación formada por el corte y la embutición y por último el ensamblado para el montaje del producto final.

Para ello su maquinaria principal está constituida por 6 prensas de corte y estampación, que van desde 250 a 630 toneladas, las cuales usan utillajes progresivos. Además de 6 tronzadoras para el corte de los perfiles, 13 centros de mecanizado, 4 centros automáticos de soldadura, 2 líneas de trovalizado y granallado de las piezas y aproximadamente 30 máquinas automáticas de montajes formadas por mesas redondas y líneas.

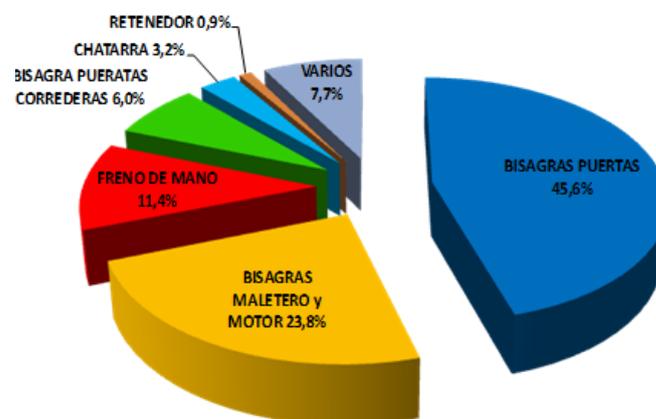


Ilustración 2. Gráfico de producción

En el año 2010 fue adquirida por el grupo español Gestamp, grupo de automoción con una facturación en el año 2018 de 8.548 millones de euros. Dicha multinacional española está especializada en el diseño, desarrollo y fabricación de componentes metálicos para automóviles, y cuenta con 95 centros de producción y 12 de I+D en distintos puntos del mundo.

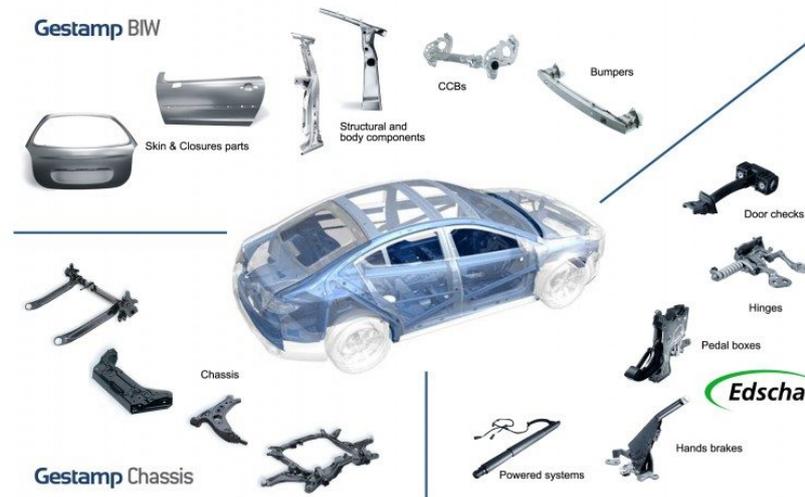


Ilustración 3. Participación de Edscha en el grupo Gestamp

El 100% de la fabricación de Edscha se dirige al sector de la automoción, siendo Tier 1 de los grandes fabricantes de automóviles como PSA, Renault o Volkswagen. En cuanto a su facturación, el 85% se dirige a los grandes grupos europeos.

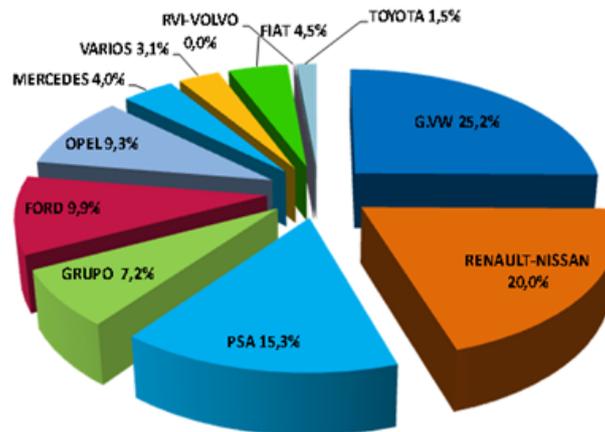


Ilustración 4. Gráfico de clientes

En los últimos años Edscha Santander ha logrado duplicar su facturación en relación con 2013, esto les ha llevado a producir unos 6 millones de piezas de venta al mes, unas 800.000 piezas

diarias entre las de venta y fabricación propia, con una plantilla de más de 500 empleados, funcionando a 3 turnos, 7 días a la semana..

En el proceso de trabajo, por una parte se fabrican los perfiles y por otra las chapas con dos tecnologías diferenciadas, el resultado de ambos procesos se juntan en un almacén intermedio y junto con los elementos necesarios de compra se procede al montaje de los productos finales de venta, constituidos principalmente por bisagras y frenos de mano. Dichos productos pueden constar de entre 5 y 20 componentes cada uno, que deben ser adecuadamente gestionados para que los lotes se puedan fabricar en la cantidad justa que hay que entregar al cliente y en el momento necesario, asegurando una trazabilidad del producto.

Debido al alto número de referencias, alrededor de 600 de venta, para las cuales se manejan 800 de fabricación propia y 1000 de compra; gestionarlas de forma adecuada se convierte en un aspecto clave para la empresa. Para ello, la empresa trabaja con dos programas informáticos: por un lado el ERP Sap, y por otro, el M.E.S Captor. A partir de ellos, ya se ha realizado una primera fase de trabajo sobre la planificación avanzada de las máquinas, trabajando para que la planificación realizada en el Sap se pueda mostrar al operario de la máquina a través del M.E.S.

Debido a los altos niveles de producción y empleabilidad, el carácter logístico y productivo de la planta así como la calidad, pasan a ser un punto elemental para el correcto funcionamiento y el cumplimiento de los objetivos, centrando sus esfuerzos en realizar una mejora continua que le permita seguir creciendo sin dejar de dar importancia a los valores y principios de trabajo establecidos desde un comienzo.

Para ello, la empresa trabaja bajo la filosofía de *Lean Manufacturing*, y cuenta con las certificaciones ISO9001, VDA 6.1., QS9000, ISO14001, TS16949, 1989FORDQ1. Además, se quiere desarrollar el JIT tanto de la información como de los materiales, mejorando con ello sus KPI (*Key Performance Indicators*), afectado por paradas por falta de material, los cuales son principalmente el OEE (parada por falta de carretillero), la productividad, la seguridad y como consecuencia los envíos no entregados a tiempo.

3. Objetivos y alcance

El presente proyecto es de aplicación en la mejora de la logística interna de Edscha Santander y pretende llevar a cabo un análisis de la organización actual de logística interna utilizada en la planta, para así ser capaces de reconocer aquellos aspectos que son susceptibles de aplicar una mejora, mediante el uso combinando de las herramientas Lean y de las tecnologías que se están aplicando en la Industria 4.0, con el fin de:

- Disponer de todos aquellos materiales necesarios para el operario para producir en su puesto de trabajo sin necesidad de que tenga que abandonar el puesto para solicitárselos a los carretilleros.
- Evitar la parada productiva de los distintos puestos por falta de material disponible.
- Minimizar los movimientos de las carretillas sin carga.

Para poder alcanzar los objetivos previamente expuestos se han definido una serie de objetivos parciales:

- No incrementar el número de carretillas hasta ahora establecidas.
- Facilitar la comunicación entre el trabajador en el puesto de producción con los carretilleros.
- Realizar la entrega y disposición del material mediante la implantación de un sistema que permita cumplir el método FIFO.

4. Beneficios del proyecto

El presente proyecto busca un beneficio general, enfocado a incrementar la competitividad de la empresa en el mercado y obtener una mejora de la imagen frente a los clientes por utilizar sistemas modernos y robustos, que debe ser confirmado en unos mejores resultado en las evaluaciones periódicas de los sistemas de calidad sin olvidar que en este proceso se ha de obtener una mayor satisfacción y orgullo de pertenencia de los empleados.

A este beneficio general se va a llegar en parte a través de la optimización de costes, con la obtención de los siguientes beneficios:

A nivel económico/productivo:

- Cumplimiento del FIFO.
- Mejora de la trazabilidad de los materiales, y como consecuencia aumento de la confianza del cliente en el proceso productivo.
- Gestión de la entrega de materiales más ágil y sencilla
- Aumento del OEE por reducción de las paradas por falta de carretillero y falta de material.
- Mejora del control del inventario por reducción del material en planta.
- Minimizar la dependencia de aportación de inteligencia del almacenero para realizar la labor y facilitar la formación de nuevos almaceneros
- Aumento de la productividad de los medios al disminuir el abandono de su puesto de trabajo por tener que solicitar un aprovisionamiento o una recogida.
- Disminución de los desperdicios producidos al trabajar de forma más rítmica y evitando paradas
- Mejora de la eficiencia de los operarios.

Beneficios a nivel social

- Aumento de la seguridad al disminuir las interferencias entre empleados y carretillas.
- Facilitación de las tareas del operario.
- Mejora de la empleabilidad de los operarios.
- Minimización de la dependencia del operario en la toma de decisiones debido a una estandarización de las tareas productivas a realizar.

5. Análisis del sistema logístico actual

A lo largo de los años el concepto de la logística interna ha ido variando de forma contundente, pasando a ser una figura clave en los procesos productivos de una empresa. Dicha logística interna comienza con la gestión de los almacenes, distribución a los centros productivos y entrega al transporte del producto de venta, siguiendo el diagrama de flujo que se presenta a continuación:

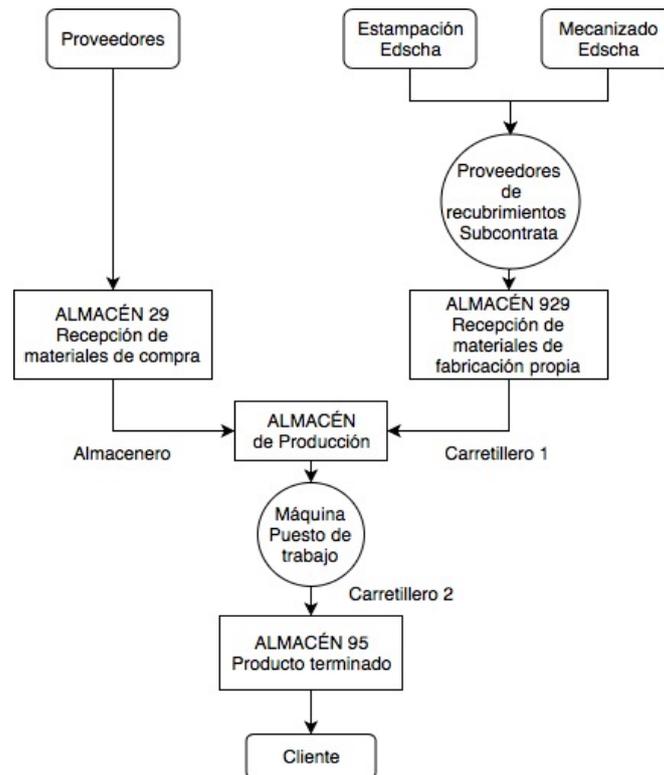


Ilustración 5. Diagrama de flujo

Como se puede apreciar en dicho diagrama, la planta debe realizar diferentes gestiones dependiendo de si se trata de producto de compra, de fabricación propia o producto terminado, involucrando distintos procesos y operaciones y logrando una coordinación global que permita potenciar tanto la producción como la seguridad de las acciones realizadas.

Para lograrlo, cobra especial importancia la gestión de almacenes definida como “el proceso de la función logística que trata la recepción y almacenamiento de materias primas, semielaborados, terminados, así como el tratamiento e información de los datos generados”. A día de hoy conceptos como FIFO (*First in first out*) o LIFO (*Last in last out*) pueden suponer la diferencia entre una buena o mala gestión.



Ilustración 6. FIFO Y LIFO

Con el fin de realizar una adecuada gestión, la empresa Edscha Sanrtander ya ha ido instalando a lo largo de los últimos años mejoras tecnológicas que les permitan ser más competitivos y productivos; es el caso de los escáneres, módulo de gestión de almacenes del ERP SAP, pantallas táctiles, estanterías con ubicaciones, etc. Estos avances se han ido compaginando con la formación continua de sus empleados para que estas actualizaciones en la planta se hayan realizado con éxito.

Por otro lado, se han llevado a cabo distintas entrevistas con responsables de la empresa, en las cuales se ha constatado que están abiertos a una mejora futura, y valoran la posibilidad de realizar modificaciones tanto del lay Out como de la forma de trabajo. Además, han transmitido que se busca una mejora global encaminada a la automatización y desarrollo tecnológico.

5.1 Descripción de requerimientos generales

Una vez enfocados hacia un cambio, surge la necesidad de establecer unos límites tanto económicos como funcionales.

Para solucionar los problemas logísticos actuales, la empresa ha dejado claro que hay una serie de requerimientos que es básico cumplir, ya que a través de ellos, considera que va a alcanzar el beneficio general descrito previamente en el punto 4.

Estos requerimientos son:

- No incrementar los costes logísticos de la empresa a través del incremento de la plantilla y o los medios existentes. Esto se debe a diversos motivos: en primer lugar, la contratación de un carretillero adicional supondría un coste anual de unos 30.000 euros; a esto habría que añadirle la compra o alquiler de más carretillas (± 1500 euros/mes).
- Reducir o como mínimo no aumentar el riesgo de accidentes de atropello por más interacción entre carretillas y el resto de trabajadores.
- Aprovechar las herramientas que estén instaladas o que hayan sido previamente probadas por empresas del grupo.
- No añadir más programas de gestión a los ya existentes, los cuales son el ERP (*Enterprise Resource Planning*) SAP, “software informático a través de la cual la empresa gestiona la información y sus recursos”, instalada desde el año 2005 en la planta y el M.E.S (*Manufacturing Execution System*) CAPTOR, el cual “permite la captura automática de datos de producción, la monitorización de las operaciones y la identificación de desperdicios y área de mejora del OEE”.
- Orientar las soluciones propuestas para que a medio o largo plazo se pueda proceder a la automatización de los transportes de reparto.

5.2 Gestión y aprovisionamiento del material de compra

5.2.1 Descripción de la situación actual

En el caso de la planta de Edscha Santander, contamos con almacenes encargados de la recepción del material dotados de 4 estanterías de 20 metros de longitud y 7 metros de altura con capacidad para 1380 pallets europeos.

Todas las ubicaciones están identificadas con códigos de barras y la gestión de dar entrada, ubicar, desubicar y movimientos de traspasos se realiza con escáneres y se documenta con etiquetas de impresión en impresoras portátiles. En este proceso de recepción de productos de compra (tornillería, pasadores, arandelas, etc), intervienen almaceneros que descargan los materiales con carretillas frontales y los depositan en “la playa” (zona dedicada a la recepción de material de los proveedores). A continuación, comprueban que el albarán refleja la mercancía recibida

correctamente y proceden a ubicar los productos mediante carretillas retractiles en las ubicaciones libres que les propone el sistema.

Una vez ubicados dichos materiales, queda registrada su localización en el Sistema de Gestión de Almacén (SGA) *Sap*. El ERP *Sap* cobra especial importancia en este procedimiento para el seguimiento de la trazabilidad y la gestión de las necesidades de los proveedores, de la producción y del cliente final. El sistema está presente a lo largo de todo el proceso productivo de la fábrica, y permite realizar una gestión óptima de los distintos almacenes, registrando los diferentes productos y procesos llevados a cabo junto con un seguimiento continuo, de forma que queda registrada cualquier modificación, así como las bajas y altas de los productos.

