



Proyecto Fin de Carrera

Optimización de la producción mediante un cambio de layout en una empresa del sector de la automoción

Autor

Antonio Plaza Alfonso

Director

Ana Clara Pastor Tejedor

Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza

Marzo 2014

Resumen

Este proyecto se realiza en paralelo con el trabajo desempeñado en la empresa Kongsberg Automotive situada en Épila (Zaragoza) durante un año y medio, primero con una beca de la universidad y luego como ingeniero de procesos encargado del área de autobuses y camiones. Se trata de una mediana empresa de fabricación de tubos de plástico para el sector de la automoción.

El proyecto se lleva a cabo debido a varios problemas que surgen en la empresa:

- Incorporación de nuevos prototipos que pasan a producción.
- Problemas de espacio en planta.
- Productividad de la zona relativamente baja.
- Necesidad de aumento de la flexibilidad de los procesos productivos.
- Saturación de los medios logísticos disponibles.

Al tratarse de un cambio real en la planta de producción se podrá apreciar y contrastar mediante datos empíricos la evolución de las mejoras realizadas.

El proyecto trata de un estudio e implementación de cambio de layout para minimizar movimientos de materiales y personas en la planta de producción, es decir, se pretenden eliminar o reducir operaciones que no aportan valor al producto. Antes de realizar ningún cambio se han fijado una serie de objetivos de obligado cumplimiento y otros opcionales que ha de cumplir la nueva disposición; con estos objetivos se ha buscado una solución óptima que maximice el grado de cumplimiento de éstos.

Se han realizado estudios de viabilidad técnica y económica de los cambios a realizar, para evaluar las posibles soluciones a implementar y el impacto de éstas.

Con este cambio se pretende:

- Mejorar los tiempos de suministro de materia prima y recogida de producto terminado, que repercutirá directamente en un aumento de la productividad.
- Reestructurar las distintas zonas de trabajo para que éste se realice de una forma más eficiente y ordenada.
- Ahorrar costes de mano de obra al haber mejorado la productividad, ya que actualmente existe un gasto muy alto en horas extra y contratación de empleados temporales.

Pasado un año y medio desde el cambio y con los datos que se disponen pasado este tiempo, una vez comparados con los datos que había entonces se puede concluir que se consiguió aumentar la productividad en más de un 30 %, lo que llevó a un ahorro mensual de más de 20.000 euros.

Índice

Índice de ilustraciones.....	5
Índice de gráficos	5
Índice de tablas	5
Agradecimientos	6
Capítulo 1. Introducción al proyecto.....	7
1.1. Objeto.....	7
1.2. Alcance	8
1.3. Antecedentes	8
Capítulo 2. Descripción de la empresa y el producto	10
2.1. La planta de Épila	10
2.2. Proceso de fabricación	11
Capítulo 3. Descripción de la zona de Bus&Truck.....	13
3.1. Volvo.....	13
3.2. Líneas Volvo Turbo	13
3.3. Resto líneas Volvo	14
3.4. Daimler	14
3.5. Scania / John Deere.....	14
3.6. Deutz	15
Capítulo 4. Búsqueda de Alternativas al layout actual	16
4.1. Condiciones obligatorias generales.....	16
4.2. Condiciones opcionales generales	16
4.3. Condiciones de cada zona	17
4.3.1. Volvo Turbo	17
4.3.2. Volvo.....	17
4.3.3. Daimler	18
4.3.4. Scania / John Deere.....	18
4.3.5. Deutz	18
Capítulo 5. Elección de la alternativa. Estudios de viabilidad técnica y económica.	19
5.1. Estudio de viabilidad técnica.....	21
5.2. Estudio de viabilidad económica.....	22

Capítulo 6. Implantación real de la alternativa	24
6.1. Volvo Turbo	24
6.2. Volvo.....	25
6.3. Daimler	27
6.3.1. Celda 1 (Hot air)	30
6.3.2. Celda 2 (Banana)	32
6.3.3. Celda 8 (Br lento) y Celda 9 (Br rápido).....	32
6.3.4. Celda 3-4.....	34
Capítulo 7. Después del cambio	36
7.1. Impacto productivo	36
7.2. Impacto económico.....	41
Conclusiones	43
Seguimiento posterior.....	43

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Plano general de planta.....	12
Ilustración 2. Plano Bus&Truck	15
Ilustración 3. Nuevo diseño de Bus&Truck	19
Ilustración 4. Disposición anterior de Volvo Turbo	24
Ilustración 5. Disposición nueva de Volvo Turbo	25
Ilustración 6. Zona de Salida Volvo Turbo. Antes y después.....	25
Ilustración 7. Plano de la disposición anterior líneas Volvo.....	26
Ilustración 8. Plano de la disposición nueva líneas Volvo	26
Ilustración 9. Nueva zona de salida de material de Volvo	27
Ilustración 10. Contenedores Daimler	28
Ilustración 11. Disposición anterior Daimler.....	28
Ilustración 12. Nueva disposición Daimler.....	29
Ilustración 13. Configuración anterior y actual de Celda 1 de Daimler	31
Ilustración 14. Disposición anterior Celda 8 y 9 de Daimler	32
Ilustración 15. Nueva disposición Celdas 2, 8 y 9 de Daimler	33
Ilustración 16. Disposición anterior Celdas 3 y 4 de Daimler	34
Ilustración 17. Disposición actual Celda 3-4 de Daimler	35

Índice de gráficos

Gráfico 1. PPH's Bus&Truck. Enero y Febrero 2012.....	36
Gráfico 2. PPH's Bus&Truck 2013.....	37
Gráfico 3. PPH's Volvo 2013	38
Gráfico 4. PPH's Daimler 2013	38
Gráfico 5. PPH's Scania 2013	39
Gráfico 6. PPH's Deutz 2013.....	39
Gráfico 7. Piezas totales producidas 2013	40

Índice de tablas

Tabla 1. Piezas producidas por fabricante 2013	40
--	----

Agradecimientos

A mis padres Luis y Tere, a mis hermanos Luis y Ruth, Mercedes y Nacho, Juan y Aurora, a mi abuelo y a mi abuela, por apoyarme

A mi tía Pili y a mi primo Pedro

A mis tíos Manolo y Maribel

Al resto de mi familia, en especial a los Romanos y a los de Belchite

A mis amigos por aguantarme

A mis amigos de la universidad

A mis amigos de Belchite y en especial a Mapi por ayudarme a maquetar el proyecto

A Carmen por ayudarme en el final de la carrera, que me hubiera costado mucho más acabar el proyecto

Capítulo 1. Introducción al proyecto

Este proyecto se realiza en paralelo con el trabajo desempeñado en la propia empresa Kongsberg Automotive situada en Épila (Zaragoza) durante un año y medio, primero con una beca de la universidad y luego como ingeniero de procesos encargado del área de autobuses y camiones, en adelante Bus&Truck.

Al empezar a trabajar como becario en esta empresa, lo primero que se me encargó fue el diseño en plano del layout del área (Bus&Truck) que había en aquel momento, puesto que se estaba planteando un cambio del mismo que lo mejorara.

En el diseño del nuevo layout estuvimos implicadas tres personas, que a lo largo de dos semanas definimos las pautas de lo que se consideró que tenía que tener la nueva distribución de la sección.

Ante esta oportunidad que se me planteó de colaborar en este diseño decidí que podía ser un buen tema de proyecto de fin de carrera ya que se trataba de algo real y del cual podía hacer un seguimiento continuo, realizar mejoras y tener información detallada de la evolución.

Lo que se ha hecho con este cambio no ha sido simplemente una redistribución de las máquinas, sino que se ha ido un paso más allá y se ha optimizado el proceso productivo para cumplir dos objetivos primordiales, el primero, dar cabida a nuevas líneas, y el segundo, mejorar la productividad.

A continuación un breve resumen de lo que se va a encontrar el lector en cada capítulo:

- En los **capítulos 2 y 3** se hará una descripción de la empresa, de la sección en la que se centra el proyecto y de las zonas (clientes) que componen dicha sección.
- Una vez descrita la sección, en el **capítulo 4** se definen los objetivos buscados en el nuevo layout, tanto a nivel general como a nivel particular de cada línea.
- La opción escogida para el nuevo layout se plantea en el **capítulo 5**, acompañada de un estudio de viabilidad técnica y económica.
- En el **capítulo 6** se detalla la implantación del nuevo layout de cada zona, así como la comparación del antes y el después.
- Como consecuencia de dichos de los cambios, se hace un resumen (**capítulo 7**) del impacto productivo y económico que esta medida ha tenido y se ve la evolución a través de año y medio.
- Para finalizar, en las conclusiones, se detallan los logros obtenidos con el cambio, el grado de cumplimiento de los objetivos y el impacto que ha tenido dicho cambio para la empresa.

1.1. Objeto

Estudio e implementación de cambio de layout necesario para minimizar movimientos de materiales y personas. Con este cambio se espera aumentar la productividad en la zona mediante una mejora en los flujos de material, tanto de entrada como de salida (materia prima y producto final).

También se quiere reestructurar las líneas de trabajo para aprovechar de una manera más eficiente el espacio del que se dispone en planta, puesto que se espera entren nuevos proyectos.

1.2. Alcance

Se trata de una implementación que se lleva cabo en la empresa, no afecta a toda la planta productiva, solo a una parte que es la que más cambios va a tener en los próximos meses.

Al tratarse de un cambio real en la planta de producción se podrá apreciar y contrastar mediante datos empíricos la evolución de las mejoras realizadas.

Se pretende mejorar la entrada y salida de material a las zonas de trabajo. Para ello, se reordenarán las celdas de trabajo (alguna se modificará también) y agruparán las zonas de entrada/salida de material, intentando hacerlo por destinatarios ya que las contenerizaciones son distintas para cada uno.

Con estos cambios se mejorará la entrada de material en proceso y recogida de producto terminado al personal del área de logística, facilitando así la labor a producción, que dispone de un espacio fijo y libre para depositar el producto terminado de una forma eficiente y ordenada, lo que hace que se minimice el tiempo que los operarios dedican a ir a buscar la materia prima y sacar los contenedores llenos.

Esta mejora para el área de logística repercute en una minimización del tiempo de reposición de materia prima en línea y por ende, mejorando a producción el suministro de material, que repercute directamente en una mejora de la productividad.

También se tendrá en cuenta la repercusión económica que esta medida ha tenido en la empresa debido al aumento de las Piezas Producidas por Hora, en adelante PPH's, en el área de producción, con la consiguiente disminución de mano de obra requerida para llegar a la planificación demandada por cliente.