Permanece así el material en el almacén dedicado a la recepción hasta que se necesita para el proceso de producción, momento en el cual debe ser transportado por un almacenero hasta su nuevo destino.

5.2.2 Problemas actuales

Los problemas actuales de la planta Edscha Santander comienzan a aparecer en la fase de reparto de los materiales, etapa necesaria para posteriormente procesar dichos materiales.

El primer problema se basa en el desconocimiento del material consumido por parte del almacenero. El almacenero encargado de suministrar a las estanterías de producción no conoce el material consumido por los distintos puestos de trabajo. Para saberlo, se basa en su experiencia, en las indicaciones que le da el almacenero del turno saliente (si es que existe), y en una ronda que realiza al comienzo de su turno pasando por cada una de las estanterías que hay junto a las máquinas y anotando así los materiales que son necesarios reponer.

Este sistema genera labores sin valor añadido, desplazamientos de operarios en busca de otros trabajadores por llegar tarde para obtener información o por haber fallado sus previsiones de consumo y paradas de línea por reposiciones tardías.

Debido a esta forma de trabajo y de control de material, en los puntos de la planta donde no suele llegar a tiempo el material necesario para realizar una producción ininterrumpida, se está aumentando la cantidad de material disponible, con la consiguiente reducción de espacio productivo, mayor valor de inventario en planta y por consecuencia con sus respectivos riesgos de errores de inventario y de pérdida de trazabilidad.

El segundo problema detectado es el incumplimiento del FIFO. Para almacenar los materiales cercanos a los puestos de trabajo se utilizan estanterías metálicas LIFO (Last in, First out), basadas en que el último elemento colocado en la estantería, va a ser el primero que se retire, dicho método no cuenta por tanto con ubicaciones en el sistema que permitan conocer cuál es el embalaje más antiguo y conlleva a una pérdida de la trazabilidad de los productos consumidos, aspecto especialmente relevante para los clientes y la calidad de la planta.

Es por ello que se convierte en necesario para el sector de la automoción lograr el cumplimiento del método FIFO, para lo cual, es necesario combatir la dificultad de colocación del material. Aunque hay una sistemática de identificación de lotes y de no mezclarlos en una misma estantería, el operario tiene tendencia a la comodidad y como consecuencia, no se garantiza el cumplimiento de esta disciplina en la planta.

Muchos se preguntarán qué consecuencias puede tener la falta de FIFO en un sector en el que los productos no tienen una fecha de caducidad, la clave de esta cuestión reside en la necesidad de asegurar la trazabilidad para ser capaces como empresa de proporcionar al cliente información necesaria para identificar en caso de avería o problema el lote que conforma el producto. Si hay dudas en el lote afectado, la solución pasa por incrementar el número de unidades a revisar con un gran coste económico.

Un tercer problema reside en que cuando el método de reposición existente, basado en la libreta en mano, falla, el operario se ve en la necesidad de realizar por la planta una búsqueda del almacenero para solicitarle el material que falta. El método utilizado se basa en el abandono del puesto de trabajo por parte del trabajador, parando los medios productivos por falta de material y sus correspondientes consecuencias negativas, afectando a la cadena de producción a nivel global.

A la hora de buscar soluciones para los distintos problemas previamente descritos, se han analizado diferentes alternativas de forma que se pongan en marcha aquellas que proporcionen un mayor valor a la empresa y que cumplan con los requerimientos generales anteriormente descritos. Para ello, se ha partido de la información proporcionada por distintas fuentes tales como la experiencia de proveedores de intralogística, las visitas realizadas a diferentes plantas, la investigación en la red, los datos proporcionados por otras plantas del grupo y la información recibida por parte de los clientes tras realizar sus auditorías en otras empresas.

5.2.3 Propuesta para solucionar el desconocimiento del material consumido

Para dar solución a la falta de conocimiento sobre el material consumido se ha realizado una investigación acerca de posibles metodologías que impliquen una mejora, optimizando el traslado de información en la planta.

En este aspecto se presenta la opción de desligar de las tareas del almacenero aquella basada en informar acerca de los materiales a reponer. Se propone así asignar dicha tarea a un operario por turno de producción para que realice la lista de los materiales que hay que ir reponiendo antes de que se paren las máquinas e informe al almacenero de cuánto y cuándo debe reponer. Además, este operario también tendría la tarea de asegurar que las reposiciones se realizan cumpliendo el método FIFO.

El principal inconveniente que se hace visible como consecuencia de esta propuesta es el aumento de los recursos humanos asignados a tareas logísticas y por consiguiente los costes.

Tal y como se ha descrito previamente, uno de los requerimientos principales de la empresa es evitar el aumento de recursos en la planta, que a pesar de poder optimizar la búsqueda de material, también tienen como consecuencia negativa el posible incremento de accidentes, debido a su interacción con el resto del ambiente productivo. Es por ello que esta alternativa queda desde un principio descartada.

En segundo lugar, se considera la opción de implantar medios de comunicación entre los operarios y el almacenero (teléfonos, sistemas Andon, etc), los cuales evitan por un lado que el operario se desplace de su máquina pero por otro, no resuelven el problema de que se produzca una falta de material por haber sido consumido, ya que dicho sistema no es capaz de prever el agotamiento del material. Es por ello, que no se considera viable la aplicación de dicha alternativa en este caso, aunque se valorará como medida complementaria a otros sistemas o para la solicitud de materiales de fabricación propia y retirada del producto terminado.

En tercer lugar la propuesta es atacar el despilfarro y usar la metodología Kanban para detectar los materiales consumidos, estandarizando el sistema y los medios de comunicación entre operario de la máquina y almacenero.

Esta tercera opción es la que en un primer lugar cumple con los requerimientos del proyecto, evitando incrementar los recursos asignados y obteniendo los beneficios esperados. Por

consiguiente, se procede al análisis del método Kanban, método que debe introducirse en la planta como una filosofía de trabajo, aplicándolo de forma continua en la metodología de la empresa. No debe ser por tanto concebido por los empleados como una solución en un momento concreto sino como una filosofía de la empresa aplicable día a día para la mejora de la gestión.

Dentro de dicho sistema se presentan dos variantes: el Kanban manual y el electrónico. Cada una de estas variantes tiene distintas ventajas e inconvenientes y es por ello que resulta necesario analizar el ámbito de trabajo al que se quiere aplicar, y de esta manera elegir el más idóneo:

Kanban manual

El método Kanban surgió en la empresa Toyota al implantar el sistema *Just In Time* (JIT), consistente en mantener un mínimo nivel de stock y fabricar en base a la demanda real del cliente, es decir, un método *pull*, y no *push*, el cual está basado en fabricar una previsión aproximada de la demanda. De esta forma, se consigue ahorrar en almacenaje y en materia prima sobrante.

El objetivo fundamental de Kanban consiste en crear valor ajustando al máximo los recursos necesarios y sin afectar negativamente a la producción. Dicho sistema *pull* tiene diferentes prácticas que pueden ser aplicadas en función de los intereses de la empresa que lo ponga en marcha. Todos ellos están basados en una serie de tarjetas que proporcionan información de forma rápida y visual acerca de la fase del proceso en la que se encuentra.

$$N^{\circ} \text{ de Kanban} = \frac{DD * Tc * FS}{TL}$$

DD: Demanda diaria de unidades

Tc: tiempo de orden para el ciclo

FS: Factor de seguridad

Hay tres tipos de tarjetas: de transporte, de fabricación y de proveedores. Las primeras proporcionan información acerca de las necesidades de material y liberan el transporte de los materiales de una ubicación a otra, las segundas señalan demandas inmediatas y liberan la fabricación de unos determinados lotes de productos y las terceras sirven para indicar a los proveedores que materiales están autorizados a enviar. Las distintas tarjetas utilizadas son las mismas para un mismo tipo de producto, y los buzones en los que se colocan se caracterizan por tener tres colores principales: verde, amarillo y rojo.

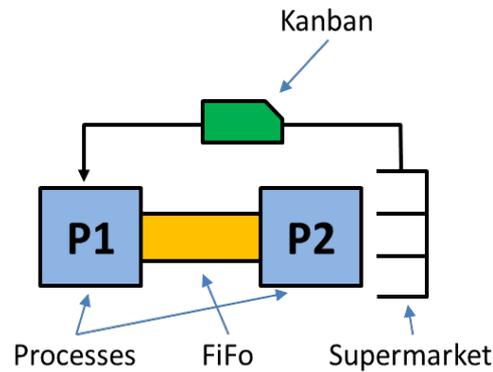


Ilustración 7. Intervención del Kanban en el proceso

Cada color nos proporciona una información distinta en función de la urgencia de reposición. El color rojo tiene prioridad uno en la reposición del producto en la línea, el amarillo prioridad dos y el verde es el menos prioritario; este sistema de colores es el que hace que el empleado a simple vista sea capaz de analizar la situación y priorizar.

En el caso de la planta de Edscha Santander, se considera óptima la aplicación de dicho sistema ya que se trata de una producción continua en la que se manejan lotes pequeños de material y los embalajes siempre tienen cantidades fijas por referencia, con lo cual se puede calcular la cobertura de cada unidad Kanban.



Ilustración 8. Buzones Kanban

Su utilización nos va a permitir saber la cantidad de material consumida por cada máquina y aumentar la productividad minimizando las paradas de línea por falta de suministro de materiales, por un mayor seguimiento de las cajas consumidas, por un mejor control de inventario y minimizando los desperdicios.

Dada la sistemática de los procesos productivos y tras haber analizado las diferentes variantes del sistema Kanban, se considera necesario en este caso aplicar el Kanban de transporte (KT) cuya

finalidad es autorizar el movimiento de las piezas de los centros de abastecimiento (almacenes) a los puestos de trabajo (máquinas), ya que la secuenciación de producción se viene realizando por una planificación avanzada en el ERP Sap. Además, su aplicación reducirá en gran medida el tiempo que el almacenero dedica a conocer que materiales debe reponer en cada puesto de trabajo.

La sistemática de funcionamiento establece una tarjeta Kanban por caja, de forma que tras ser utilizada la caja, dicha tarjeta se coloque en un buzón, el cual será revisado con una frecuencia previamente establecida por el almacenero. De esta forma, se evita que el almacenero tenga que realizar un inventario continuo haciendo uso de libreta, lo cual conlleva a errores y al uso de tiempo extra sin valor añadido.

El sistema Kanban requiere calcular un número de cajas fijas, las cuales sean suficientes para no dar lugar a falta de material en el proceso entre reposiciones y minimizar los transportes de reposición de los almaceneros. El problema que se presenta es que con las estanterías LIFO existentes, la introducción del Kanban no resolvería los riesgos de falta de trazabilidad y el incumplimiento del FIFO, este problema lo debemos abordar con un cambio de estanterías enfocadas a un sistema FIFO.

Kanban electrónico

La segunda modalidad y por tanto más innovadora es el Kanban electrónico, el cual trabaja en perfecta sintonía con el ERP Sap y el MES Captor, que como hemos mencionado previamente son dos de los programas principales de la planta.

La implantación del Kanban electrónico a través de SAP provoca que el análisis del funcionamiento de la planta sea más exacto y permite visualizar posibles errores y mejoras, así como optimizar los niveles de inventario con un seguimiento más óptimo del aprovisionamiento y de los tiempos de reposición.

Supply Area	Material	Description	Kanban Quantity		
EXTPROC1	H001	SM for kanban	50		
EXTPROC1	H002	SM for kanban	50		

Ilustración 9. Visualización del Kanban electrónico en Sap

Además, en el caso del grupo Edscha después de preguntar a los diferentes responsables de logística de las plantas y a los responsables de estandarización se averigua que el Kanban electrónico se está desarrollando en 3 plantas del grupo. Todo ello hace que se considere como solución óptima y se asuma el funcionamiento implantado en el Grupo.

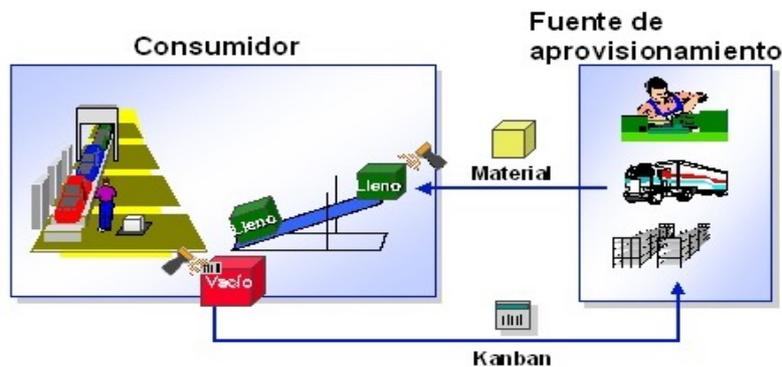


Ilustración 10. Sistemática del Kanban electrónico

Cada tarjeta identifica una unidad Kanban (caja, palet, contenedor, etc) y cuando una de dichas unidades Kanban se agota, el operario con un escáner procede a vaciar dicha unidad. Al hacerlo, se envía la señal al sistema y este tiene dos opciones en función la urgencia de reposición:

- El caso más general es el Kanban normal, en el que se establece una frecuencia de impresión para cada material en función de su cobertura, basada en el tiempo que requiere el almacenero para poder reponer el material y en un stock de seguridad (unos 30 minutos). A la hora de determinar dichas frecuencias se intenta que dentro de lo posible los períodos sean múltiplos entre sí, de forma que se puedan optimizar las rutas de reparto. Por otro lado, el operario al gastar una unidad Kanban escanea el código de la misma, dicha información queda almacenada en el programa (*job*) y cuando se llega a la frecuencia de impresión establecida, las unidades hasta ahora escaneadas son impresas, llegando las etiquetas a manos del almacenero, encargado de reponer el material.
- Por otro lado, existe la opción de realizar un Kanban inmediato, para por ejemplo aquellos materiales para los cuales no tenemos espacio y que al agotarse hay que reponer inmediatamente. En este caso, el Kanban imprime la etiqueta en cuanto es realizada la petición por el operario.

5.2.4 Propuesta de solución para aplicar el método FIFO

Estanterías dinámicas vs estanterías actuales

Como se ha comentado previamente, el sistema Kanban no resuelve por si solo el riesgo de falta de trazabilidad de los productos por incumplimiento del FIFO.

A la hora de ubicar los distintos productos de compra, además de realizar la colocación en el lugar correcto y que más reduzca el tiempo de abastecimiento al puesto, se necesita utilizar unas estanterías que ayuden al operario a cumplir el FIFO. Por ello, se ha analizado el uso de estanterías dinámicas, especialmente creadas para dar solución a este problema.

Las estanterías dinámicas o también denominadas de gravedad, consisten en un sistema de almacenaje por compactación basado en la estructura de una estantería convencional que consta de rodillos y una ligera inclinación, del 3 y 4%, la cual permite que los materiales se desplacen por gravedad.

Con el uso de estas estanterías se reduce notablemente el riesgo de no cumplir el método FIFO y como consecuencia garantiza la trazabilidad, haciendo que el producto que primero se retira de la estantería sea el que primero ha sido colocado en ella, situando en primera posición al más antiguo y desplazando por inercia el siguiente en antigüedad para que ocupe su lugar. Los productos entran por la parte alta de la estantería y quedan apilados uno tras otro desplazándose hasta el inferior.