1.3. Antecedentes

Este proyecto se lleva a cabo por distintos motivos:

1. La incorporación inminente de dos **nuevos proyectos** para Daf y Daimler, DAF-04 y DAI-05 respectivamente, que van a entrar en serie y necesitan un emplazamiento para sus nuevas líneas.
La ocupación de la planta está al 100 % y no hay ningún proyecto/línea que salga, así que hay que buscar un espacio físico para su ubicación.
1. Mejora del aprovechamiento del espacio. Hasta ahora no ha habido **problemas de espacio en la planta**, y las líneas están dispuestas de una forma poco eficiente. Al realizar un cambio de layout para disminuir el movimiento de materiales se aprovecha y se realiza una optimización de la distribución de las distintas zonas.
2. La zona tiene una **productividad relativamente baja**, que con estos cambios se pretende mejorar de una forma notable.

3. La suma de piezas de todos los clientes asciende a más de mil referencias, con el aumento de la productividad, no se busca una mayor producción en sí, lo que se busca es una **mayor flexibilidad del proceso**, para que se pueda dar una respuesta más rápida en caso que sea necesario.
4. **Saturación de los medios logísticos disponibles** en la empresa: se disponen de dos toros mecánicos para llevar componentes desde el almacén a la planta y traer producto terminado.
Si se favorece el trabajo al personal de logística, éstos mejorarán su eficiencia que se traduce en un mejor abastecimiento de material, lo que evitará las paradas de línea por falta de material.
La empresa no va a aumentar el número de trabajadores ni va a invertir en otro toro mecánico.
5. Desde finales del año 2012 se está integrando el **sistema de gestión SAP**, lo que requiere un nivel de orden en la planta y disciplina muy alto, ya que de lo contrario se producen fallos en los envíos, con las consiguientes reclamaciones por parte de cliente y desajustes en el stock.
6. La situación **económica de la empresa** no es muy buena, tiene el respaldo de una multinacional, pero los dos últimos ejercicios (2010 y 2011) se cerraron con pérdidas de cuatro y un millón de euros respectivamente, lo que hace que cualquier medida que implique un ahorro de costes sea tomada en consideración.

Capítulo 2. Descripción de la empresa y el producto

Kongsberg Automotive es una multinacional Noruega proveedora global de ingeniería, diseño y fabricación para la comodidad del asiento, el conductor y los sistemas de control de movimiento, los sistemas de flujo de fluidos y productos industriales de la interfaz del controlador. Tiene más de 50 años de experiencia en el mundo de la automoción y cuenta con un equipo de I&D de más de 450 personas.

La línea de productos incluye sistemas para la comodidad de los asientos, embragues, palancas de cambio de velocidad, sistemas de control de transmisión, barras estabilizadoras, acoplamientos, controles electrónicos de motor, mangueras especiales, tubos y accesorios.

Tiene una presencia global, con 47 localizaciones en 20 países y más de 10000 empleados.

La planta de Épila pertenece a la rama de fluidos de Kongsberg, tiene 5000 m^2 y más de 250 trabajadores de planta que trabajan 5 días a la semana con 3 cambios de turno al día.

Con una facturación en torno a los 36 millones de euros Kongsberg-Épila lleva los tres últimos ejercicios cerrando en negativo, con unas pérdidas de cuatro millones de euros en 2010, un millón en 2011 y cien mil euros en 2012. Se espera que en el ejercicio 2013 se vuelva a entrar en beneficios.

2.1. La planta de Épila

La fábrica de Épila está compuesta por los departamentos de Recursos humanos y Medio Ambiente, Logística, Compras, Ventas, Finanzas, Calidad, Laboratorio, Ingeniería, Extrusión y Producción, separándose este último en dos business units diferenciadas debido al destinatario, Cars y Bus&Truck.

En la parte de producción las dos business units se dedican al ensamblado de tubo pero con alguna diferencia: Cars, se dedica a vehículos ligeros y la mayoría de sus tubos son de poliamida, mientras que en Bus&Truck se realizan piezas para vehículos pesados, y en la que las piezas se hacen también con tubo de poliamida si bien una gran parte se ensamblan con tubo doblado de metal.

La planta de Épila, es una de las principales en los sistemas de transferencia de fluidos, teniendo en la misma, la línea de extrusión, por lo que se fabrican los tubos desde cero a partir de resinas y granza, hasta su acabado final, mediante las operaciones de conformado del tubo y ensamblado de componentes.

En la planta de producción, además de las secciones de ensamblado, también están el área de extrusión, que es donde se extruye casi todo el tubo usado en la planta, el área de corte de tubo, los hornos y la zona de Metal Bending, que es donde se doblan los tubos de metal.

2.2. Proceso de fabricación

El proceso de fabricación de una pieza empieza en la zona de extrusión, donde, dependiendo de las características técnicas exigidas por cliente para cada pieza, se extruye un tipo de poliamida u otra a partir de resinas y granza. Una de las principales características que tiene esta planta es que fabrica el 95 % del tubo de plástico que consume, es decir, se parte desde cero, no es una simple planta de ensamblado.

El tubo extruido en la planta es un tubo de poliamida, que va desde un sencillo monocapa hasta un multicapa de 4 capas, dependiendo de las necesidades. También se extruyen tubos con funda de santopreno (protección térmica) y tubo corrugado.

Al área de corte de tubo llegan las bobinas de extrusión con los distintos tipos de tubo de poliamida según las características de la pieza. En las máquinas de corte el tubo se va desbobinando, marcando y cortando a la medida de la pieza requerida mediante un programa informático.

De la zona de corte van los tubos ya cortados en recto a los hornos, es aquí donde se les da a los mismos la forma definitiva que debe llevar la pieza insertándolos en unos moldes, llamados formers, para que mantengan la forma durante el tiempo de horneado y que al enfriar permanezca ésta.

La zona de Metal Bending trabaja al 95% para Bus&Truck y aquí se parte de tubos de distintos diámetros de acero en recto y se van doblando con dobladoras automáticas, después de distintos procesos de soldado y cincado, que se hacen en empresas especializadas, los tubos metálicos serán llevados a la línea de montaje para su ensamblado.

El montaje final de cada pieza se produce en las líneas de trabajo, aquí el trabajador coge los tubos preformados del horno y, en una ensambladora acopla los componentes que lleva la pieza en cuestión. Después se testea el 100 % de las piezas para comprobar que no existen fugas y se pasan el 100 % de las piezas por una galga de comprobación de forma. Una vez terminado el proceso, se embalan y se colocan en contenedores identificados en las zonas fijadas para que los carretilleros los retiren.

Aquí se ve un plano de la planta general (ilustración 1) dividido en las distintas business units:

- Bus&Truck
- Servicios (cortadora y hornos)
- Cars
- Metal Bending

Se trata de una nave principal de 100 metros de largo por 40 metros de ancho, la cual dispone de un pasillo central que es utilizado por logística para el suministro de materia prima (componentes) y la recogida de producto terminado.

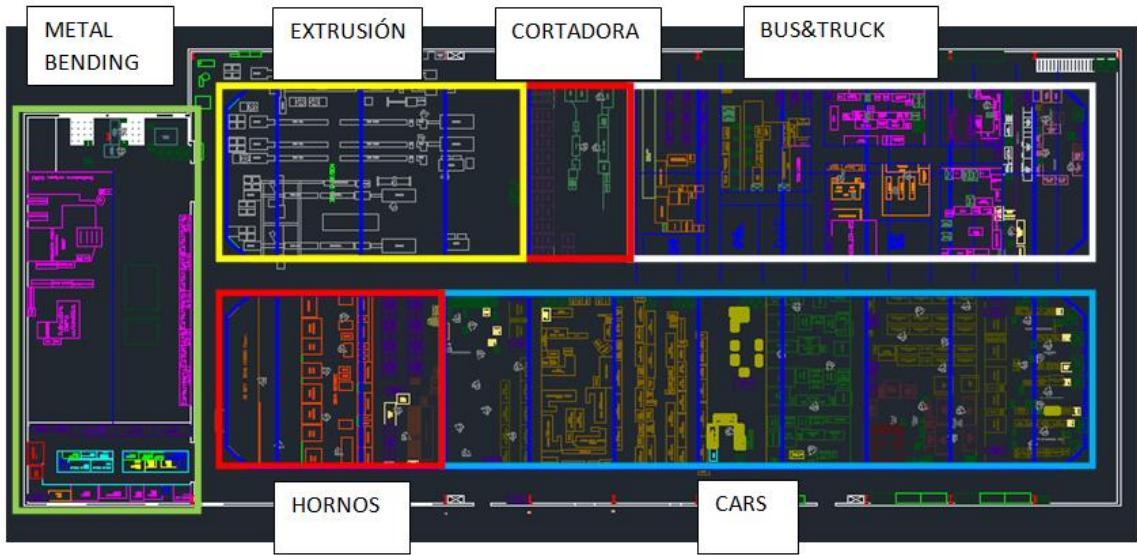


Ilustración 1. Plano general de planta

Capítulo 3. Descripción de la zona de Bus&Truck.

Bus&Truck es la business unit de Kongsberg-Épila dedicada a ensamblar piezas para vehículos pesados, es decir, autobuses, tractores y camiones.

Como es de esperar, estas piezas tienen mayores exigencias técnicas que las que pueden tener las piezas dedicadas a automóvil, por lo que la mayoría de los componentes que se usan en su ensamblado son de metal.

Bus&Truck está separado por clientes, no mezclando en las líneas de trabajo piezas de distintos clientes, es decir, cada línea es de un cliente.

Los clientes a los que provee la zona en estos momentos son:

- Volvo
- Daimler
- Scania / John Deere
- Deutz

Y las zonas de trabajo son las mismas a excepción de Volvo, que se divide a su vez en líneas de piezas comunes de poliamida y luego está Volvo Turbo, que son dos líneas que hacen piezas especiales para los sistemas turbo de Volvo.

Se empezará por describir con un poco más de detalle cada cliente y zona:

3.1. Volvo

Es el principal cliente de Bus&Truck, tanto por número de piezas fabricadas como por facturación. En las líneas de trabajo de Volvo se hacen piezas para los distintos tipos de sistemas de fluidos que se utilizan en sus vehículos, como el turbo del motor, sistemas de ventilación, lubricación, transporte del combustible y sistema de frenado.