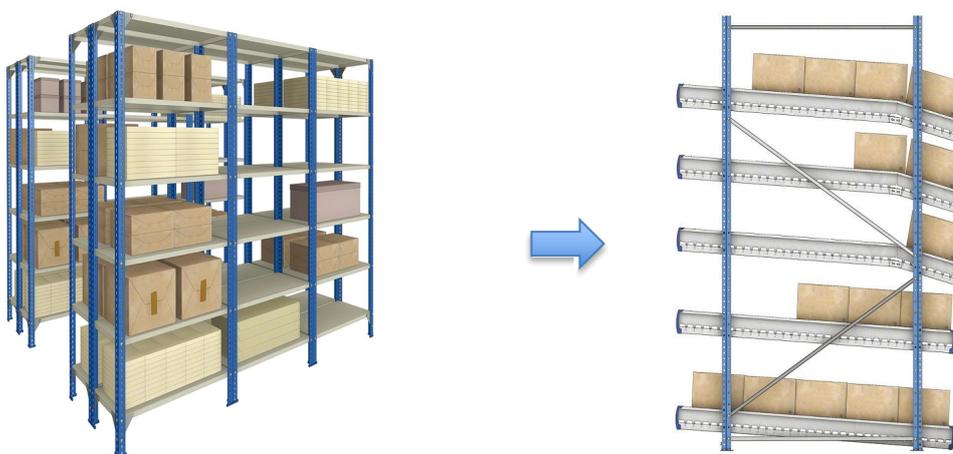


Ilustración 11. Evolución de las estanterías

Para lograr que dichas estanterías cumplan su función, se debe tener una única línea de alimentación por referencia, de forma que el almacenero esté enfocado a controlar el material de una sola línea y el operario solo tenga un punto de retirada. En caso contrario, al tener varias, el empleado retiraría el producto de aquella línea que le fuese más cómoda y próxima, dando como resultado un incumplimiento del método FIFO.

Esto va a implicar una menor cantidad de material en el almacén de producción en comparación con la alternativa de la estantería convencional, lo cual beneficia en un control de inventario más sencillo y un menor valor de inventario en el proceso. Por contra, va a suponer un mayor número de reposiciones, que pueden tener como consecuencia un aumento de los desplazamientos.

Es por ello que mediante su implantación, se realizará un análisis con el objetivo de valorar si este nuevo tipo de estantería proporciona verdaderamente un beneficio o al tener que realizar más reposiciones y por tanto implicar más trabajo del operario, no genera valor la modificación.



Ilustración 12. Ejemplo de una estantería dinámica

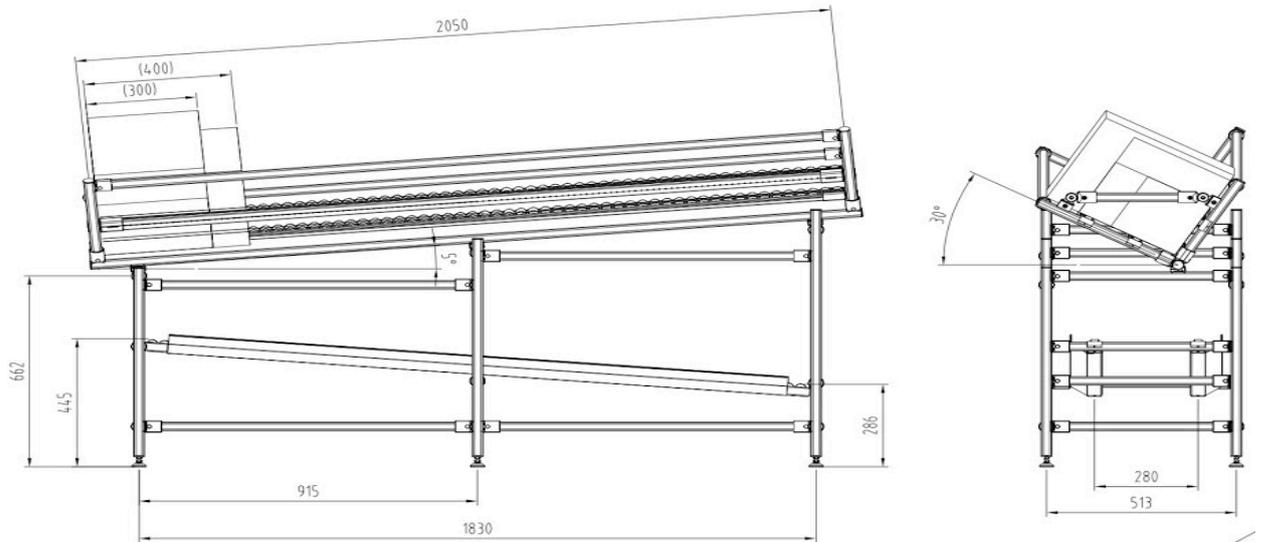


Ilustración 13. Diseño de estantería dinámica

5.2.5 Propuesta de solución para la facilitar la búsqueda del almacenero

Con la implantación del Kanban electrónico, en el caso del abastecimiento de los materiales de compra no sería necesario buscar un sistema de comunicación entre operario y almaceneros, ya que si el sistema Kanban se implanta adecuadamente, al operario le ha de llegar el material siempre antes de que se agote. Por lo tanto, el trabajador no debería quedarse sin material y por consiguiente no necesitaría de un sistema de comunicación adicional, siendo suficiente con el sistema Kanban implantado.

5.3 Gestión y aprovisionamiento del material de fabricación propia

5.3.1 Descripción de la situación actual

Los materiales de fabricación propia se producen en las máquinas de la planta y están entre las diferentes fases del proceso, es decir, pasan por distintas operaciones llevadas a cabo en la planta, como puede ser el mecanizado, prensado, pintado, etc, es por ello que a este tipo de material se le denomina *Wip* (*Working In Process*).

Este material se gestiona a través de contenedores con cantidades diferentes de piezas para una misma referencia. Dentro del *Wip*, existe el material que lleva un tratamiento superficial en su proceso y es enviado a proveedores externos. La gestión de dicho material se realiza a través del

módulo de gestión de almacenes en SAP, de esta forma, en todo momento se conoce cuanto material tienen los proveedores y cuando se va a recibir procesado en la planta Edscha.

Cuando se recibe, se da entrada en SAP mediante escáneres y lectura de códigos de barras y se ubica en un almacén contiguo a la planta productiva (supermercado), en estanterías con ubicaciones codificadas de forma que dicho material esté localizado en todo momento.



Ilustración 14. Contenedores

Por el contrario, el WIP que no lleva tratamientos superficiales en el exterior, no cuenta con información acerca de su localización en el sistema. Este material está repartido por pequeñas áreas en la planta (minimercados); no existe una ubicación fija de espacio para cada referencia aunque se respeta mayoritariamente que una referencia esté habitualmente en la misma zona.

Este material se aprovisiona a las máquinas con carretillas frontales para ser procesado e ir obteniendo el producto final de venta al cliente. El aprovisionamiento se realiza con carretillas porque necesita ser elevado a unas tolvas de alimentación que hacen que los movimientos del operario sean más ergonómicos.

Dentro de la planta hay un carretillero en la zona de estanterías donde se ubica el material que se recibe de los proveedores de tratamiento superficial (supermercados) y tres carretilleros por turno distribuidos por áreas geográficas, los cuales están constantemente pasando por los distintos puestos para saber las necesidades de los operarios.

Las tolvas de alimentación a las máquinas tienen una pequeña bandeja que permite al operario tener una autonomía de unos 15 o 20 minutos (dependiendo del tamaño de la pieza) entre el momento que el carretillero puede quitar el contenedor vacío y sustituirlo por uno lleno sin necesidad de parar la máquina.

En el procedimiento actual, cuando el operario detecta que el carretillero puede quitarle el contenedor vacío y colocarle un contenedor con nuevas piezas, está pendiente de ver pasar al carretillero por su zona y así poder hacerle la petición de reposición de material.

En ese momento el carretillero va a buscar un nuevo contenedor en el minimercado de la planta y si ahí no lo encuentra va al supermercado, que es la zona donde se han recibido los materiales de los proveedores, y solicita al carretillero encargado de gestionarla que le entregue uno de los que están allí ubicados. Si ese proceso es superior al tiempo de autonomía de la tolva la máquina se acabará parando.

5.3.2 Problemas actuales

Mediante el procedimiento actual, el carretillero necesita realizar desplazamientos en el caso de no tener material en el minimercado hasta la zona donde se han recibido los materiales de los proveedores, es decir, hasta el supermercado. Dicho proceso es lento y provoca que el carretillero abandone la zona productiva donde es encargado de atender a los distintos puestos de trabajo, evitando sus paradas por agotamiento de material, y por consiguiente, obliga a los operarios de dicha zona a abandonar su puesto de trabajo para poder hacer las peticiones de material.

Aquí nos encontramos con los tres principales problemas que están directamente conectados:

- El primero es la parada por falta de material en los minimercados de la planta.
- El segundo el abandono del puesto de trabajo por parte del operario.
- Y por último los viajes en vacío para pedir material recibido del exterior y retorno a su zona de trabajo.

Otros aspectos que hay que valorar son:

- El buen funcionamiento del sistema de reparto, el cual se basa en gran parte en el control que lleva el carretillero sobre su trabajo y sobre sí mismo, y de su conocimiento sobre los consumos de las máquinas y las coberturas que tienen las mismas.
- Dificil estandarización de esta forma de gestión.

5.3.3 Propuesta de solución para evitar la falta de material en los supermercados de planta

En este caso la solución propuesta es el uso del Kanban manual que hemos explicado en el punto 5.2.2 con tarjetas de transporte. Se propone:

- Crear tarjetas Kanban que estarán depositadas en las máquinas. Debe ser calculado para que con la existencia de los contenedores existentes en los supermercados de la planta, los operarios de las máquinas tengan una cobertura de trabajo de ½ turno
- Ajustar las dimensiones de los minimercados de planta para que tengan la capacidad para albergar el nº necesario de contenedores que garanticen la cobertura de 4 horas.

Para que el Kanban funcione correctamente debe haber mínimo dos contenedores por referencia. Su utilización nos va a permitir saber la cantidad de material consumida por cada máquina y hacer una reposición de los contenedores consumidos por parte del carretillero del supermercado de los materiales recibidos de los proveedores externos.

La sistemática de funcionamiento establece una tarjeta por contenedor, de forma que tras ser utilizado dicho contenedor, la tarjeta se coloque en un buzón, el cual será recogido con una frecuencia previamente establecida por el carretillero del Supermercado. De esta forma, se asegura que el carretillero de planta siempre va a tener en los minimercados los materiales necesarios para alimentar a las máquinas, sin necesidad de ir a reclamar al supermercado ni de salirse de su zona geográfica y que elimina los viajes en vacío para solicitar materiales al carretillero del supermercado.

5.3.4 Propuesta de solución para evitar el abandono del puesto de trabajo

Para dar solución al problema de que el operario tenga que abandonar su puesto de trabajo para avisar al carretillero de la necesidad de reponer piezas se propone usar el **aviso digital**. Se ha comprobado que el MES Captor tiene un servicio de mensajería que bien gestionado puede resolver el problema de comunicación entre los carretilleros de planta y los operarios de la máquina.

Desde el puesto de trabajo el operario envía información al carretillero con datos productivos (producciones y tipos de paradas), a través de pantallas ya existentes en la planta monitorizadas

con el MES Captor. Dicho sistema, ofrece la posibilidad de lanzar correos electrónicos desde las pantallas de las máquinas y visualizar en la pantalla del carretillero los distintos avisos en función del tiempo restante para que la línea de producción se pare, de esta forma, el carretillero trabajará por orden de prioridad evitando paradas.

El uso del aviso digital presenta grandes beneficios para la planta a un reducido coste, dado que las pantallas de los puestos de trabajo ya existen como consecuencia del uso del MES Captor. Esto facilita la formación de los operarios al ser un programa utilizado en la planta con el cual ya están familiarizados los operarios. Por tanto, sólo habría que añadir la compra e instalación de pantallas en las carretillas.

Con el objetivo de simplificar la mensajería de la mayor forma posible, se ha pensado en establecer dos opciones de mensaje predeterminadas, las cuales abarcarían las principales necesidades que se pretenden cubrir:

- Alimentación o retirada de las piezas de fabricación propia del puesto.
- Necesidad de cambio de producto.



Ilustración 15. Pantallas táctiles en carretilla para aviso digital

Una vez que se implanta el aviso digital, ya no es necesaria la distribución de los carretilleros por zonas geográficas y se muestra más óptimo para la empresa asignar a los carretilleros por funciones. De esta forma a cada carretillero le llegarán a su pantalla solamente mensajes de un tipo, facilitándole el aprendizaje y permitiendo un mayor grado de especialización que va a aportar el reducir el número de fallos en las identificaciones.

5.4 Gestión del producto terminado

5.4.1 Descripción de la situación actual

La parte final del proceso intralogístico en la producción es la retirada del producto terminado de la máquina y la entrega del mismo al almacén de expedición, punto en el cual se finaliza el proceso productivo y son enviados al cliente. Actualmente la problemática que aparece en la retirada del producto terminado es similar a la existente con los avisos al carretillero de la planta; hay que emplear tiempo en buscar al carretillero y se producen paradas de la máquina durante la maniobra de retirada de un contenedor y la sustitución por uno vacío.

5.4. Propuesta

La propuesta en este caso, pasa por dotar a todas las máquinas de un doble contenedor para proporcionar autonomía. De esta forma al producirse el llenado del contenedor, el operario podrá sustituirlo por uno vacío colocado a pie de máquina para perder el menor tiempo posible en dicha acción de intercambio. Una vez intercambiado el contenedor se avisa al carretillero para que realice la retirada de material del puesto de trabajo.

Como ya se ha desarrollado anteriormente, en la gestión del producto terminado encaja a la perfección el uso del aviso digital, siendo necesario en este caso crear un tercer tipo de mensaje que sería “Retirada de producto acabado”.

6. Implantación

Una vez analizada la situación actual y aportada las soluciones a los problemas detectados se obtiene como resultado que es necesario hacer un plan de implantación en la planta para las siguientes actividades:

- Sustitución de las estanterías LIFO por estanterías dinámicas.
- Implantación del Kanban manual para las piezas de fabricación propia con tratamiento externo.
- Redimensionamiento de los minimercados para colocar el material a pie de máquina.
- Desarrollo y parametrización del programa de mensajería del Captor para enviar avisos a los carretilleros de tres tipos:
 - Ruta de producto terminado.
 - Ruta de reposición y retirada WIP.
 - Cambio de producto.
 - Instalación de pc paneles en las carretillas.
- Implantación del Kanban electrónico para la entrega de materiales de compra..
- Dotación de autonomía con doble contenedor para el producto terminado.

Analizadas las diferentes actividades que hay realizar se propone desplegar las mismas en función del grado de dificultad y la ganancia generada con la puesta en marcha de la actividad. Nos resultaría el siguiente orden:

Primera fase:

En esta primera fase se propone realizar en paralelo el dimensionamiento de los minimercados, para colocar el material a pie de máquina, posicionándolo de la forma más cercana posible, de forma que el operario del puesto de trabajo ahorre tiempo en movimientos para el intercambio del material, y la generación de las tarjetas Kanban manuales con sus correspondientes buzones y procedimientos de uso.