3.2. Líneas Volvo Turbo

Es en estas dos líneas donde se ensamblan piezas dedicadas a los sistemas del turbo del motor, por lo que las exigencias de éstas en lo que se refiere a calidad y prestaciones son las más altas de la zona.

El turbo del motor, debido al alto régimen de vueltas al que trabaja, puede alcanzar una temperatura muy alta, por este motivo, cualquier fuga o fallo en las piezas que lo componen puede dar lugar a un incendio en el vehículo pudiendo representar un grave peligro.

En esta zona, las características críticas de las piezas impiden que se utilice tubo de poliamida en su fabricación, en su lugar se utilizan tubos de PTFE (teflón) liso o corrugado recubiertos por una malla protectora de hilo de acero. Estos tubos no se hacen en Kongsberg-Épila, sino que el proveedor es Kongsberg-Normanton, en Reino Unido, son tubos que no pasan por horno y vienen precortados a la medida de la pieza.

Los componentes aquí utilizados tampoco son estándar, provienen casi todos de la zona de Metal Bending. Son componentes metálicos realizados por dobladoras automáticas en esta parte de la empresa. Como se ha dicho con anterioridad, estas piezas están sometidas a altas temperaturas, con lo cual, las partes que están cerca de una fuente de calor no pueden estar hechas de poliamida o tener componentes que no soporten las mismas. Estas piezas provenientes de Metal Bending se llaman internamente BSP's (Bending Steel Pipe).

3.3. Resto líneas Volvo

En el resto de líneas de Volvo se trabaja con tubo de poliamida extruido en la zona de extrusión y conformado en hornos. Son piezas destinadas a los sistemas de lubricación del motor.

Se trata de cuatro líneas en las que se realizan más de 250 referencias, por lo que la flexibilidad tiene que ser muy alta.

3.4. Daimler

Cuenta con ocho líneas de producción, con mayor o menor cadencia que hacen de Daimler el segundo cliente de la sección por facturación, ya que por número de piezas el segundo es Scania.

Así como para Volvo las piezas son similares (separando Volvo Turbo del resto), en Daimler cada línea es muy distinta a las demás en lo que al tipo de piezas que se fabrican se refiere, provocando que sea Daimler la que más tipos de contenedor tenga.

Kongsberg provee a Daimler piezas que lubrifican distintas partes del motor y la caja de cambios.

3.5. Scania / John Deere

La línea de Scania es la más flexible de toda la zona puesto que la mayoría de las piezas no tienen componentes que ensamblar, simplemente se les hace una revisión visual y en galga (comprobación de ruteado) y se embalan, estas piezas vienen de hornos o cortadora directamente.

Aquí se trabajan más de 120 referencias y muchas veces el cliente pide urgentes de muchas piezas con poco margen de tiempo que en otras líneas sería imposible de suministrar. Por este motivo la zona de salida de material es más amplia de lo normal ya que dentro de Scania, como pasa también con el resto de fabricantes, tienen distintos tamaños de contenedor.

Aparte, el proyecto Sca-03 está entrando con 170 nuevas referencias, aunque aquí se harán menos de 50 de éstas nuevas.

Las piezas que se hacen para John Deere son de una cadencia muy baja pero constante, de unas 1.500 piezas al mes según la planificación; solo hay un envío mensual, con lo que se

fabrica toda la demanda del mes en un turno, sin interferir en la fabricación con las piezas de Scania. Se trata de piezas de similares características a las de Scania.

3.6. Deutz

Compuesta por una sola línea de trabajo esta firma produce motores para máquinas agrícolas, y Kongsberg-Épila es proveedora de piezas para la lubricación de sus motores.

Aquí se ve un plano de la disposición de Bus&Truck (Ilustración 2) antes de empezar el estudio de optimización.

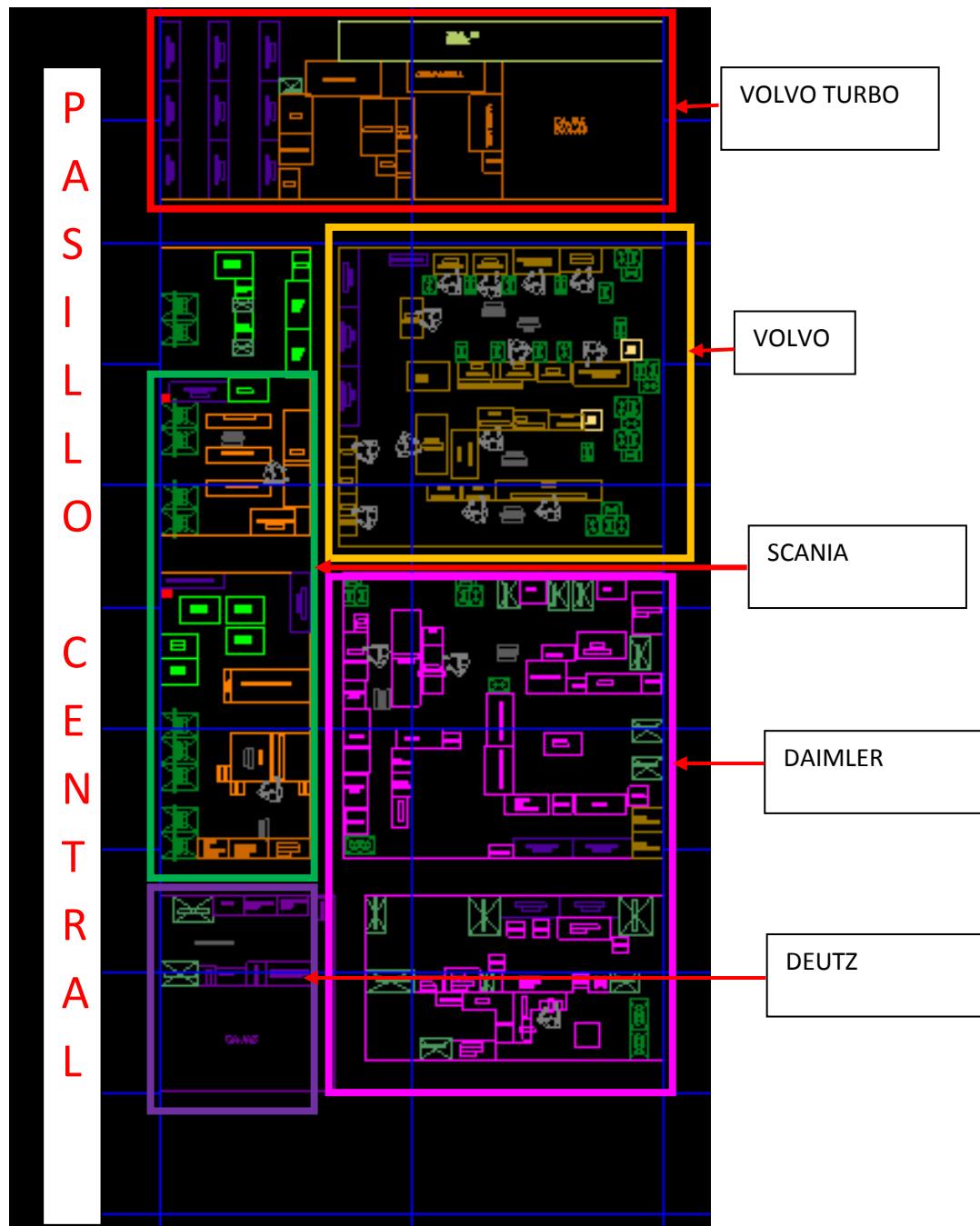


Ilustración 2. Plano Bus&Truck

Capítulo 4. Búsqueda de Alternativas al layout actual

Antes de realizar ningún cambio se han analizado los problemas que hay en cada zona, y se han de proponer soluciones o mejoras de dichos problemas mediante un cambio de disposición de las máquinas. Para ello se imponen como punto de partida a las distintas alternativas de layout unas condiciones de forma futura para toda la sección, y unas condiciones particulares para cada cliente.

Hay una serie de condiciones que se deben cumplir, sino al 100 %, el cambio debe tratar de maximizar el grado de cumplimiento de éstas.

Antes de plantear alternativas o realizar cambios, hay que saber qué es lo que se busca con este nuevo layout, es decir, se deben plantear unas condiciones de forma de obligado cumplimiento, y luego otras opcionales que pueden mejorar aun más el resultado pero dependen de las primeras para poder realizarse o no.

Entre todas estas cláusulas se busca la opción que maximice el grado de cumplimiento de las condiciones de obligado cumplimiento.

4.1. Condiciones obligatorias generales

- La salida del producto terminado de cada línea tiene que estar lo más próxima al pasillo central para favorecer la recogida a carretilleros.
- Crear zonas de salida de material para cada cliente y delimitadas.
- No separar clientes, puesto que los componentes de cada uno de ellos son exclusivos y todos los materiales utilizados por éstos están en un mismo lugar, por tanto no se pueden separar sus líneas.
- Reducir el espacio dedicado a logística en lo posible, ya sea espacio para guardar materia prima o producto terminado.
- El ahorro de espacio mediante la reestructuración debe ser suficiente para dar cabida a dos futuras líneas de trabajo.

4.2. Condicionesopcionales generales

- Necesidad de comprimir y reestructurar líneas de trabajo.
- Reducción en lo posible de elementos innecesarios en las líneas, ya sean mesas, utillajes o maquinaria obsoleta.
- Volvo Turbo debería estar situado lo más cerca posible de la zona de Metal Bending. Esto se debe a que son los operarios los que tienen que ir a por los tubos de metal

- doblado a Metal Bending para ensamblar las piezas, cuanto más cerca esté situado Volvo Turbo de Metal Bending menos tendrán que caminar éstos.
- La nueva línea de trabajo para el proyecto Daf-04 también tendrá componentes que provienen de Metal Bending, por tanto también habría que situarla próxima.

4.3. Condiciones de cada zona

Aparte de las condiciones generales, la observación de las distintas zonas de trabajo a lo largo del tiempo dan ideas de aspectos de su estructura que habría que mejorar, ya sea porque se trata de una condición general vista arriba o, más en particular, porque se necesita una reestructuración de la línea por algún motivo.

En algunos casos estos cambios pueden ser prescindibles, pero si se pretende hacer un cambio a gran escala, se puede aprovechar para hacer pequeñas mejoras en alguna línea que lo necesite sin que suponga mucho esfuerzo.

4.3.1. Volvo Turbo

Necesidad de una zona diáfana para la entrada de componentes BSP's procedentes de Metal Bending, es decir, se necesita más espacio que en una línea de trabajo estándar.

La zona de entrada y salida de material está situada en el lateral de la nave, lo que dificulta el trabajo de los carretilleros a la hora de suministrar y recoger palets, ya que no pueden pasar con el toro mecánico y tienen que utilizar la transpaleta para poder llegar a la zona de descarga/recogida.

En esta zona se trabaja con contenedores grandes con lo que habría que intercambiar la zona donde se ubican las estanterías con la zona de entrada/salida de material, así esta última quedaría ubicada en el pasillo central.

4.3.2. Volvo

Existen varios problemas en esta zona, el primero es que directamente no hay una zona de salida de material, por tanto hay que crearla. El material terminado queda esperando al final de la línea hasta que el carretillero lo recoge, con lo que el desorden y la falta de espacio son constantes en estas líneas. Esto es un potencial foco de reclamaciones por parte del cliente por una equivocación en el etiquetado de contenedores.

Si se crea una zona de salida de materiales al final de las líneas de trabajo, ésta dará al pasillo lateral debido a la orientación del flujo productivo, con lo que quedará encerrado, por tanto, se deben transponer las líneas de Volvo para que éstas trabajen de derecha a izquierda y no al revés, así el producto terminado acaba lo más cerca del pasillo central, y ahí se creará el espacio para depositarlo.

4.3.3. Daimler

Existen 8 líneas de trabajo en Daimler, cada una tiene su zona de salida de material. Se pretende unificar estas zonas para conseguir un ahorro de espacio vital ya que entre todas estas zonas de salida de material suman más de $30 m^2$.

Con esta unificación se espera dejar solo dos o tres zonas de salida de material, una para contenedor metálico y una o dos para contenedor plástico. Los contenedores de metal hay que moverlos con transpaleta, con lo que las líneas que trabajan con estos habría que ubicarlas cerca del pasillo central para ahorrar tiempo.

Estas líneas no tienen la misma carga de trabajo, debido a que alguna se dedica ahora a piezas de repuesto, lo que hace que hayan quedado sobredimensionadas y haya que reestructurarlas mediante la eliminación de utilajes obsoletos o innecesarios.

4.3.4. Scania / John Deere

Esta zona dedica un 40% del espacio a logística, pero no se puede aprovechar bien debido a la configuración actual de la zona, ya que está “partida” por un pasillo.

Se pretende aprovechar mejor el espacio de salida y disminuir éste.

4.3.5. Deutz

Con menor volumen de piezas fabricadas que hace unos años, hay máquinas y elementos que han quedado obsoletos, así como un espacio logístico que se ha quedado grande para la cantidad que se fabrica, por tanto se verá reducido.

Capítulo 5. Elección de la alternativa. Estudios de viabilidad técnica y económica.

El capítulo 4 ha sido una reflexión de lo que se busca en base a lo que se observa, es decir, mediante la observación de cada zona se han detectado problemas solucionables, y otros, simplemente mejorables.

En base a todas estas características buscadas el objetivo estaba muy acotado, sólo quedaba plasmar éstas en un diseño por ordenador y comprobar si era factible o no.

El resultado del nuevo layout no consigue cumplir con todas las condiciones, pero se sabía que algunas eran imposibles de realizar al 100 %, como por ejemplo que todo el producto terminado estuviera ubicado en el pasillo central. Por lo demás, y como se dijo en el capítulo anterior, no se buscaba que se cumplieran todas las condiciones al completo, sino que se busca una solución que maximice el grado de cumplimiento de estas condiciones obligatorias yopcionales.

Se ve a continuación el nuevo diseño de la zona (Ilustración 3):

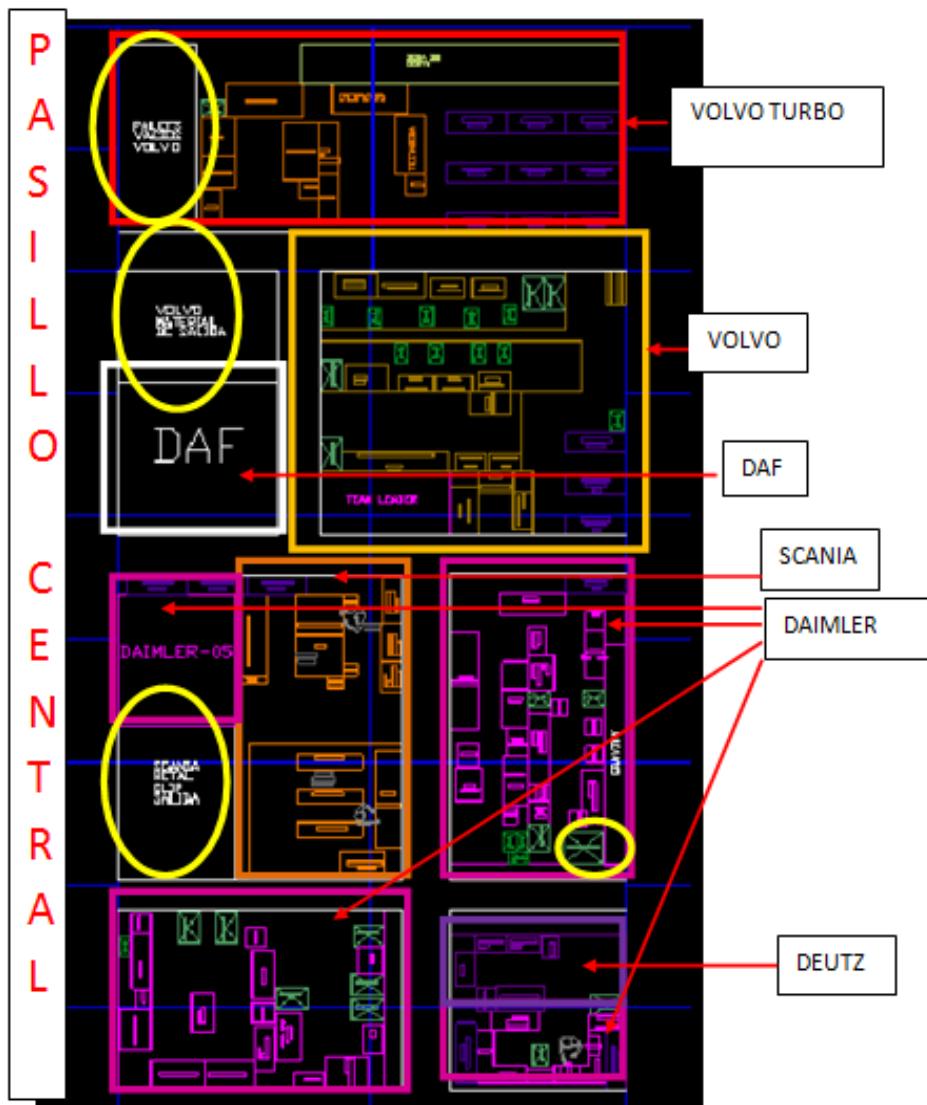


Ilustración 3. Nuevo diseño de Bus&Truck

Se van a ir comentando los objetivos marcados con anterioridad y el grado de cumplimiento de estos en este diseño de layout.

Como se aprecia en el plano anterior hay marcados 3 círculos amarillos grandes, estos indican los espacios habilitados para salida de material y se han **ubicado en el pasillo central**. Estas zonas se han **separado por clientes**, siendo una para Volvo Turbo, otra para Volvo y la última está compartida por Scania y Daimler de mayor tamaño.

En un principio se dijo que los espacios de salida debían estar separados por clientes, y el tercer espacio, compartido por Scania y Daimler parece que no cumple con esto, pero en realidad son dos zonas separadas, ya que se trata de un espacio más grande que los anteriores donde las dos marcas tendrían cada una 4 carriles sin compartir nada, así que, aunque estén unidos cada uno tiene su espacio, cumpliendo así con el objetivo marcado.

Con la creación de estas tres zonas se consigue que el 90 % del producto terminado salga al pasillo central directamente. Para el 10 % restante, que son algunas líneas de Daimler y la de Deutz se ha optado por crear una pequeña zona en el lateral, esto podría suponer un inconveniente a la hora de la realización, pero como Daimler se ha reestructurado completamente se han separado las líneas por tipo de contenedor y cadencia.

Con esta medida, las líneas de Daimler más cercanas al pasillo central son las que utilizan contenedor metálico y las que se sitúan más lejos utilizan contenedor de plástico, mucho más manejable, aparte, estas líneas en el lateral de la nave no son de alta cadencia.

Con toda la reestructuración de Bus&Truck se ha logrado un **ahorro de espacio** total de un poco más de $45 m^2$, en el layout anterior disponíamos de más de $100 m^2$ destinados a logística en toda la zona pero diseminados en pequeños espacios para cada línea, ahora se dispone de 3 grandes zonas de salida en las que se pretende colocar racks (carriles) y una más pequeña (Daimler), todo esto ocupa apenas $47 m^2$.

Este ahorro de espacio logístico, la reorganización de algunas líneas, y la eliminación de una celda de Volvo que se pasa a la zona de Cars han permitido que se puedan incluir **dos celdas nuevas de producción** de proyectos que entran, una provisional para Daimler (Dai-05) y otra fija para Daf (Daf-04).

El resto de espacio ahorrado se ha dedicado a tener las zonas de trabajo más diáfanas y descongestionadas de material, y a tener unos pasillos más amplios para favorecer el movimiento con la transpaleta por toda la zona de Bus&Truck, cosa que antes no sucedía.

Una pega que puede tener este diseño es que no cumple la premisa de **no separar clientes** al 100 %, en la reestructuración de Daimler se han creado dos zonas diferenciadas por contenedor, quedando una línea pegada a la de Deutz, en realidad no supone un gran problema ya que esta celda solitaria se dedica a hacer piezas de repuesto, con lo que su cadencia de trabajo es muy baja, no siendo de relevancia su ubicación en ese sitio.

También el layout contempla requisitos opcionales como era el ubicar las celdas que utilizan componentes procedentes de Metal Bending lo más cerca de éste, y se ha conseguido esto con Volvo Turbo y la nueva celda de Daf.

En resumen, este layout presentado cumple con un alto grado de satisfacción los requisitos planteados, y los puntos débiles que puede tener no implican a líneas de trabajo importantes, por tanto, hacen que sea factible su realización.

Ahora lo que se debe estudiar es el coste técnico y económico que puede acarrear este cambio para la empresa, para ver, si después de esto sigue siendo factible la realización del cambio propuesto.