Uno de los aspectos positivos de esta proposición es que ambas actividades pueden ser realizadas por personal de Edscha Santander sin necesidad de soporte externo de especialistas y por consiguiente con una mínima necesidad de inversión, se trata de realizar una mejora partiendo de los medios ya disponibles en la planta y mediante una concienciación del personal y mejora de su metodología de trabajo.

Para realizar esta primera fase se necesitan llevar a cabo una serie de pasos:

- Se debe lanzar un listado que contenga todas las referencias afectadas para poder realizar posteriormente un análisis detallado y lo más ventajoso posible para cada una de ellas.
- Basados en este listado, es necesario realizar un cálculo de coberturas, calculando cuántas piezas se necesitan por cada hora de trabajo en las respectivas máquinas de consumo.
- El objetivo en la planta es alcanzar una cobertura de 4 horas de producción, para ello, el siguiente paso se basa en calcular el número de contenedores que necesitamos tener en los minimercados para alcanzar dicha cobertura.

Los contenedores utilizados son comunes para todos los puestos de trabajo, intentando alcanzar una homogenización del proceso y potenciando la sencillez en el aprovisionamiento de materiales. El hecho de utilizar el mismo tipo de depósito facilita la tarea del carretillero y la organización de los espacios tanto de la planta productiva como del almacén.

- El sistema Kanban trata como se ha mencionado previamente de una filosofía de trabajo, por ello al utilizar las tarjetas, la empresa debe diseñarlas a medida, en función de sus requerimientos, de forma que contengan la información relevante para el buen funcionamiento del sistema.

En el caso de la planta Edscha Santander, se considera necesario reflejar los siguientes puntos en las tarjetas Kanban:

- Referencia numérica de la pieza y su respectivo código de barras.
 - Centro de consumo.
 - Foto identificativa.
 - Número de tarjetas Kanban activas.
 - Origen.
 - Máquina de consumo.
- Además es necesario fijar el número de buzones a colocar en la planta productiva para la recogida de las tarjetas, de forma que los operarios tengan claro su posición para poder

obtener información cuando sea necesario y los buzones de las tarjetas que no se están utilizando.

- Una vez establecidas las tarjetas y localizados los buzones, es necesario elaborar los procedimientos de funcionamiento, implantando de manera progresiva esta nueva filosofía de trabajo e incentivando a los trabajadores a realizar un esfuerzo para lograr una mejora común.
- Por otro lado, resulta necesario formar tanto a los mandos, líderes de los equipos, como carretilleros, operarios, etc. Se trata de una filosofía de trabajo que debe expandirse a todos los niveles, ya que afecta al funcionamiento productivo en su conjunto, de forma que se consiga concienciar de su importancia y así obtener resultados positivos.
- A continuación se pasará a realizar el arranque y puesta en marcha del sistema, prestando especial atención a cada detalle y realizando un análisis continuo enfocado a la mejora de su implementación.
- Durante el arranque del proyecto se debe realizar un acompañamiento continuo que permita obtener y contrastar datos en todo momento.

A partir de los tres primeros puntos explicados, es decir, una vez que se han recogido las referencias, coberturas y calculado el número de contenedores necesarios, se propone trabajar en paralelo formando un equipo multidisciplinar con representantes de la producción, de ingeniería de procesos y de logística. El objetivo de este equipo será ir definiendo los minimercados de almacenamiento de la planta, centrados en los contenedores que se tengan en producción trabajando bajo la filosofía Kanban.

Una vez definidos los minimercados y el número de Kanban necesarios por referencia y realizada en la planta la instalación de los buzones de almacenamiento y recogida de las tarjetas Kanban, se propone que el sistema funcione de la siguiente forma:

Los operarios de las máquinas, cuando liberen una tarjeta Kanban, la depositarán en el buzón que se haya fijado previamente. Cada puesto de trabajo tendrá un buzón asignado de forma que se desarrollen las tareas de la forma más organizada posible.

El carretillero que se encuentra en el supermercado realizará una ruta de recogida de todas las tarjetas pasando por todos los buzones, es aquí donde se muestra la importancia de la asignación de colores, mediante un chequeo visual, el carretillero podrá determinar de forma rápida y eficiente la urgencia de reposición de cada puesto, de forma que pueda priorizar para lograr evitar cualquier tipo de parada en los puestos de trabajo.

Una vez que tenga las tarjetas, mediante la información proporcionada por estas, acudirá al supermercado e irá desubicando el material reclamado por las tarjetas Kanban de sus posiciones. A continuación, procederá a su reparto en el minimercado correspondiente, donde deberá dejar el contenedor con su identificación más la tarjeta Kanban (la tarjeta kanban siempre acompaña a un contenedor con piezas), de forma que al agotarse las piezas de dicho contenedor, se pueda realizar el mismo proceso utilizando la tarjeta.

Como consecuencia de este funcionamiento, siempre debe haber como mínimo dos tarjetas Kanban por referencia, de forma que una permanezca en el contenedor que se está utilizando en el puesto de trabajo y otra en el contenedor de reposición.

A continuación, se presenta un esquema resumen del Kanban manual, para facilitar su comprensión:

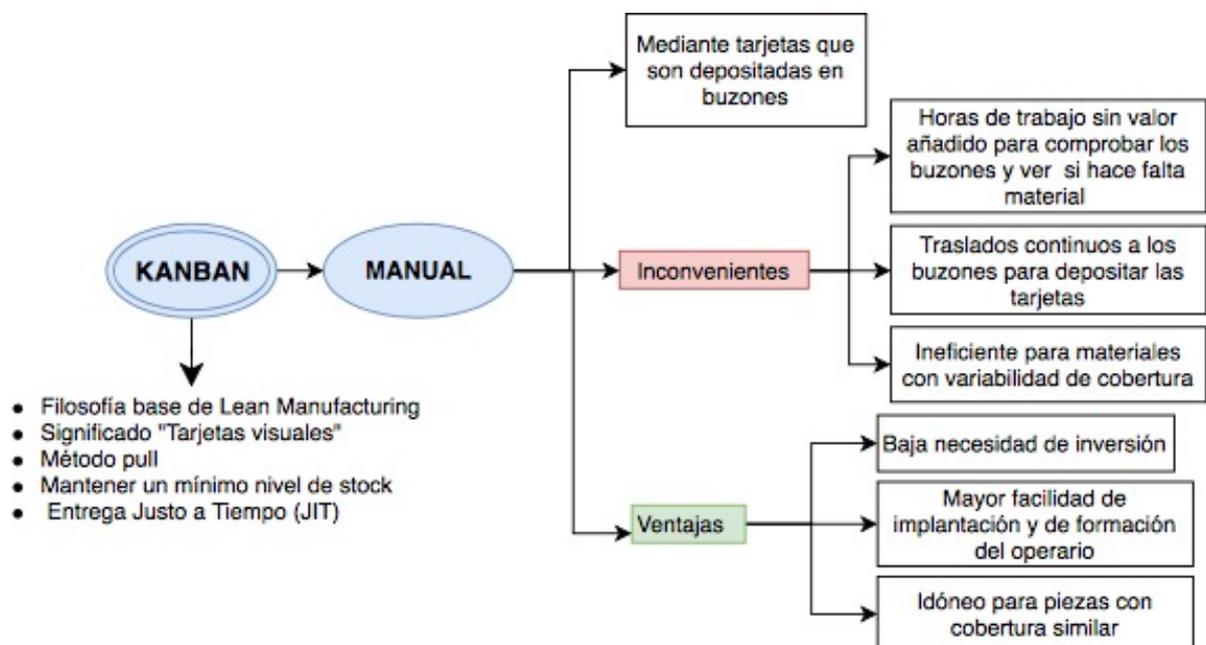


Ilustración 16. Esquema resumen del Kanban manual

Con esta primera fase se espera tener los siguientes beneficios:

- Desaparición de la necesidad del carretillero de una determinada zona geográfica, de salir de ella para reclamar material al carretillero del supermercado.
- Estandarización del sistema de petición de material del operario de la máquina y por tanto reducción de sus ausencias en la máquina por tener que solicitar material.
- Y como consecuencia de lo anterior, reducción de las paradas por falta de material, de las interacciones entre operarios y carretillas y de la cantidad de materiales que hay por la planta y de los cuales se desconoce su localización.

Segunda fase:

En esta segunda fase, se propone abordar la sustitución de las estanterías LIFO, que se utilizan para almacenar los componentes de compra a pie de máquina, por las estanterías dinámicas, e implantar el Kanban electrónico para gestionar la reposición de dichos materiales.

Por un lado, para ejecutar la sustitución de las estanterías va a ser necesario una inversión económica y por otro, para implantar el E-Kanban, se requerirá del soporte de los técnicos de IT que se encuentran en la sede central del grupo Edscha.

A pesar de estar convencidos de la necesidad de llevar a cabo esta propuesta, hay una serie de factores que pueden afectar a la implantación exitosa. Estos los podemos enumerar como: cierto desconocimiento en los detalles de activación del sistema Kanban en SAP, necesidad de impresoras, escaners y licencias de uso en los paneles pcs de la planta o el gran volumen de personas, en torno a 300 y 400.

Por lo tanto, para que la implementación sea exitosa se debe implantar de forma gradual, comenzando por el puesto de trabajo donde se presente mayor dificultad de gestión del Kanban, y en caso de éxito crear un plan de despliegue al resto.

Esto va a permitir a la dirección de Edscha Santander introducir conocimiento en la organización de forma gradual y le va a proporcionar tiempo para calcular las necesidades de inversión para su posterior solicitud de permiso a la sede central del grupo Edscha.

Una vez consensuada la máquina con mayor grado de dificultad que se tiene en la planta se ha elegido como modelo más desfavorable un puesto de fabricación de frenos de mano (300 frenos/hora), en el cual se fabrican 15 modelos diferentes, con 35 componentes en total.

El puesto de fabricación de frenos de mano es el que más dificultades presenta a la hora de gestionar su producción, no solo por el gran número de referencias que intervienen, sino por la disparidad de cobertura que presentan los distintos componentes, es decir, la frecuencia con la que es necesaria que el almacenero reponga el material, cada 10-12 minutos hasta 18-19 horas.

$$Cobertura = \frac{Unidades\ por\ caja}{Consumo\ por\ horas}$$

Dentro de estos 32 componentes los que más volumen ocupan son las empuñaduras de plástico (15 cajas por pallet y 52 empuñaduras por caja) y por el contrario, los que menos ocupan son los casquillos (6500 por caja).

En esta fase se van a sustituir las estanterías LIFO por estanterías dinámicas para el abastecimiento de materiales que ocupan menos espacio, como es el caso de los casquillos, y se van a colocar en el suelo los materiales de gran volumen, almacenados en pallets y contenedores, en un lugar donde puedan ser depositados por la carretilla y que a su vez sea cercano al lugar donde van a ser utilizados.

Es por ello, que el *lay out* de la planta debe ser capaz de satisfacer los distintos requerimientos de espacio y movimientos de los operarios y carretilleros, siendo en ciertos casos necesaria la recolocación de los puestos para poder contar con el material necesario cercano al punto de producción.

En el caso de los componentes de mayor volumen, se establece el pallet como unidad Kanban, como es el caso de las empuñaduras, mientras que para los componentes de pequeño tamaño, como los casquillos, se considera la caja como la unidad más adecuada.

Se comienza por diseñar y construir las estanterías dinámicas para el almacenaje de las unidades Kanban de los componentes y realizar un análisis de la cobertura de cada componente. En la siguiente imagen se muestra una tarjeta Kanban



Ilustración 17. Tarjeta Kanban

Durante este proyecto se va a hablar de la frecuencia de impresión, por lo tanto es necesario explicar que se entiende por frecuencia de impresión y su importancia en el E-kanban. El E-kanban funciona de la siguiente manera:

Todas las unidades Kanban (cajas, pallets o contenedores) están identificadas con una tarjeta Kanban. Cuando la unidad Kanban se vacía o llega al punto de pedido se procede a comunicar

que la tarjeta Kanban está vacía. Esto lo realizará el operario con la lectura mediante un dispositivo dotado de un escáner, dichos dispositivo se encuentra en cada puesto así como en las carretillas.

En el momento que la tarjeta es escaneada, se almacena la información en el sistema a través del SAP el cual memoriza dicha lectura y permite llevar una gestión total y en tiempo real de las acciones realizadas.

El objetivo de este escaneado, es lograr una mayor conexión entre los distintos puntos de la planta, comunicando desde el puesto al punto de impresión de las tarjetas Kanban la necesidad de reposición. Es por ello que existe un parámetro de impresión, pautado cada 2 horas, 6 horas, etc, y marcado por la cobertura existente en cada puesto, que permite disponer de material en la estantería. Una vez que se produce el cumplimiento de dicho parámetro, salen impresas todas las tarjetas Kanban que se han vaciado.

A continuación, el almacenero recoge dichas tarjetas y realiza el picking en el almacén. Mediante la lectura de las tarjetas Kanban que se han impreso, contará con la información necesaria acerca del producto que requiere el puesto, con su ubicación en el almacén, de forma que su trabajo sea más rápido y eficaz, perdiendo el menor tiempo posible en realizar la búsqueda del material. Una vez localizado el material pegará las tarjetas Kanban en las cajas correspondientes y procederá al reparto a sus estanterías respectivas.

Como se puede apreciar, a diferencia del Kanban manual, el E-Kanban cuenta con una nueva tarjeta por caja, ya que está basado en pegatinas impresas en la propia planta; en cambio en el caso del manual se trata de tarjetas, no pegatinas, que son sustituidas y remplazadas entre sí, de ahí la importancia de que haya como mínimo dos por referencia.