5.1. Estudio de viabilidad técnica

Bus&Truck es únicamente zona de ensamblado de piezas, por tanto, la mayoría de las máquinas que hay son ensambladoras neumáticas manuales o semiautomáticas.

Estas máquinas están colocadas en mesas o soportes de perfilería de aluminio, por lo que una línea de trabajo común puede estar compuesta por un máximo de dos ensambladoras, una mesa de testado y una mesa de trabajo. Estos elementos tienen una gran movilidad debido a su reducido peso y tamaño, pudiendo mover cada uno de ellos fácilmente entre dos personas.

Otros elementos de la zona son las estanterías de componentes, en éstas se almacenan partes de piezas encargadas a proveedor, que son en mayoría partes de tipo tornillería metálica. Para trasladar una estantería lo primero que hay que hacer es vaciarla ya que estos componentes son bastante pesados.

Bus&Truck hace más de 1000 referencias distintas, compartiendo muchas ellas los mismos componentes, pero cada referencia puede llevar desde uno hasta más de quince, simplemente en Volvo Turbo existen más de 250 distintos.

Todos los componentes de la empresa están colocados en unas gavetas estándar y perfectamente identificadas y ubicadas en sus estanterías con una posición fija, por ello, para trasladar la estantería se podrán colocar las gavetas en un palet y moverlo con una transpaleta.

Una vez las estanterías están vacías, aunque se trata de elementos de dos metros de alto por casi dos de largo son fácilmente desplazables entre dos personas.

Existen un par de máquinas grandes en la zona que podrían dificultar bastante su cambio de ubicación.

Las primeras son las mesas de aire caliente que hay en la celda 1 de Daimler y en la celda Hot Air de Scania, ya que son mesas de más de dos metros de largo, con bastante peso y volumen. Para el traslado a su nuevo lugar se necesitará el uso de un toro mecánico y el apoyo de un carretillero que lo maneje. Por tanto, para que el toro mecánico pueda trasladar estas mesas simplemente se tendrá que despejar la zona, cosa que no reviste complicación.

El segundo elemento que puede generar problemas son las máquinas de crimpado de Volvo Turbo. Por suerte, en el nuevo layout apenas han variado su posición original un metro, así que no hay problema, y de haberlo, se trata de máquinas de un peso cercano a los 500 kg lo que con una transpaleta y un poco de cuidado se puede solucionar.

La última cuestión que queda por ver es la desconexión y reconexión de las máquinas en sus nuevas posiciones. Para ello se cuenta con la ayuda del equipo de mantenimiento de la propia empresa.

La desconexión de las máquinas se realiza de forma sencilla ya que neumáticamente van conectadas a la red de 6 bares de presión mediante unos conectores rápidos, y eléctricamente a la red de 220V con enchufes estándar.

Tanto la red eléctrica como el aire a presión discurren por la planta a modo de cuadrícula pero suspendida a unos 5 metros de altura, de tal modo que para conectar un equipo simplemente hay que colocar una bajante de red y otra de aire para que éste funcione.

De esta forma, una vez ubicados los elementos de una línea en su nueva posición, el equipo de mantenimiento tendrá que colocar las bajantes mediante un elevador y conectar las máquinas.

A la hora de realizar los cambios no se actuará de forma global, es decir, no se cambiará toda la zona de golpe, sino que, viendo la planificación se sabe que líneas tienen que trabajar y cuáles no, se irán cambiando las que no se trabaje o vaya a trabajar, de tal modo que no se pare la producción o perjudicándola lo menos posible.

Lógicamente hay líneas de alta cadencia que hay que parar, aunque, debido al poco peso y tamaño de las máquinas y elementos los cambios se pueden hacer rápido, más aún sabiendo la nueva posición que han de llevar.

Con todos los problemas que pueden surgir técnicamente ya analizados solo queda ver el coste económico que puede llevar este cambio.

5.2. Estudio de viabilidad económica

Se van a analizar en detalle los gastos que puede suponer este cambio. Al tratarse básicamente de una redistribución de máquinas se puede ver que el coste no va a ser muy alto.

Principalmente van a haber 3 gastos fundamentales, que son los que se van a desglosar aquí.

El gasto más significativo va a ser las nuevas zonas de salida de material, ya que se van a colocar unos listones de perfil de acero para hacer carriles. Esta obra se subcontratará a la empresa Industrias Metálicas Alaún de Alagón, que ha trabajado en diversas ocasiones para Kongsberg, se encargará de la fabricación y colocación de éstos. Para las zonas de salida de Volvo Turbo, Volvo y Scania/Daimler se necesitarán 15 perfiles de acero pintados en blanco de diferentes medidas ya que las zonas no tienen la misma profundidad y 4 barandillas de las mismas características. Esto supondrá un precio aproximado de 100 euros por carril y 200 euros por barandilla, suponiendo un coste total de 2.300 euros aproximadamente.

Kongsberg Automotive aplica a todas sus fábricas las 5's, que es una metodología de mejora de las condiciones de trabajo, esto hace que toda la planta esté señalizada con cintas adhesivas de colores, es decir, la posición cualquier elemento de la planta está señalizada en el suelo, incluidos los pasillos.

Al realizar el cambio las cintas existentes habrá que desecharlas y volver a marcar la nueva posición de todos los elementos. Según el elemento del que se trate se identificará de un color u otro, así en Kongsberg se tiene la siguiente clasificación:

- Cinta amarilla: elementos fijos y pasillos.
- Cinta azul: elementos móviles (carros) y producto semielaborado.
- Cinta verde: Producto terminado.
- Cinta roja: Chatarra y basuras.

El marcado de la posición de las máquinas en el suelo es muy importante ya que todo tiene que mantener su posición, de no existir estas cintas, las máquinas y mesas debido al uso se van moviendo, y si no se tiene ninguna referencia al final se llega al desorden y el caos en las líneas.

Salvo los pasillos, que se marcan enteros, en el resto de los elementos sólo se marca la posición que deben de llevar las esquinas, así se ahorra cinta ya que ésta es muy cara, el rollo de 25 metros cuesta 200 euros, de tal forma que el gasto en cinta de marcaje será de unos 1.600 euros.

El último gasto importante en el que se puede incurrir con este cambio es que cuando se cambien las máquinas se necesitará a dos personas de mantenimiento. En la planta de Épila cuando se hacen cambios de este tipo el personal de mantenimiento hace horas extras, puesto que van muy saturados con el trabajo normal del día a día.

Por tanto, una estimación del gasto puede ser cinco días de trabajo, cuatro horas extras al día y dos personas. Si a Kongsberg le cuesta la hora extra 21 euros del personal de mantenimiento, el gasto total ascenderá a unos 840 euros.

Resumiendo, el gasto aproximado de este cambio, contando los tres gastos más influyentes es de unos 4.000 euros, y si añadimos algún gasto extra como pueda ser la ayuda de algún operario para mover máquinas y mesas y productos de limpieza el gasto puede subir 1000 euros más.

Sabiendo que el coste del cambio se aproximará a los 6.000 euros la decisión recae en la dirección de la empresa, evaluando las mejoras introducidas y el payback de la inversión.

Capítulo 6. Implantación real de la alternativa

Tras la elección de un layout óptimo y los estudios de viabilidad técnicos y económicos la dirección de la empresa dio el visto bueno a la realización del cambio puesto que el ahorro económico que va a haber comparado con la inversión y la mejora del aprovechamiento del espacio hacen de este proyecto viable y muy rentable para la empresa.

El cambio de layout se llevó a cabo durante el mes de febrero de 2012 y se realizó dicho cambio en menos de dos semanas. A continuación se van a ir comentando y describiendo los cambios en cada zona con un poco más de detalle.

Decir que no se llevó un orden específico para cambiar las líneas, como se comentó en el capítulo anterior los cambios se realizarían de forma que se perjudicara lo menos posible la producción, de tal forma que se cambiaban las líneas en base a que estas estuvieran libres o no fueran a trabajar.

Después de la descripción de los cambios se entrará en la valoración productiva y económica que ha supuesto este cambio.

6.1. Volvo Turbo

En los planos de más abajo se ve la disposición anterior (Ilustración 4) y como ha quedado la nueva línea de Volvo Turbo (Ilustración 5), no se van a dar muchas explicaciones puesto que ya se ha comentado en el capítulo 4 que lo que había que realizar era el cambio de la zona de salida de material.

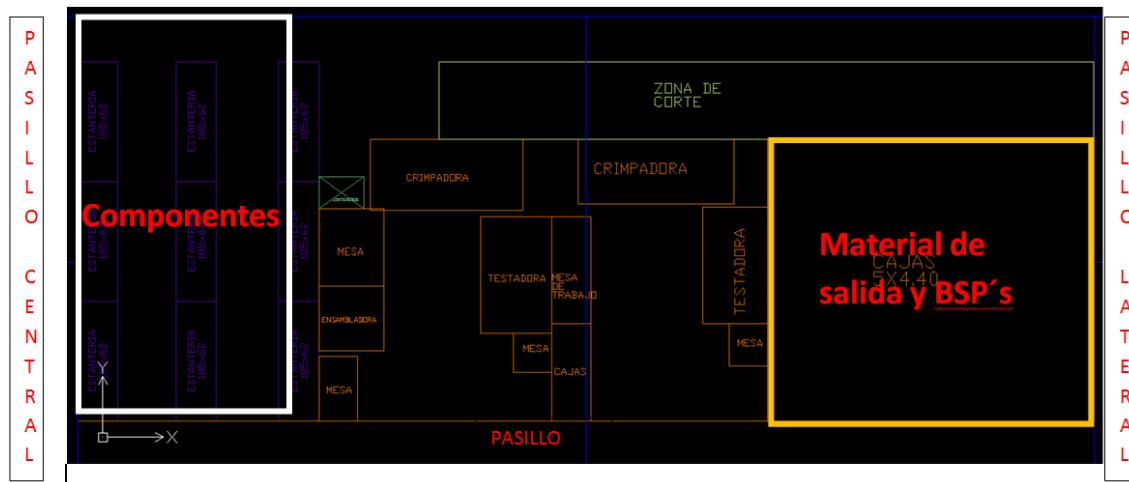


Ilustración 4. Disposición anterior de Volvo Turbo

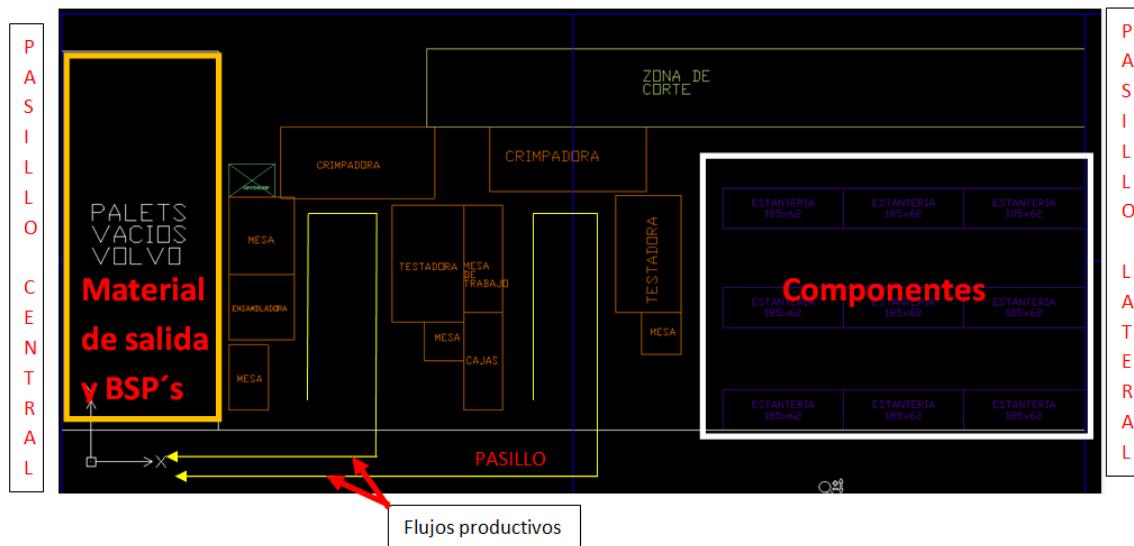


Ilustración 5. Disposición nueva de Volvo Turbo

A continuación se ven las fotos (Ilustración 6) de las zonas de salida de material de Volvo Turbo, antes y después del cambio.



Ilustración 6. Zona de Salida Volvo Turbo. Antes y después

6.2. Volvo

Aquí no existía una zona de salida de material y se creó. Para ello, se invirtieron los flujos productivos de las líneas para que el producto terminado saliera lo más cerca del pasillo central. Comentar que con la reestructuración general de Bus&Truck la zona que había para las jefas de equipo se decidió poner en Volvo, ya que estaba más centrada que la anterior. Para ganar ese espacio necesario se reestructuró la celda de Airvent, de modo que se pasó de una disposición de celda en línea a una disposición en "U" y se intercambió con la celda 1. A continuación los planos del antes (Ilustración 7) y después (Ilustración 8) donde las flechas blancas indican la dirección del flujo productivo.

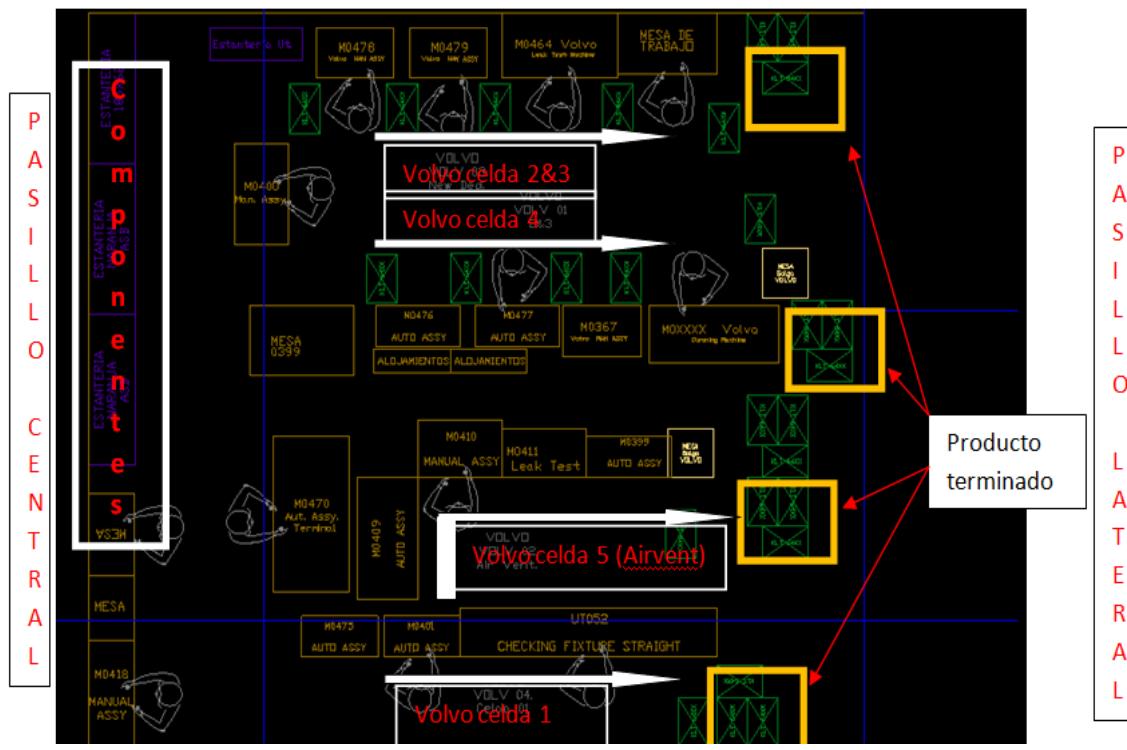


Ilustración 7. Plano de la disposición anterior líneas Volvo

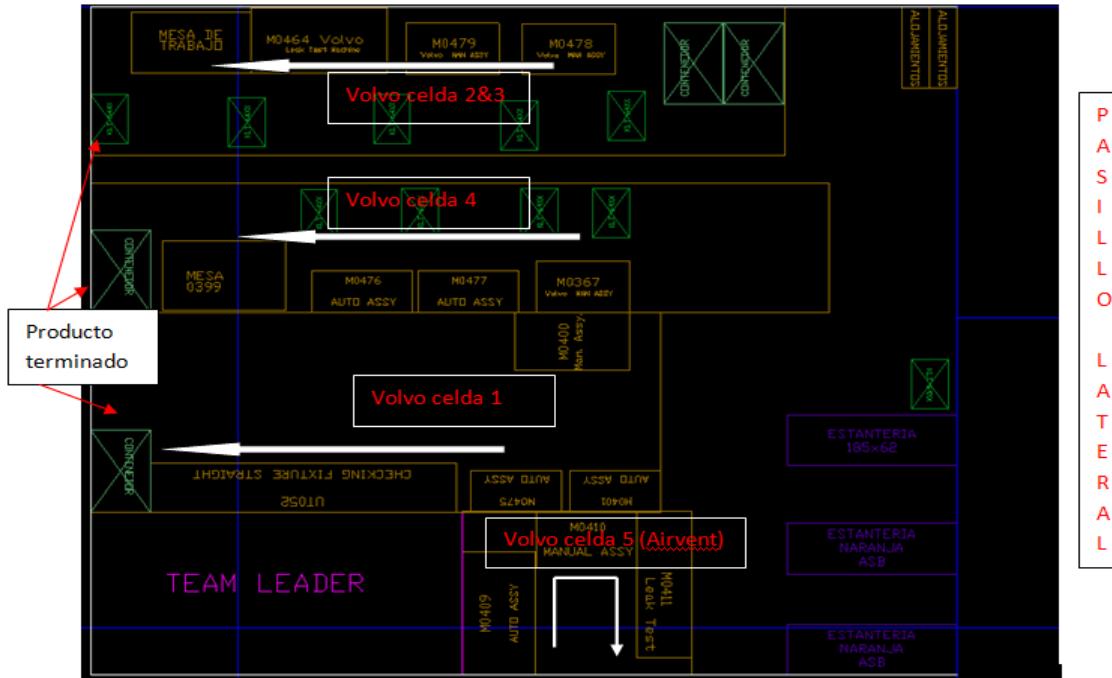


Ilustración 8. Plano de la disposición nueva líneas Volvo

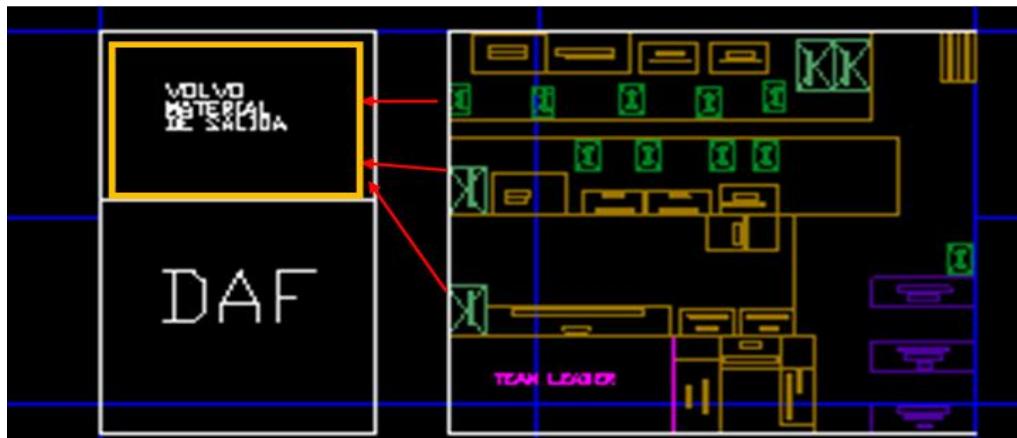


Ilustración 9. Nueva zona de salida de material de Volvo

En este último plano (Ilustración 9) se ve la zona de salida de material de Volvo, y las flechas rojas van desde donde está el producto terminado de las líneas hasta donde lo tienen que dejar los operarios.

6.3. Daimler

Se trata de la zona que más cambios ha sufrido, puesto que en esta zona se han encontrado con todos los problemas de las zonas anteriores y alguno más. Se van a ir desglosando línea por línea los problemas, aunque hubo uno que fue el principal de todos y es que existían muchas zonas de salida de material, una por cada línea, por lo que se ha tratado de juntarlas y reducir ese espacio al máximo.

De las 8 zonas de salida de material se han conseguido reducir a 2, una salida para contenedores metálicos y otra zona para contenedores de plástico. Esto ha sido posible gracias a la baja cadencia de algunas líneas de esta zona, ya que tenían mucho espacio desocupado.

Con este cambio se ha pasado de tener 8 zonas que ocupaban un total de $30\ m^2$ aproximadamente a tener dos zonas que apenas ocupan $20\ m^2$ (menos espacio en realidad puesto que la zona de salida de contenedores metálicos es compartida con Scania).