En la tabla que se presenta a continuación, se pueden apreciar los datos de todas las referencias que intervienen en el puesto de montaje de frenos de mano, en el cual se especifica además si se trata de un Kanban con frecuencia de impresión previamente estipulada o por el contrario del Kanban inmediato:

Tabla 1. Análisis del puesto de fabricación de frenos de mano

Material	Descripción		Unds Caja	Consumo turno	huecos máximos	Consumo en una hora	Cobertura en horas	Frecuencia de impresión programada en horas	Tiempo ciclo de reposición	Nºcajas/palé
1	Casquillo	Componente	6500	2800	6	350	111,4	48	0,5	18
2	Remache escalonado	Componente	2100	2800	9	350	54,0	48	0,5	12
3	Casquillo	Componente	3000	2800	6	350	51,4	48	0,5	16
4	Casquillo	Componente	2000	2800	6	350	34,3	24	0,5	16
5	Tuerca hexagonal	Componente	3500	5600	6	700	30,0	24	0,5	32
6	Botón cromo brillo	Componente	2500	2800	4	350	28,6	24	0,5	12
7	Botón cromado mate	Componente	2500	2800	4	350	28,6	24	0,5	12
8	Casquillo distanciador	Componente	1250	2800	7	350	25,0	24	0,5	18
9	Botón plástico negro	Componente	2100	2800	5	350	30,0	24	0,5	12
10	Botón	Componente	2100	2800	5	350	30,0	24	0,5	12
11	Botón	Componente	2100	2800	5	350	30,0	24	0,5	12
12	Interruptor	Componente	1500	2800	5	350	21,4	12	0,5	16
13	Tornillo	Componente	600	2800	10	350	17,1	12	0,5	60
14	Palanca	Componente	500	2800	8	350	11,4	6	0,5	64
15	Segmento dentado	Componente	400	2800	10	350	11,4	6	0,5	12
16	Eje	Componente	500	6000	10	700	7,1	6	0,5	60
17	Conjunto varilla	Componente	300	2800	5	350	4,3	3	0,5	32
18	Conjunto tirante	Componente	210	2800	5	350	3,0	3	0,5	32
19	Slider	Componente	432	2800	1 palé	350	9,9	6	0,5	32
20	Slider	Componente	408	2800	1 palé	350	9,3	6	0,5	32
21	Emp. Seat plástico	Componente	52	2800	1 palé	350	0,7	Aviso por planificación. Kanban inmediato	0,5	15
22	Emp. Gris claro	Componente	52	2800	1 palé	350	0,7	Aviso por planificación. Kanban inmediato	0,5	15
23	Emp. Blanco	Componente	52	2800	1 palé	350	0,7	Aviso por planificación. Kanban inmediato	0,5	15
24	Emp. Rojo	Componente	52	2800	1 palé	350	0,7	Aviso por planificación. Kanban inmediato	0,5	15
25	Emp. Gris oscuro	Componente	52	2800	1 palé	350	0,7	Aviso por planificación. Kanban inmediato	0,5	15
26	Emp. cuero gris	Componente	52	2800	1 palé	350	0,7	Aviso por planificación. Kanban inmediato	0,5	15
27	Emp. Plástico	Componente	52	2800	1 palé	350	0,7	Aviso por planificación. Kanban inmediato	0,5	15
28	Empuñadura	Componente	52	2800	1 palé	350	0,7	Aviso por planificación. Kanban inmediato	0,5	15
29	Empuñadura	Componente	52	2800	1 palé	350	0,7	Aviso por planificación. Kanban inmediato	0,5	15
30	Empuñadura	Componente	52	2800	1 palé	350	0,7	Aviso por planificación. Kanban inmediato	0,5	15
31	Empuñadura	Componente	52	2800	1 palé	350	0,7	Aviso por planificación. Kanban inmediato	0,5	15
32	Empuñadura	Componente	52	2800	1 palé	350	0,7	Aviso por planificación. Kanban inmediato	0,5	15

Este documento Excel presenta un análisis de los puntos más relevantes del puesto, quedando reflejados aspectos como los huecos máximos con los que se cuenta para cada material, pudiendo ser en estanterías, como en los primeros casos, en pallets sobre carros con ruedas o en contenedores depositados en el suelo. Por otro lado, en cuanto a la cobertura se aprecia la variabilidad en el caso de los componentes. De ahí que también necesitemos trabajar con Kanban inmediatos.

¿Qué es un Kanban inmediato y cuando se usa?

Un Kanban inmediato es aquél en el que la petición/impresión se realiza justo en el momento que se realiza la lectura de vaciado. No tiene frecuencia de impresión y lo usamos cuando por ausencia de espacio, necesitamos que el material sea repuesto lo más rápido posible.

Una vez realizado este análisis se considera que es un proceso adecuado para ser implantado en la planta, capaz de cubrir los requerimientos de cada caso estudiado en el puesto.

Como resumen a continuación se presenta un esquema resumen del método E- Kanban, con el objetivo de simplificar su comprensión lo máximo posible:

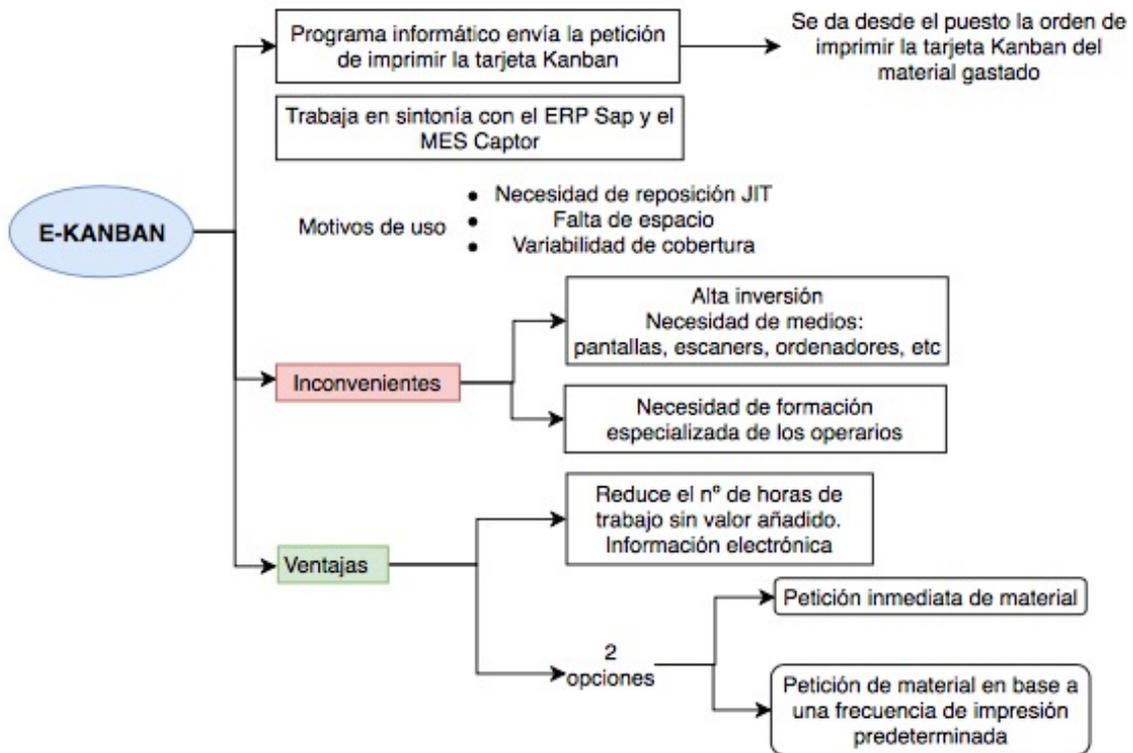


Ilustración 18. Esquema resumen del E- Kanban

Para la implantación hay una primera etapa, en la que se propone realizar una formación teórica en sala de todo el personal donde se anuncie el proyecto y se expliquen los principios del sistema Kanban asegurando que son entendidos claramente sus reglas y beneficios:

- Regla nº1: La tarjeta Kanban debe leerse una vez consumida la unidad Kanban.
- Regla nº2: No se permite la reposición de piezas sin una tarjeta Kanban de petición.
- Regla nº3: El número de piezas enviadas tiene que ser el especificado por el Kanban.
- Regla nº4: Las piezas físicas siempre deben ir acompañadas por su respectiva tarjeta Kanban.
- Regla nº5: Nunca deben ser enviadas piezas defectuosas al proceso.
- Regla nº6: El Kanban tiene que ser consumido en los puestos de trabajo respetando de manera estricta el orden en que llega a estos.

Se comunica la máquina seleccionada y se explica por qué se ha elegido la máquina con mayor dificultad de gestión, haciendo entender la necesidad de aplicarlo en un comienzo al puesto que presenta mayores inconvenientes, de forma que tras superar dicha fase de prueba, se pueda aplicar gradualmente al resto de la planta.

En la segunda etapa se debe contar con la presencia de soporte técnico de la central del grupo Edscha. En su presencia se activa el sistema y se comienza a trabajar dando soporte al principio de cada turno de arranque del sistema. Se debe realizar un acompañamiento durante los tres turnos de trabajo, de forma que se logre cumplir el objetivo de esta etapa, de recoger las opiniones y dudas de los participantes para dar solución a los problemas planteados, y así poder generar autonomía en la tarea.

Una vez que se suprimen los errores tanto por parte de los operarios de trabajo como de los que realizan los repartos, se puede pasar a una tercera etapa, consistente en realizar el despliegue escalonado al resto de puestos de trabajo de la planta.

Finalmente, en una cuarta etapa, se generará un proceso de evaluación y mejora del sistema, mediante la cumplimentación de encuestas e informes, con el objetivo de sincronizar y mejorar el proceso y las rutas de reparto, evitando así excesos de transporte y paradas de línea por faltas de materiales.

Tercera fase:

En esta tercera fase, se va a trabajar en la implantación del aviso digital a los carretilleros y en dotar de autonomía a los carretilleros mediante la instalación de doble contenedor de producto terminado en las máquinas. Al igual que en el caso de la segunda fase, se va a necesitar realizar una inversión y el soporte de empresas externas.

El hecho de que el contenido de esta tercera fase se encuentre en último lugar, se debe principalmente al tiempo necesario para su aplicación es menor que en la segunda fase y la inversión necesaria es mayor que en la primera fase. También otro elemento influyente es la participación del equipo multidisciplinar que ha intervenido en las dos fases anteriores. Dicho equipo encargado de definir las áreas de los minimercados, ha de ser el mismo que defina las zonas donde se debe colocar el doble contenedor de producto terminado. El equipo cuenta con una serie de conocimientos e información a nivel global, necesario para lograr el éxito de cada una de las fases, primero de forma independiente y después de forma conjunta, permitiendo la implementación de un sistema óptimo que abarque la producción de toda la planta.

Así todo, en el proceso de producción hay ciertas actividades que se pueden solapar con las actividades de las fases uno y dos, por ello el resultado podría llevar a acabar las fases casi simultáneamente.

Con esta actuación, la planta Edscha Santander debería ser capaz de alcanzar el objetivo base de la reorganización logística planteada hasta el momento: que el operario no tenga la necesidad de desplazarse de su puesto de trabajo para requerir material.

De cara a realizar la implantación del aviso digital, se comenzará por otorgar a los operarios de los medios tecnológicos necesarios para poder trabajar con el aviso digital. Para ello, se han de definir las pantallas necesarias para las carretillas, eligiendo aquellas que amorticen la inversión realizada y consiga desempeñar la función esperada adecuadamente.

Mediante dichas pantallas, los carretilleros recibirán los avisos digitalmente, para posteriormente proceder a su ejecución. Por ello, será necesario dedicar tiempo a una formación que refleje los aspectos más importantes de esta nueva forma de trabajo y las ideas bases necesarias para que el carretillero sea capaz de priorizar en el reparto, en función de la urgencia.

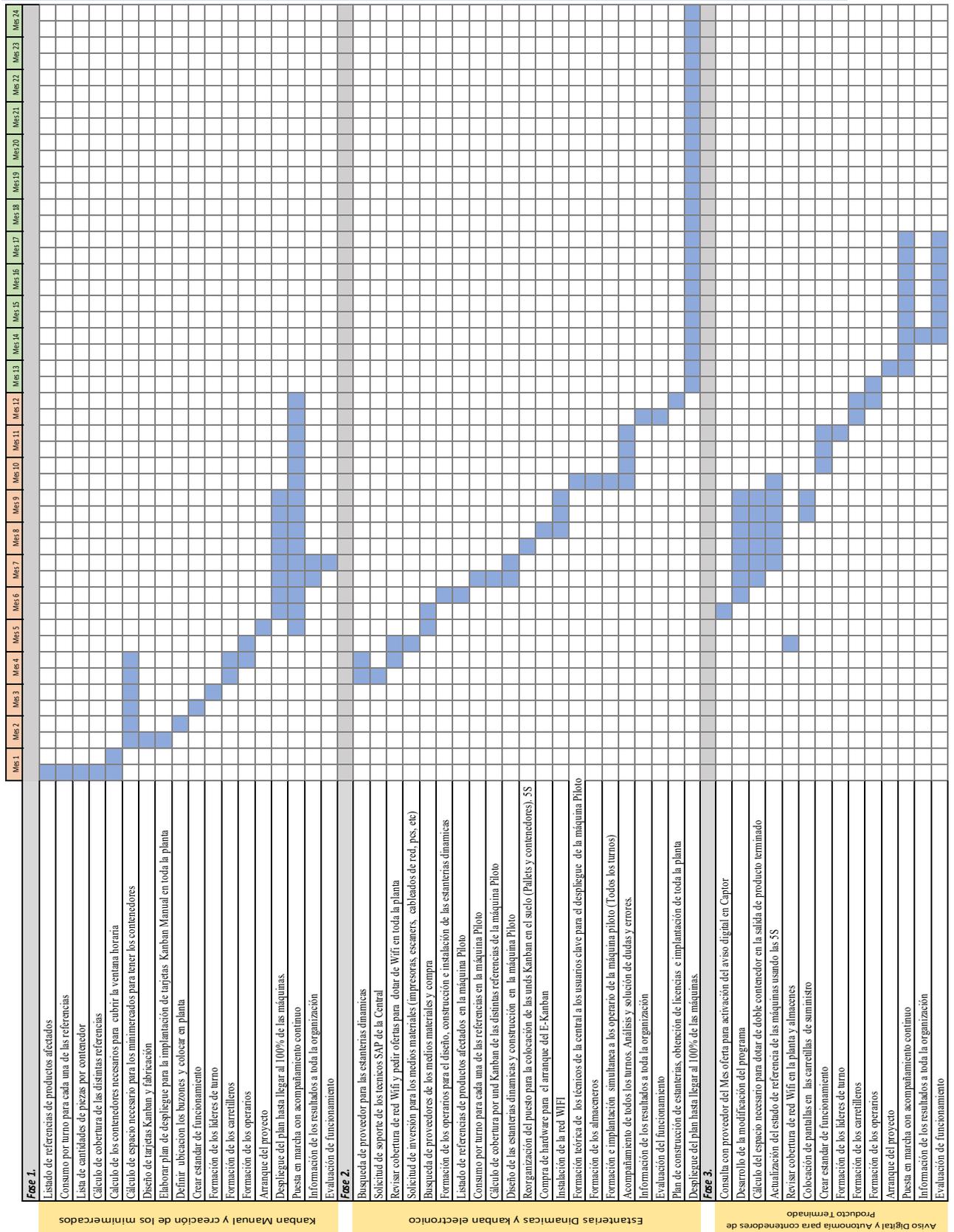
El objetivo es que mediante el programa instalado, el carretillero visualice en su pantalla las reposiciones a realizar con un orden de prioridad, de forma que tenga que tomar las mínimas decisiones posibles, potenciando la eficacia y productividad.

Para lograrlo, el funcionamiento del programa es el siguiente: el operario envía el aviso desde el puesto de trabajo y marca el tiempo que tiene hasta que se realice la parada de la máquina. El programa será diseñado para tener cinco tiempos parametrizables, por ello el operario deberá elegir entre unos tiempos de 10 min, 20 min, 30 min, 45 min, etc. De esta forma, cuando el carretillero reciba el aviso, el programa ordenará sus tareas por el tiempo que queda para que la máquina se pare. Así, el carretillero no necesitará conocer el proceso, ni las coberturas de los puestos.

En el proceso de recogida del producto terminado en el puesto de trabajo, se opta por contar con un doble contenedor que permita dotar de autonomía al carretillero, de forma que sea capaz de realizar el recorrido necesario al almacén, sin que haya que parar el proceso, gracias a la existencia del segundo contenedor. De esta forma, existirán un contenedor de llenado, y otro vacío a la espera de que se retire el primero, así el carretillero dispondrá de mayor tiempo para su organización y realización de la tarea.

Al contar con doble contenedor, resulta necesario organizar los espacios mediante la aplicación de referencias de posición, basado en el método de las 5 S, aplicado en la planta, que permite mediante el uso de trazados en el suelo y el uso de distintos colores, organizar la colocación de los materiales.

7. Planificación. Cronograma



8. Análisis de alternativas futuras

Una vez solucionados los problemas previamente expuestos, se plantea el hándicap de reducir el número de carretillas existentes en la planta. Hasta ahora dichas carretillas han sido cinco, de tipo frontal, las cuales trabajan en tres turnos a lo largo del día.

Las posibles mejoras analizadas en este apartado se presentan como opciones a futuro, encaminadas a una automatización de la planta y a la digitalización. Se analizarán tanto en corto plazo como en largo, dependiendo de los cambios que implique su instalación en la planta, en relación a los métodos de trabajo actuales, al lay out o a la anchura de los pasillos.

Con el objetivo de reducir el número de carretillas, se plantean dos opciones posibles: el uso del tren o del AGV, enfocadas ambas a una posible automatización futura de la función del carretillero.

Como paso intermedio entre la carretilla convencional y las nuevas propuestas, se considera necesario el estudio y análisis de los recorridos realizados hasta el momento en la planta, consiguiendo así mediante datos estadísticos un informe que nos muestre las principales rutas, las posibles mejoras aplicables, y los puestos con mayor necesidad de retirada y abastecimiento de material.

Para ello, se ha considerado tener en cuenta el uso de las carretillas geolocalizadas. Si bien en otras fábricas del grupo dicha geolocalización se utiliza en plantas de gran tamaño o en casos en los que los proveedores están en línea con las plantas de producción de vehículos; en el caso de Edscha Santander, debido a que la planta no tiene un tamaño en el que se requiera de dicha función de búsqueda, se ha otorgado a las carretillas geolocalizadas de una función alternativa, basada en informar acerca de los recorridos y rutas, y conseguir así optimizar el transporte y ver en qué puntos es más conveniente invertir en un tren o en AGV.

8.1 Carretillas geolocalizadas

La geolocalización es una función que permite analizar la ubicación, ruta, el número de carretillas en movimiento, así como las desviaciones en la operativa, medir tiempos de uso o implementar nuevas medidas de seguridad; es decir, es capaz de contabilizar cualquier tipo de movimiento de la carretilla una vez que está encendida y en movimiento.

Todo ello hace que esta clase de soluciones sean claves para la transformación logística de una empresa, la cual requiere una información fiable y en tiempo real de las distintas operaciones llevadas a cabo.

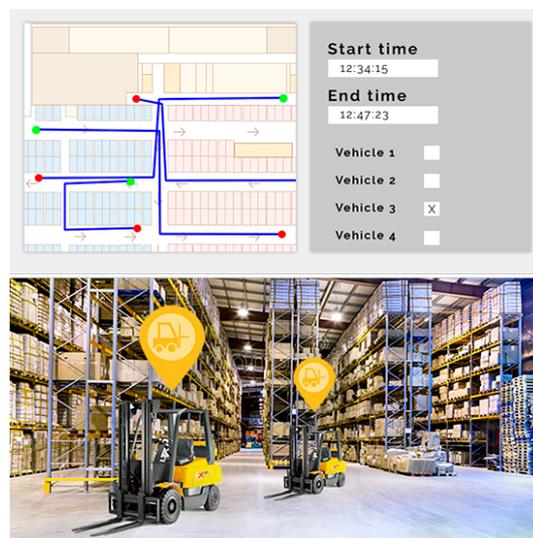


Ilustración 20. Carretillas geolocalizadas

Una de las ventajas de este sistema, es que tiene un coste y tiempo de despliegue reducido gracias a que puede funcionar con la infraestructura existente en la planta; es decir, se puede dotar a las carretillas frontales con las que cuenta la empresa Edscha Santander de la geolocalización mediante la adición de un dispositivo.

Para posicionamiento *indoor* tanto de personal, materiales o carretillas como es este caso, existen varias opciones de tecnologías inalámbricas divididas principalmente en Wifi mediante puntos de acceso, RFID, el cual trabaja con antenas o conexión *bluetooth* con uso de *beacons*.

A la hora de elegir la tecnología a utilizar es necesario hacer pruebas de cobertura e interferencias en la fábrica, de forma que se seleccione la solución que mejor se adapte al funcionamiento de la planta. Además, para poder posicionar la carretilla será necesario que esta conste bien de un

dispositivo móvil o de un *Tag* RFID, sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos, en función de la alternativa que se lleve a cabo.

Para poder posicionar el elemento es necesario tener un mapa de planta y que el dispositivo lea tres puntos, es decir, que realice una trilateración, de forma que conociendo las coordenadas de varios puntos de acceso se pueda calcular la posición del usuario empleando algoritmos de triangulación.

En el caso del posicionamiento basado en una red Wifi Wps, se calcula el tiempo que tarda la señal en viajar desde el dispositivo móvil al *router* o punto de acceso. Teniendo tres puntos de acceso alrededor (trilateración) el dispositivo ubica a la carretilla con una precisión de entre 1 y 2 metros, esta exactitud es mucho mayor que la que nos proporciona un satélite, y esto hace que sea un tipo de ubicación muy útil para almacenes en los que es necesario encontrar un objeto concreto

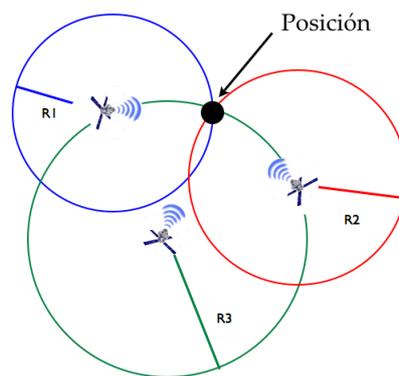


Ilustración 21. Trilateración

Si se opta por *Tag* RFID, es necesario establecer puntos de paso en la planta en donde se instalan unos *Tag* RFID, e instalar una antena RFID en las carretillas, de forma que vayan leyendo a medida que se desplazan por la planta los Tags RFID más próximos. Así, según la carretilla va pasando por los distintos puntos de paso, la antena que tiene instalada va creando un rastro o ruta a medida que lee los *Tags*.

Por último, la alternativa más utilizada y la considerada más beneficiosa para la planta, es la desarrollada por SIG (*Bluetooth Special Interest Group*), la cual está constituida por *beacons* con *bluetooth* 5.1. Dicho sistema permite una navegación interior sin siquiera necesitar señal de datos móviles o GPS, y logra una comunicación entre dispositivos muy precisa, con un margen de centímetros, proporcionando datos más fiables que el resto de opciones para futuros análisis y estadísticas.

8.2 Tren

Siguiendo con el objetivo de reducir el número de carretillas existentes hasta el momento en la planta, y debido a la necesidad de un transporte más rápido y al aumento de la productividad, se considera como opción idónea el establecimiento de un tren logístico, en el cual se puedan combinar varios carros, optimizando de este modo los tiempos de abastecimiento a los distintos puestos, evitando las mismas entregas y recogidas en secuenciado de una a una.

Opciones

A la hora de elegir el tren logístico más adecuado, se plantean cuatro modelos diferenciados. Mediante el análisis del layout de la planta y las estadísticas de abastecimiento, se establecen una serie de criterios a la hora de elegir el modelo, siendo estos la geometría y masa de la carga, el ancho de los pasillos, la posibilidad y ángulo de giro, y el emplazamiento y geometría de las posiciones de *pick* (carga) y *drop* (descarga).

Opción 1. Tren

La primera opción planteada, así como la más sencilla de las cuatro, se trata de un tren en el cual sus carros van anclados y para el cual, en caso de necesidad de descarga del material es necesario realizar un desanclado por parte del operario que dirige la carretilla. Es por ello, por lo cual se considera rechazar dicha opción, debido al bajo incremento de eficacia en relación con la carretilla tradicional y a la pérdida de tiempo necesario para realizar la acción de carga y descarga de material.



Ilustración 22. Opción 1

Opción 2. E-Frame

La segunda opción está constituida por los llamados E- frame. Se trata de un sistema compuesto de una unidad madre y una unidad esclava, se caracteriza por un fácil manejo y totalmente

mecánico. Gracias al sistema de desacoplamiento especialmente desarrollado y a la escasa rodadura, el esfuerzo necesario para soltar los carros es mínimo mediante el uso de un pedal, evitando daños en la espalda de los operarios.



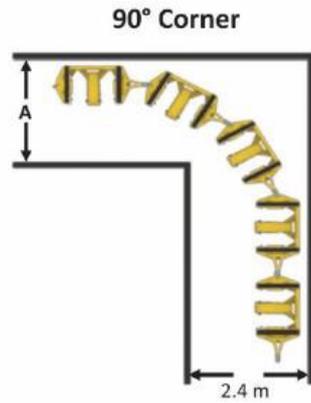
Ilustración 23. Opción 2. E-frame 1000

El inconveniente de dicho sistema es que se trata de un dispositivo en el cual tanto el proceso de carga como el de descarga del carro se puede hacer únicamente por un lado. En el caso de la planta Edscha Santander, el layout de la planta no estaría preparado para dicho funcionamiento, ya que hasta día de hoy la reposición de los puestos es necesaria a ambos lados del pasillo. Por tanto, con el objetivo de preservar por el momento al máximo posible los elementos y localización de máquinas, se considera necesario trabajar con un sistema capaz de abastecer a los puestos de ambos lados, proporcionando un mayor dinamismo y flexibilidad.

Tabla 3. Características E-Frame

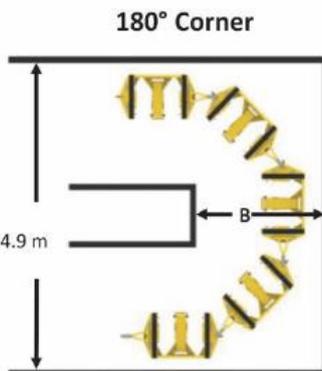
<i>Peso</i>	217 kg	
<i>Capacidad Kg</i>	8 km/h	1000 kg
	16 km/h	850 kg
<i>Carro esclavo mm</i>	Anchura	1225
	Profundidad	825
	Altura	262
<i>Largo recomendado</i>	1625 x 1270 mm	
<i>Inclinación máxima</i>	< 1%	
<i>Velocidad máxima</i>	16 km/h	
<i>Velocidad máxima giro</i>	4 km/h	
<i>Peso máximo del tren</i>	4545 kg	

Si bien el ciclo de giro proporcionado por los E- frame permite su uso en áreas reducidas, en función del tipo de giro que sea necesario aplicar en la planta, se establecen unas medidas de pasillo mínimas para que este pueda efectuarse de forma adecuada:



Número de carros remolcados

<i>I</i>	2	3	4	5	6
<i>Dimensión A</i>					
2,1	2,1	2,4	2,4	3	3,7



Número de carros remolcados

<i>I</i>	2	3	4	5	6
<i>Dimensión B</i>					
2,7	2,7	3,4	4	4,6	4,9

Ilustración 24. Especificaciones de giro en función del nº de carros

Opción 3. V- Liner

El tercer modelo analizado, se trata del V-Liner, el cual cubre el principal inconveniente previamente comentado del E-Frame, permitiendo la carga y descarga de los carros por ambos lados, como se muestra en la imagen. Proporcionando así, un aumento de la eficacia a la hora de abastecer los distintos puestos y evitando la necesidad de una reubicación logística de las máquinas.

Al igual que en el caso del E-Frame el montaje y desmontaje de los carros requiere un esfuerzo mínimo gracias a un mecanismo de carga de inercia. El desacoplamiento del carro se realiza tirando de una palanca de seguridad o presionando el pedal, lo cual garantiza un mayor nivel de seguridad.



Ilustración 25. Opción 3 V-Liner

Además, la plataforma está equipada con componentes de guía en ángulo para facilitar el montaje del carro, de esta forma las secciones en ángulo compensan las pequeñas desviaciones de la trayectoria cuando un carro se acopla a una plataforma.

En función de las necesidades de la planta se pueden optar tanto por distintos tipos de carros, pudiendo ser estos rotatorios, con estanterías, carretillas elevadoras, etc, como por dos plataformas de tamaño pequeño o grande.

El principal inconveniente de este modelo es su tamaño, sus funciones abarcan las necesidades de la planta pero el tamaño de las plataformas hace que su transporte sea más dificultoso y su capacidad de giro más reducida.

Tabla 4. Características según el tipo de plataforma

<i>Plataforma</i>		<i>Pequeña</i>	<i>Grande</i>
<i>Peso neto</i>		280 kg	500 kg
<i>Dimensiones</i>	Anchura	1120 mm	1180 mm
	Longitud	1910 mm	2850 mm
	Altura	2100 mm	2250 mm
<i>Espacio útil para transporte (Longitud x Anchura) mm</i>		1000 x 600	1200 x 1000
<i>Distancia entre suelo y carro</i>		10 mm	10 mm
<i>Radio de giro</i>		2700 mm	3000 mm
<i>Carga máxima</i>		3300 kg	2600 kg
<i>Velocidad máxima</i>		6 km/h	6 km/h



Ilustración 26. Tipos de plataformas

Opción 4. H- Frame

La última opción se trata del tren logístico H-Frame. Dicho modelo, recoge las ventajas de los anteriormente expuestos en un tamaño más reducido.

Los procesos de carga y descarga se pueden realizar por ambos lados, optimizando las entregas y recogidas y permitiendo que en un mismo viaje o ruta las líneas de montaje pueden ser abastecidas por ambos lados, evitando así una alteración del tren logístico.

Para facilitar la carga y la descarga de las plataformas donde se encuentran los carros o contenedores, existen dos caminos de rodillos, con geometría apropiada, que consiguen minimizar los esfuerzos necesarios por parte del operario.

En este caso, las medidas de la plataforma son 1200 x 1000mm con base de apoyo integral lateral de 1200 x300mm, para servir a embalajes de 1200x1000, 1200x800 y 1000x600.

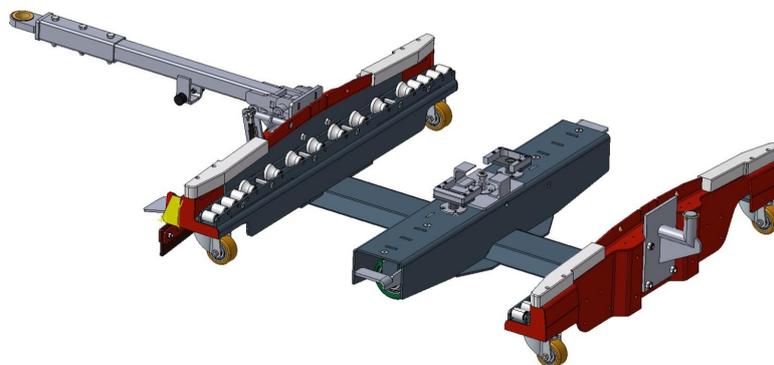


Ilustración 27. Opción H-Frame

8.3 AGV- Automatización de guiado automático

Cada paso realizado en la empresa va enfocado a una futura automatización de los procesos, que permita mediante la innovación y el uso de tecnologías implementar un modo de trabajo en el que la seguridad y la productividad sean la base de las mejoras llevadas a cabo.

En el sector industrial existe una gran variedad de ofertas a la hora de optimizar el proceso productivo de una planta, ante ello la elección del dispositivo que mejor se adapte a las necesidades de la empresa es crucial.

La automatización sólo es viable si al evaluar los beneficios económicos y sociales de las mejoras obtenidas, éstos son mayores a los costes de operación y mantenimiento del sistema. Los principales síntomas presentes en la planta para optar por dicha automatización son la necesidad de aumentar la producción disminuyendo sus costes, de mejorar la calidad de la cadena de suministro, ofrecer seguridad al personal y llevar a cabo un desarrollo basado en nuevas tecnologías.