Se ha logrado reducir el espacio dedicado a Daimler, antes ocupaba casi $140\ m^2$ y ahora no llega a los $115\ m^2$.

En esta sección también había muchas líneas con baja cadencia de producción y elementos comunes, con lo que se unieron para ganar espacio y así eliminar posibles elementos sobrantes como mesas de trabajo y utilajes repetidos.

Daimler utiliza varios tipos de contenedores (Ilustración 10), dependiendo a la planta a la que vayan, van desde caja pequeña de plástico de 300x200x150 mm aprox. (L-W-H) a contenedores de metal de 1000x600x700 mm aprox.



Ilustración 10. Contenedores Daimler

Como las cajas de plástico son mucho más manejables que los contenedores se priorizó la disposición de las líneas que utilizaban contenedor cerca del pasillo central para mejorar la entrada y salida de estos. Aparte, había que dejar un pasillo ancho puesto que estos contenedores hay que moverlos con transpaleta debido a su peso.

En la práctica aún ha quedado alguna línea que utiliza contenedor de metal que no está pegada al pasillo central, pero por espacio no se ha podido. Lo que se ha hecho ha sido dejar más lejos a las celdas con menor cadencia, eso sí, se ha hecho el pasillo lo suficientemente ancho como para que no tengan ningún problema, a la hora de sacar y meter contenedores y maniobrar con la transpaleta.

Disposición anterior (Ilustración 11):

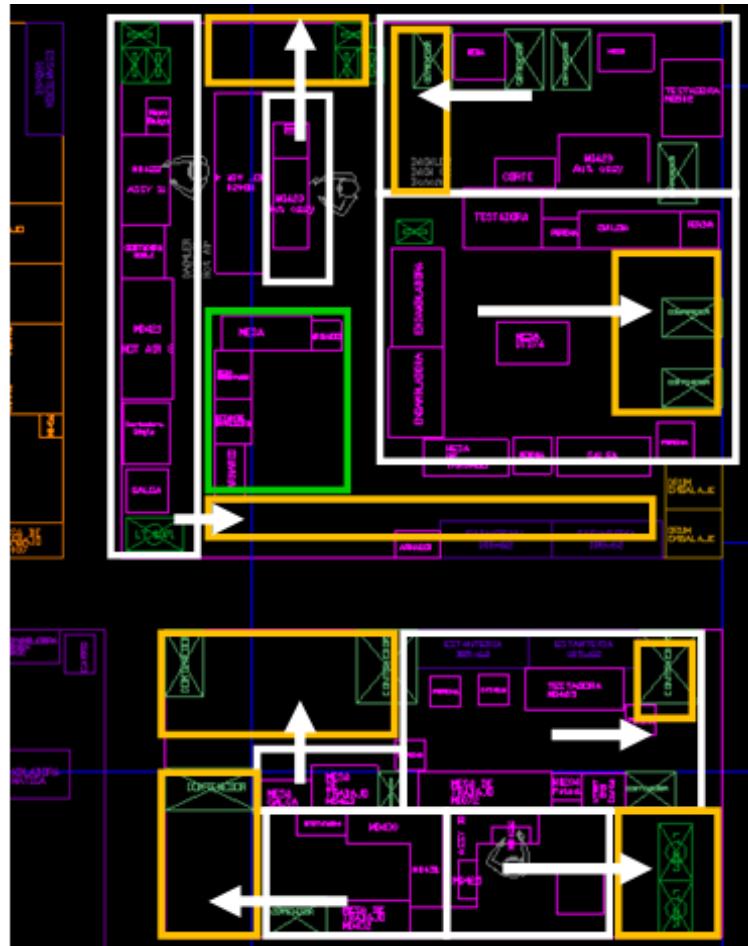


Ilustración 11. Disposición anterior Daimler

Como se aprecia en el plano, los rectángulos blancos son las distintas líneas de Daimler en la zona, el rectángulo verde es la zona de Team leader, y los recuadros amarillos son zonas donde los operarios dejaban el producto terminado.

Anteriormente ya se ha dicho que se han comprimido las líneas y se han juntado aquellas con elementos comunes, como veremos y explicaremos luego.

Con respecto a la zona de Team leader en la explicación anterior de Volvo se ha visto cómo se había pasado ahí por estar más céntrica con respecto a toda la zona de Bus&Truck.

Las zonas amarillas antes existían debido a que no había una zona habilitada para la salida de material, era un espacio de desorden y perdido puesto que cada línea contaba con el suyo propio. Las líneas blancas indican la salida de material de cada zona a su respectiva zona de salida.

Lo que se ha hecho ha sido lo explicado anteriormente: La zona de material de salida de Scania también es la zona de salida de material de Daimler, en este caso contenedores de metal, pero cada fabricante tiene su ubicación para no mezclar contenedores, aunque sean distintos, y las zonas de salida de material en contenedor de plástico se han juntado en una.

Se ve ahora como ha quedado la zona de Daimler (Ilustración 12):



Las líneas de mayor cadencia son Metal clip, H's y Hot air, las cuales utilizan contenedores metálicos, por ello se dispusieron los más cerca al pasillo central y con el flujo productivo orientado para que la salida del material estuviera lo más cerca posible de las zonas donde se deja éste.

Estas tres líneas trabajan como mínimo a dos turnos, siendo bastante frecuente que se trabaje también en ellas en el turno de noche dependiendo de la planificación de la producción que se lleve en ese momento.

El resto de las líneas de Daimler son de menor cadencia y menor complejidad, con lo que en menos tiempo se llega a la producción pedida según planificación.

Los contenedores de estas líneas son de plástico y se dejan en los recuadros naranjas que se ven en la parte derecha del plano, con lo que los carretilleros no tienen problemas en sacarlos cuando vienen por ellos.

La celda 3-4 se ha modificado, antes estaban separadas y ocupaban mucho espacio en comparación con la producción que tenían. Como tenían elementos bastante comunes entre ellas se decidió unificarlas.

De las líneas de Daimler vamos a explicar con más detalle las que han sufrido cambios significativos:

Dentro de Daimler existen las siguientes líneas de montaje, entre paréntesis el nombre común que le damos a cada una:

1. Celda 1 (Hot air)
2. Celda 2 (Banana)
3. Celda 3-4
4. Celda 5-10 (Metal clip)
5. Celda 6-7 (H's → H manual y H automática)
6. Celda 8 (Br lento)
7. Celda 9 (Br rápido)

6.3.1. Celda 1 (Hot air)

Esta línea se compone de cinco brazos conformadores de aire caliente, de ahí su nombre, posee también un horno de precalentado de tubo, una mesa de corte, una ensambladora automática y una mesa de comprobación de fugas y revisión general de la pieza.

En esta celda sólo se realiza una referencia, la A5401706032, que se conforma en los brazos de aire caliente (1) que le dan la ruta adecuada que debe llevar la pieza, pasado el tiempo del ciclo se corta (2) el exceso del tubo conformado, se ensambla (3) y se comprueba la forma (4) y funcionalidad (5) de la pieza antes de embalarla (6).



Se observa cómo era la distribución anterior de la línea y cómo ha quedado la distribución actual. Destacar que el flujo de trabajo que se llevaba en la configuración anterior, no era para nada un flujo productivo eficiente, haciendo que el operario se tuviera que desplazar mucho para realizar una pieza puesto que en esta línea se trabaja con el método *One Piece Flow*.

Aprovechando los cambios que se debían realizar en la zona se mejoró el flujo de trabajo de esta línea.

Las flechas amarillas de los planos indican el flujo de trabajo del operario.

Configuración anterior y actual (Ilustración 13):

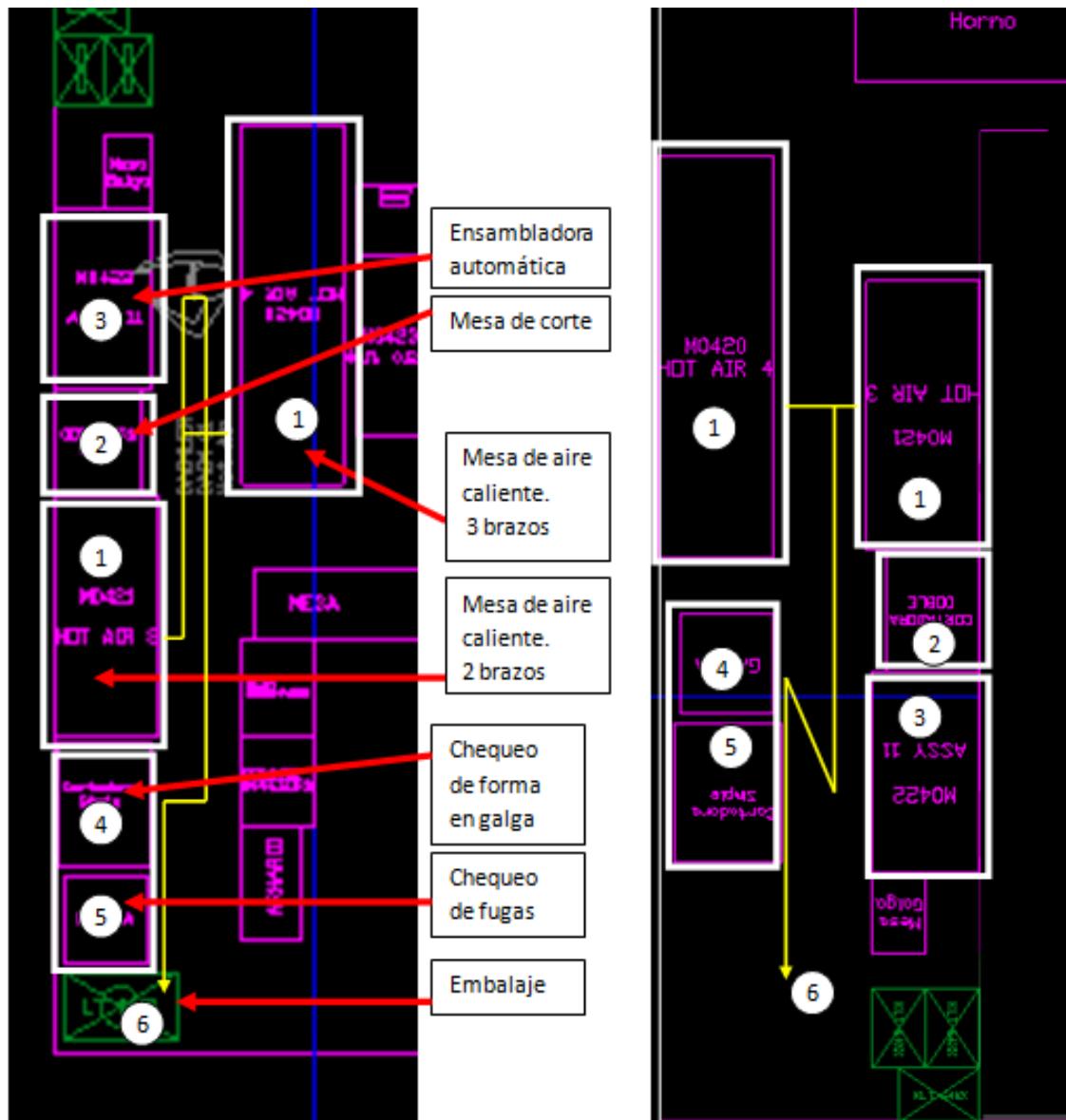


Ilustración 13. Configuración anterior y actual de Celda 1 de Daimler

Se aprecia claramente que el flujo de trabajo actual es mucho más limpio y ordenado que el anterior, simplemente con una reordenación de las máquinas.