El primer paso es considerar las ventajas de la automatización frente a los vehículos con conductor; una mayor precisión, el funcionamiento y el manejo optimizado y la conducción controlada se presentan como puntos clave de dicha comparativa. En segundo lugar, se presenta la opción de utilizar la automatización fija frente la automatización de guiado automático (AGV); en este caso, tras analizar las distintas características se puede apreciar la superioridad de las AGV gracias a una mayor flexibilidad, menores costes de montaje y sistemas menos complejos.

Los vehículos de guiado automático, denominados comúnmente AGV, se dirigen de forma automática, sin necesidad de conductor siguiendo una trayectoria trazada o programada de antemano, permitiendo automatizar el transporte materiales. Se utilizan para aumentar el rendimiento de la producción y el almacenamiento como parte de los procesos de producción e intralogística de los clientes.

La aplicación de las AGV ofrece significantes beneficios frente a los vehículos manuales o la automatización fija, maximizan la eficiencia del proceso de manejo de materiales a un razonable costo de inversión. Cabe destacar principalmente una serie de características en las cuales se reflejan las bases de las ventajas ofrecidas:

Por un lado, la seguridad; con la automatización del proceso se reducen los riesgos de la carretilla, funcionan en base a protocolos de seguridad y el uso de sensores y herramientas de prevención consiguen evitar los incidentes propios de una planta como pueden ser los riesgos de atropello, la caída de carga, etc.

En segundo lugar, su flexibilidad y dinamismo hace que sean capaces de adaptarse a una gran variedad de operaciones, recorridos y cambios en las condiciones de trabajo.

Por último, cabe destacar el aspecto económico, reduciendo los costes tanto del personal como de las pérdidas producidas por accidentes. Permiten realizar entregas a larga distancia sin la necesidad de activos fijos como transportadores.



Ilustración 28. AGV rotacional en planta

Existen una amplia gama de AGVs, en función principalmente de características como las siguientes:

- Volumen y tipo de carga: pieza unitaria, piezas múltiples, pallets, bobinas, contenedores, etc.
- Tipo de movimiento: elevación, suelo, estanterías, robots, etc.
- Espacio disponible: medidas de los pasillos, ángulos de giro, etc.
- Sistema de seguridad: láser, ultrasonidos, bumper, etc.
- Sistema de carga: tipos de baterías (carga en caliente, manual o automático), por inducción.
- Mecánica: apilador, rotacional, bidireccional, contrapesado, etc.
- Sistemas de guiado: filoguiado, guiado óptico, guiado láser, guiado magnético, etc.

A continuación se han elegido analizar una serie de modelos de AGV, de forma que se consiga reflejar la variabilidad de requerimientos y ofertas proporcionados en cada caso.

8.3.1. Según la mecánica

AGV Apilador



Ilustración 29. AGV Apilador

Principalmente utilizado para transportar cargas paletizadas de gran peso y colocarlas en una estantería o punto de dejada fijo a varios metros de altura (hasta 4,5 metros); es útil para colocar la mercancía sobre superficies lisas sin necesidad de encaje. Estos vehículos de guiado automático requieren de exactitud y ausencia de daños en los tipos de embalaje a utilizar (deben estar en perfecto estado).

A diferencia de otros tipos de AGV, son dispositivos de gran tamaño, lo cual en el caso de la planta Edscha Santander presenta una desventaja a la hora de hacer frente a sus necesidades.

AGV Rotacional



Ilustración 30. AGV Rotacional

El AGV rotacional tiene la capacidad de girar sobre si mismo, esto permite que no necesite espacio extra para realizar giros y por lo tanto, que pueda realizar su función en áreas con producto apilado a poca distancia. Como se puede apreciar en la imagen, el AGV se desplaza hasta colocarse debajo de la estantería y sale por la izquierda rotando sobre si mismo, consiguiendo reducir los pasillos necesarios en una planta para realizar el transporte de material.

AGV Bidireccional compacto



Ilustración 31. AGV Bidireccional compacto

A diferencia del AGV rotacional, el bidireccional, tal y como su nombre indica, únicamente puede realizar desplazamientos en dos direcciones, hacia atrás y hacia delante, esto hace que requiera de espacio para poder realizar el giro, afectando al ancho de los pasillos, y como consecuencia mayores requisitos a la hora de determinar el layout de la planta.

Tanto el rotacional como el bidireccional están diseñados para arrastrar carros o cargas a bordo, y a pesar de ser vehículos de guiado automático de pequeñas dimensiones, soportan grandes.

8.3.2 Según el sistema de guiado

Un aspecto fundamental de la implantación de los AGV en una planta es ser capaz como empresa, de gestionar de manera óptima los recorridos realizados por dichos vehículos, así como controlar en todo momento donde se encuentran y su interacción con el ambiente de trabajo.

Los AGV deben ser capaces de anticiparse a las curvas y a los diferentes puntos de entrega o recepción de producto a los que proporcionan asistencia. Para ello, es necesario que adapten su velocidad y movimientos en función del ámbito de trabajo en el que se encuentren, siendo capaces incluso de recordar donde se encuentran ciertas irregularidades del suelo de la planta, tomando así las precauciones y medidas necesarias.

La implantación debe estar orientada a mantener la seguridad del operario y del resto de elementos que intervienen en el proceso, debe garantizarse por tanto el estricto cumplimiento de la ruta, sin que el vehículo impacte por error o se salga del recorrido programado.

Todo esto debe hacerse sin olvidar ni perder el enfoque en realizar las rutas respectivas en el menor tiempo posible, de forma que por un lado se optimice el trabajo, y por otro, se reduzca período de amortización de dichos vehículos.

Filoguiado

Mediante el sistema de filoguiado el AGV se desplaza siguiendo la ruta marcada por un hilo conductor instalado bajo el suelo a unos 2,5 cm de profundidad, es por ello que este método tiene como inconveniente una baja flexibilidad, ya que el vehículo se limita a seguir el hilo que ha sido instalado previamente. Las frecuencias de dichos hilos son seguidas por un mecanismo montado en la rueda direccional del AGV, constituido por una antena unida a un motor de precisión.

El sistema de filoguiado utiliza el cálculo odométrico, basado en el “la estimación de la posición de vehículos mediante información sobre la rotación de las ruedas para estimar cambios en la posición a lo largo del tiempo”, el cual pierde exactitud a medida que la distancia aumenta.

Con el fin de conseguir la fiabilidad y robustez que caracteriza a este sistema, es necesario aumentar la precisión de posicionamiento, haciendo que la odometría trabaje en sintonía con la implantación de imanes enterrados en el suelo a lo largo del recorrido. De esta forma, se logra conseguir un sistema casi perfecto en cuanto a exactitud se refiere.

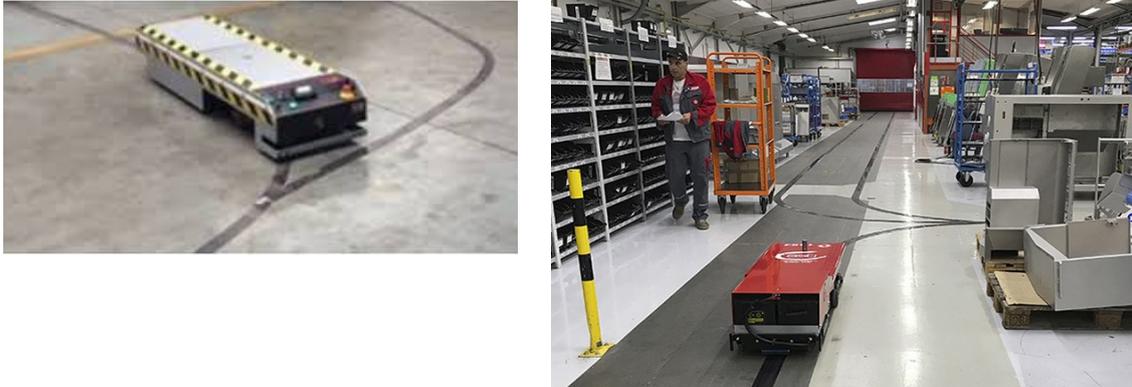


Ilustración 32. Filoguiado

Guiado óptico

El sistema de guiado óptico está basado en un circuito previamente marcado mediante rayas pintadas de colores o bandas adhesivas colocadas en el suelo de la planta, que interactúan con el fotodiodo que posee el vehículo de guiado automático.

En dicho sistema se utilizan líneas de distintos colores, en función del tipo de suelo, de forma que el AGV pueda identificarlas. Para que el funcionamiento sea óptimo es necesario un mantenimiento idóneo, centrado en la limpieza de las líneas que guían el AGV, es por ello que dicho sistema no es aconsejable para aquellas plantas en las que el ambiente sea sucio, como es el caso de la zona de mecanizado de la planta Edscha Santander, donde debido a los procesos realizados, es habitual el uso de aceites y la producción de virutas y deshechos. Esto hace que en dicha área de la empresa, no se puedan mantener de forma continuada los requerimientos de limpieza que precisa el guiado óptico y por ello, se considera inviable el uso de este sistema en la planta.

En algunos casos se emplean bandas de colores fluorescentes, más seguras que las clásicas de color blanco, y las cuales se activan mediante luz ultravioleta. En este caso, la señal es detectada por el AGV mediante células fotoeléctricas de la base del vehículo.

En este caso, es necesario tener en cuenta el radio de giro de la máquina, y analizar las dimensiones de la planta, ya que es necesaria una separación mínima entre la pared y el AGV para garantizar el correcto funcionamiento del sistema y la seguridad en la planta.

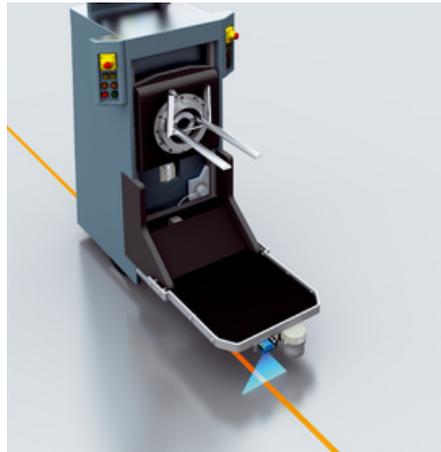


Ilustración 33. Guiado óptico

Guiado láser

El sistema de guiado láser está basado en el método de triangulación previamente explicado en el caso de las carretillas geolocalizadas. Esto se debe a la colocación en la parte superior del AGV de un scanner láser ubicado en el mástil de cómo mínimo tres reflectores para poder triangular su posición, el scanner que trabaja barriendo la estancia continuamente en busca de referencias de posición, el dispositivo emitirá luz láser mediante un transmisor de pulso y un espejo interno capaz de rotar y dirigir el láser.

Mediante la triangulación se conoce con detalle la posición del AGV, conociendo la distancia en base a tres puntos de referencia con respecto al vehículo de guiado automático. Dichos puntos de referencia son colocados a lo largo del recorrido que va a realizar el vehículo en las paredes y en objetos ubicados en la planta, mediante cuadrados de material reflectante adhesivo.

Si en el caso del optoguiado el principal requisito era la limpieza del área de trabajo, en este caso es necesario que el área situada entre el vehículo y los espejos que muestran su posicionamiento, esté totalmente despejada.

En comparación con el filoguiado, la principal ventaja es la flexibilidad que este sistema aporta, pudiendo variar los puntos de referencia de forma más sencilla y rápida que en el caso del filoguiado, con un simple cambio de la colocación del adhesivo.

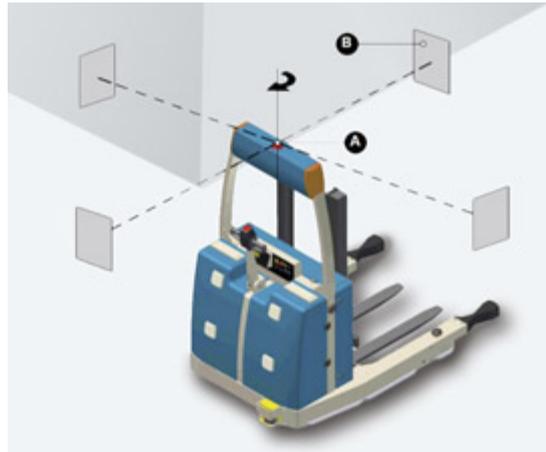


Ilustración 34. Guiado láser

Guiado magnético

Este tipo de guiado es el más común en el sector industrial, debido a la robustez que proporciona, la flexibilidad ofrecida por la posibilidad de fácil modificación y el escaso mantenimiento necesario.

Para llevar a cabo este sistema, el vehículo de guiado automático necesita disponer de un sensor magnético para así seguir una banda o cordón magnético colocado en el suelo. En el caso del cordón magnético, necesita incrustarse en el suelo, y por tanto realizar modificaciones y obras en la planta, es por ello, que la opción de la banda magnética se considera más ventajosa, ya que su instalación se base en pegarla en el suelo.

Una vez instalada la banda o cordón, el AGV seguirá el camino previamente establecido, realizando diferentes operaciones durante su recorrido. Dichas operaciones se definen mediante etiquetas RFID, pequeños cuadrados de plástico con una bobina en su interior, instalados sobre el suelo y poseedoras de la información necesaria para que el AGV efectúe sus tareas, conteniendo datos así como la velocidad, paradas, dirección, etc).

La ventaja de este sistema se basa principalmente en su configuración sencilla, mediante el uso de una aplicación tecnológica configurada en un Smartphone, y en su fácil instalación y modificación, de forma que el personal tenga flexibilidad para realizar posibles cambios y mejoras. Se trata de una tecnología altamente confiable debido a que rara vez produce fallos.

9. Solución futura elegida

En la actualidad, debido al layout de la planta, el tamaño de los pasillos y las características de sus procesos, se considera aplicable el uso del tren en un futuro inmediato para el reparto de material de componentes, de forma que se minimicen los viajes para realizar dicha tarea en la planta Edscha Santander.

En cuanto a los vehículos de guiado automático, se considera realizar una prueba piloto en un proceso estandarizado de la planta. Se elige así, realizarlo en la recogida de producto terminado y entrega de los embalajes vacíos a los puestos de trabajo. Los motivos por los que se considera esta área de la empresa como la más adecuada para realizar el estudio, son principalmente la ergonomía de los movimientos necesarios, la homogeneidad de embalajes, el estado del suelo (limpio y liso) y la no interferencia con carretillas.

Con la implantación del tren y el estudio de vehículos de guiado automático se pretende realizar un proceso gradual en el que se consiga la adaptabilidad de los trabajadores a un nuevo sistema de trabajo y una inversión segura y viable para la empresa. Una vez analizadas las distintas posibilidades presentes en el mercado, se va a elegir la solución que se considera más beneficiosa para la planta de Edscha Santander:

En el caso de los trenes, se ha optado por el modelo H-Frame, principalmente por su tamaño y capacidad de abastecimiento a los puestos por ambos lados. Dicho sistema de carga y descarga, permite optimizar las entregas y recogidas al poder realizar un abastecimiento de las líneas de montaje por ambos lados en una misma ruta. Como consecuencia, evita el impacto provocado por una recolocación de los puestos y distribución de los espacios y pasillos. Se ha considerado esta solución como más adecuada porque en caso de elegir un sistema capaz de abastecer únicamente por un lado, sería necesario contar con pasillos de doble dirección, y ángulos en los que poder realizar los giros necesarios.

Además, el sistema de pedal utilizado para la descarga de los carros se considera beneficioso para el operario, teniendo como objetivo disminuir al máximo el esfuerzo físico que necesita aplicar en su trabajo.

En el caso de los AGV, se ha optado por el modelo rotatorio bidireccional, principalmente por su tamaño y por la menor necesidad de espacio para hacer giros de 90 grados. Se considera adecuada su implantación para el proceso de recogida de producto terminado. El AGV llevará desde la zona

de intercambio contenedores vacíos a las líneas de producción y recogerá contenedores de producto terminado, los cuales llevará de vuelta a la zona de intercambio. El operario deberá encargarse de disponer los contenedores vacíos en un área habilitada para que el vehículo pueda efectuar su recogida y llevarse los contenedores al almacén.

Para facilitar la comunicación y la información con los operarios, se colocará una pantalla en la zona de intercambio, de forma que el operario pueda observar la prioridad y necesidad de las tareas. Además se colocará un dispositivo que permita realizar al operario la llamada al AGV manualmente.

En este caso, será de nuevo necesaria la aplicación de las 5S para asignar los espacios correspondientes a los carros y las rutas de los vehículos de guiado automático. En las líneas habrá una posición para el carro vacío, otra para el carro lleno y una última para el carro en proceso de llenado. El AGV se encargará de la retirada de producto terminado de los distintos puestos, pero será el operario el que realice el movimiento de los carros entre las posiciones manualmente. Es por ello, que de cara a posibles conflictos de tráfico entre el AGV y otros flujos de la planta, se establece el flujo del AGV como prioritario, de forma que su recorrido no sea interrumpido ni se vea afectado.

En relación al sistema de carga elegido, se opta por el sistema de carga de batería automático, de forma que puedan cargar su batería sin necesidad de intervención de operarios. Para ello se propone habilitar una zona de espera, donde el AGV se estacione y sirva tanto de puesto de espera como de carga parcial o total de la batería. Una vez que el AGV realice su tarea correspondiente, se dirigirá a la zona de espera hasta tener una nueva orden.

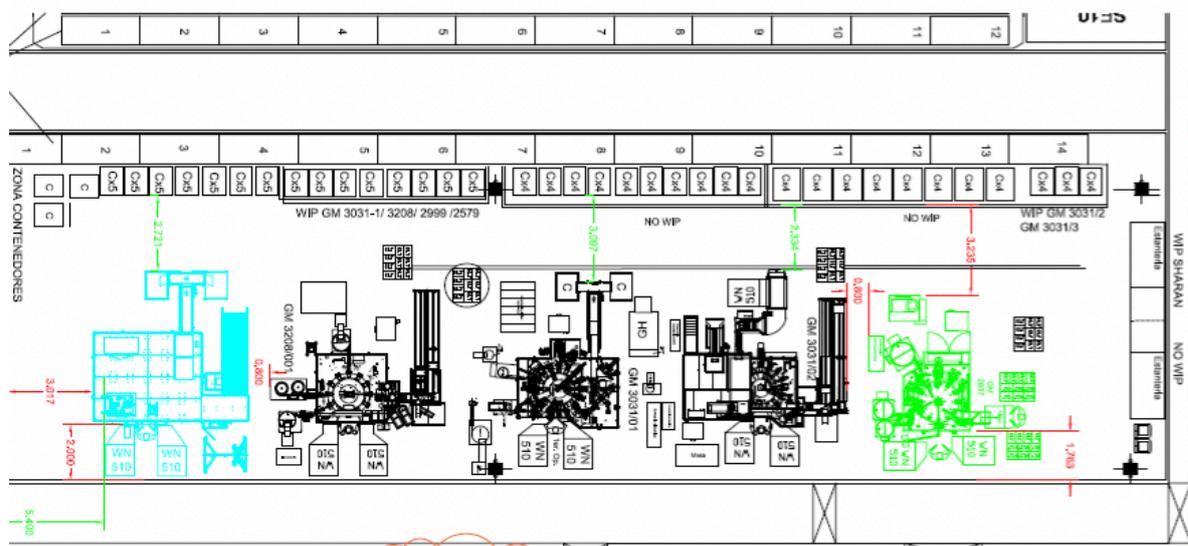


Ilustración 35. Layout inicial.

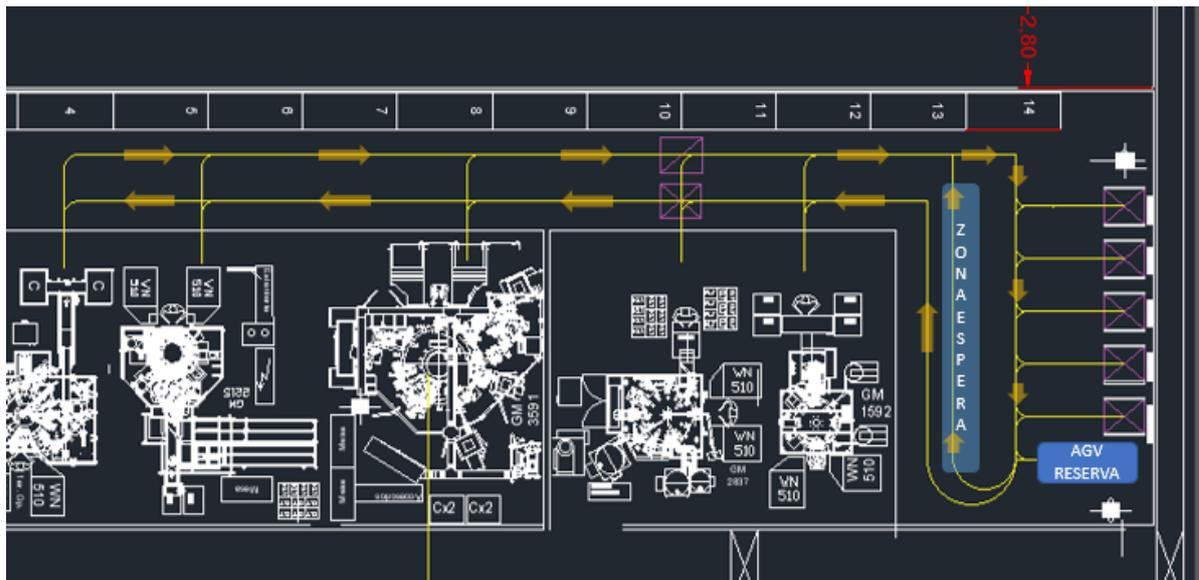


Ilustración 36. Layout circuito final

Los pasos a realizar por el operario y AGV serán los siguientes:

- Se realiza la petición de intercambio de contenedor en una de las líneas.
- El AGV se dirige a la zona de intercambio a recoger el carro vacío, y va al puesto de trabajo a intercambiar el carro vacío por el carro lleno de producto terminado.
- Deja el carro vacío en la posición que le corresponde (5s) y recoge el carro lleno.
- Tras recoger el carro lleno, lo lleva de vuelta a la zona de intercambio y lo coloca en el área asignada (5s).
- El carretillero deberá volver a realizar el intercambio de contenedores lleno y vacío en la zona de intercambio, y mientras tanto, el AGV se trasladará a la zona de espera.

10. Presupuesto

En base al proyecto realizado, se presenta a continuación una descripción detallada de los costes a los que ha conllevado el trabajo realizado. El presupuesto final necesario para la realización del proyecto de “Reorganización de la Logística en Entorno Productivo”, ha sido de 5.733,33 €, el cual se puede clasificar en distintas categorías.

Se ha dividido el coste total en tres subgrupos principales:

- Coste personal
- Coste de soporte informático
- Coste de materiales

Coste personal

Los costes de personal hacen referencia al tiempo dedicado por las personas que han participado en la realización del trabajo, siendo estas la autora del documento, el tutor del proyecto y el tutor miembro de la empresa Edscha Santander. En la siguiente tabla se muestran la categoría de cada uno de estos miembros, el número de horas dedicado al trabajo y el coste total:

Tabla 2. Coste personal

<i>Nombre</i>	<i>Categoría</i>	<i>Coste por hora</i>	<i>Horas empleadas</i>	<i>Coste total</i>
<i>Paula Torre</i>	Ingeniero Junior	15,00 €/h	240 h	3.600,00 €
<i>Director 1</i>	Ingeniero Superior	50,00 €/h	20 h	1.000,00 €
<i>Tutor 1</i>	Ingeniero Senior	40,00 €/h	21 h	800,00 €
<i>Total</i>				5.400,00 €

Coste de soporte informático

En este apartado, se calcula el coste de los equipos informáticos utilizadas para el desarrollo del trabajo fin de grado. En la siguiente tabla se muestran los nombres de los productos, su precio inicial, su vida útil y el tiempo que han sido empleados.

Tabla 3. Coste soporte informático

<i>Nombre</i>	<i>Precio Iniciar</i>	<i>Vida útil</i>	<i>Utilización proyecto</i>	<i>Coste total</i>
<i>Ordenador</i>	1.000,00 €	5 años	5 meses	83,33 €
<i>Total</i>				83,33 €

Coste de materiales y dietas

A continuación, se detallan los gastos de materiales y dietas en los que se ha incurrido en la realización del trabajo. En la tabla se muestran los distintos conceptos y su coste.

Tabla 4. Coste de materiales

<i>Material</i>	<i>Coste</i>
<i>Fotocopias</i>	30,00 €
<i>Material de oficina</i>	20,00 €
<i>Transporte y dietas</i>	200,00 €
<i>Total</i>	250,00 €

Presupuesto total del trabajo

Por ultimo, en este apartado se va a muestra el coste total para el desarrollo del trabajo sumando el coste del personal, el coste de del soporte informático y el coste de materiales y dietas:

Tabla 5. Presupuesto final

	<i>Coste</i>
<i>Personal</i>	5.400,00 €
<i>Soporte informático</i>	833,33 €
<i>Materiales</i>	250,00 €
<i>Total</i>	5.733,33 €

Por lo tanto, el proyecto, según el presupuesto, tendría un coste de 5.733.33 €.

11. Conclusiones

Durante la realización del proyecto, se han aprendido una serie de aspectos que nos llevan a extraer una serie de conclusiones.

En primer lugar, se concluye que el impacto de una buena gestión intralogística de la planta es muy importante para alcanzar todos los beneficios de eficiencia y competitividad que demanda el sector de la automoción. Las personas implicadas en la recepción, almacenaje y distribución de las mercancías ocupan entre un 15% y un 20% de la plantilla y su ejecución mejora la productividad de toda la Mano de Obra Directa.

Para su implementación es necesario tener unos objetivos claros y realistas, así como una estrategia definida enfocada hacia la eliminación de los despilfarros (Exceso de movimientos, stocks en exceso) y contar con el apoyo de toda la organización e implicación del personal.

Resaltar que para realizar un proyecto de este tipo además de conocimiento de las herramientas digitales, inversión y tiempo es necesario disponer de un Piloto dentro de la propia organización, que tenga un conocimiento de la planta con los objetivos claros a alcanzar, la designación de un equipo de apoyo multidisciplinar que impregne a la organización de la nueva filosofía y una persona con formación en LEAN Manufacturing que sea capaz de apoyar en la formación continua de la plantilla y en la solución de los problemas que vayan surgiendo.

Asimismo, se puede decir que antes de iniciar un proyecto como este es recomendable hacer una prospección de las soluciones adoptadas por otras compañías. Hoy en día en el sector del automóvil puede ser relativamente fácil a través de los inputs que ofrecen los clientes, proveedores y plantas de otros países.

Finalmente, se puede afirmar que para realizar una transformación como la que se propone en este proyecto es también elemental que todas las acciones llevadas a cabo sean percibidas por los operarios de las máquinas como acciones que les van a ayudar a realizar mejor su tarea, llevándoles a adoptar los cambios como una filosofía de trabajo enfocada hacia una mejora continua. Todas estas personas son las protagonistas del cambio y los principales actores en el éxito.

Resaltar que la gran ventaja de un proyecto así es la apertura de una puerta importante hacia la mejora continua dentro de la logística interna, ya que como se puede ver en el propio proyecto el

resultado de la implantación de las acciones propuestas nos va a permitir crear un estándar de trabajo base para lograr futuras mejoras.

Bibliografía

- [1]. <https://www.youtube.com/watch?v=irWJeRUFj3c&frags=pl%2Cwn>
- [2]. Lean manufacturing Francisco Madariaga
- [3]. TFG David Moreno Rojo
- [4]. <https://www.elblogsalmon.com/management/que-es-el-just-in-time>
- [5]. <https://actiogloba.com/el-kanban-tarjeta-o-sistema-de/>
- [6]. <https://asti.es/es/agvs>
- [7]. https://www.youtube.com/watch?v=02E3-C_gHiQ&frags=pl%2Cwn
- [8]. <https://www.orbitaingenieria.com/es/team/sistemas-de-control-agvs>
- [9]. <https://blogs.sap.com/2014/04/19/lean-manufacturing-with-sap-erp/>
- [10]. <https://www.gestiopolis.com/control-trabajo-proceso-wip-aumento-productividad/>
- [11]. <https://www.randstad.es/tendencias360/la-geolocalizacion-un-valor-anadido-para-la-empresa/>
- [12]. <http://www.talleresyrecambios.com/noticias/gps-control-y-seguridad>
- [13]. <https://situm.es/es/experiencias>
- [14]. <http://www.geombo.com/localizacion-en-interiores-de-carretillas-elevadoras/>
- [15]. <http://www.nexotrans.com/noticia/85702/NEXOLOG/Un-sistema-GPS-para-el-control-de-las-flotas-de-Carretillas-TR.html>
- [16]. <http://www.cadenadesuministro.es/noticias/nueva-tecnologia-de-geolocalizacion-en-almacen/>
- [17]. <https://www.adslzone.net/2018/03/21/802-11mc-gps-interior/>
- [18]. <http://www.car.upm-csic.es/lopsi/static/publicaciones/docencia/Apuntes%20RF-LPS.pdf>
- [19]. <https://www.nobbot.com/redes/9-usos-reales-comprender-los-beacons/>
- [20]. <https://www.liht.com/home/liht/localizacion-y-posicionamiento-bluetooth-5-1>
- [21]. <https://www.xataka.com/internet-of-things/bluetooth-5-1-oficial-ahora-dispositivos-podran-conocer-ubicacion-casi-exacta-senal-bluetooth>
- [22]. <https://www.obs-edu.com/es/logistica/agv-vs-amr-por-la-conquista-de-los-almacenes>
- [23]. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/81317/TOMO%201%20MEMORIA%20PFC%20Ricard%20Rius%20Herraiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [24]. <https://asti.es/es/agvs>

- [25]. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/10296/EcheverriEstradaJuanMartin2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [26]. <http://www.dematic.com/es-es/productos/informacion-general-de-productos/sistemas-agv/>
- [27]. <http://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/38400-AGV-los-vehiculos-industriales-inteligentes.html>
- [28]. <https://www.still.es/e-type-frame-es.0.0.html>
- [29]. <https://www.mecalux.es/manual-almacen/carretillas/agv-filoguiado>
- [30]. <https://www.mecalux.es/articulos-de-logistica/tendencias-tecnologicas-para-los-agv>
- [31]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/23312/1/TFM-P-538.pdf>
- [32]. <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-2178-vehiculos-guiado-automatico.aspx>
- [33]. <https://es.wikipedia.org/wiki/Odometr%C3%ADa>
- [34]. <http://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/38400-AGV-los-vehiculos-industriales-inteligentes.html>
- [35]. <https://www.ctnc.es/recursos/publico/Ponencias%20IV%20Symposium/VeronicaPascual.pdf>