6.3.2. Celda 2 (Banana)

En este caso no se tocó nada, se trata de una línea con un proceso muy corto y muy bien definido en el que el método de trabajo más rápido y eficiente es el *One Piece Flow* puesto que el cuello de botella del proceso es la máquina de testado lo que impide la fabricación por lotes.

Aunque pueda pensarse lo contrario, fabricar en modo *One Piece Flow* es más rápido que la fabricación por lotes, y mucho más seguro puesto que se detectan los fallos al instante, no es lo mismo tirar una pieza defectuosa que tirar 200.

Esta línea junto con Celda 1 (Hot air) son las únicas de toda la zona de Bus&Truck en las que sólo se fabrica una referencia, por tanto, los utilajes y máquinas son específicos para éstas, no pudiendo unificar ni compartir con otras líneas como se verá más adelante.

Sí que se puso un gravity para facilitar la salida del material, puesto que esta línea se encuentra un poco encerrada, de tal forma que el operario deja las cajas de producto terminado al comienzo del gravity y, mediante rodillos, la caja llega justo al lugar habilitado para su recogida.

6.3.3. Celda 8 (Br lento) y Celda 9 (Br rápido)

Se explican estas líneas puesto que en el nuevo layout se dispusieron junto con Celda 2 ya que viendo las opciones que teníamos, ésta era la que mejor cuadraba todo, y al ser tres líneas donde no se trabaja a la vez ya que no son de alta cadencia, los operarios no se molestarían los unos a los otros.

Son tres celdas que no han variado nada su modo de trabajo ni la disposición de las máquinas, aquí se aprecia como estaba antes (Ilustración 14):

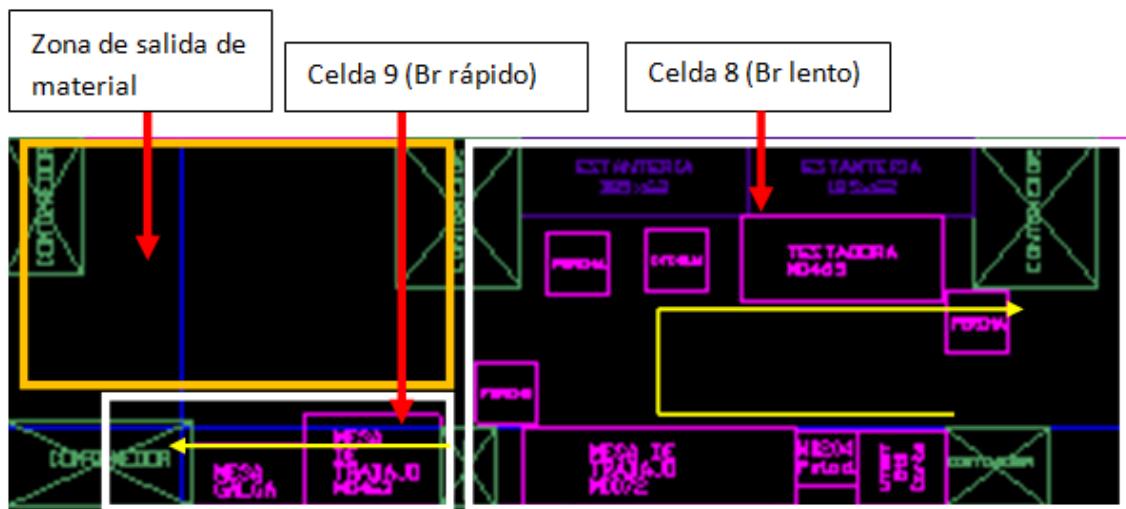


Ilustración 14. Disposición anterior Celda 8 y 9 de Daimler

Como se verá en el siguiente plano la disposición de máquinas no se ha visto afectada, los únicos cambios han sido que en la zona de salida de material se ha ubicado la Celda 2 y que todas estas han girado 90 grados. También se verá la colocación del gravity para la salida de material de Celda 2 como se dijo antes.

Configuración actual (Ilustración 15):

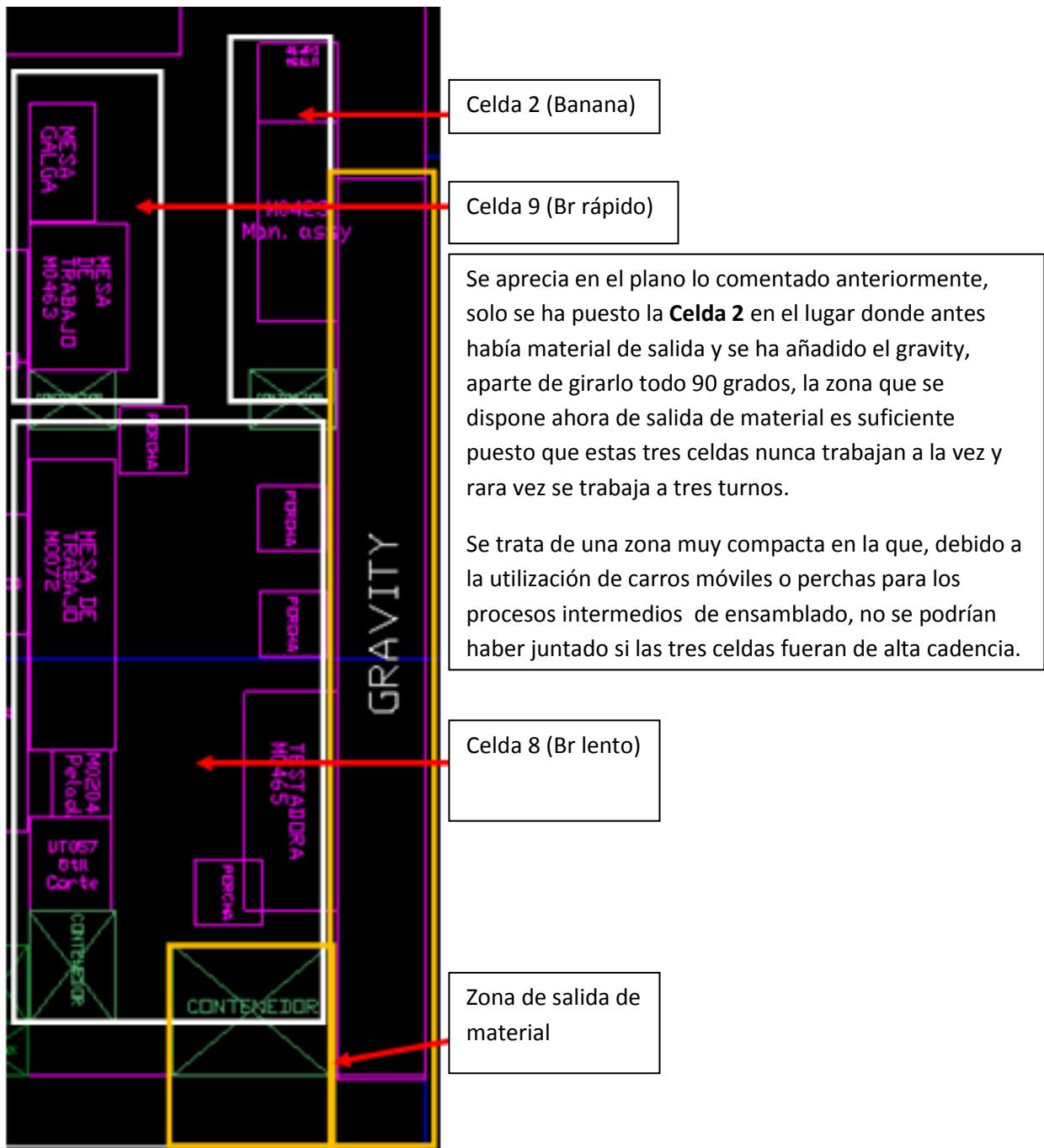


Ilustración 15. Nueva disposición Celdas 2, 8 y 9 de Daimler

6.3.4. Celda 3-4

Uno de los grandes cambios de la zona de Daimler ha sido la unificación de las Celdas 3 y 4. Entre las distintas opciones estaba la de unificarla y al final se llevó a cabo debido al ahorro de espacio y también puesto que no son dos líneas de gran cadencia.

La celda 3 se dedicaba a hacer unas piezas que, debido a la antigüedad del proyecto, ya se habían convertido en piezas de repuesto con bajísima cadencia.

En esta celda se hacen 10 referencias distintas y la media del total de piezas por cliente no supera las 100 al mes.

Celda 4 trabajaba solo con una referencia y también poca cadencia, aunque bastante mayor que la de celda 3, que es irrelevante.

En total son cinco ensambladoras automáticas, tres de celda 4 y dos de celda 3, y dos puestos de corte de tubo. De las dos mesas que había de trabajo se ha dejado una sola.

Esta celda utiliza contenedores de metal que hay que sacar al pasillo, pero debido a que tiene el proceso más lento de todo Daimler solo sacan una media de 10 PPH's (Piezas Producidas por Hora). En un contenedor de esta celda se meten 40 piezas, con lo cual solo sacan dos contenedores al turno, lo que no supone una pérdida grande de tiempo por desplazamiento para el operario.

Abajo se ve cómo era la disposición anterior (Ilustración 16) y luego se verá la disposición que se ha realizado:

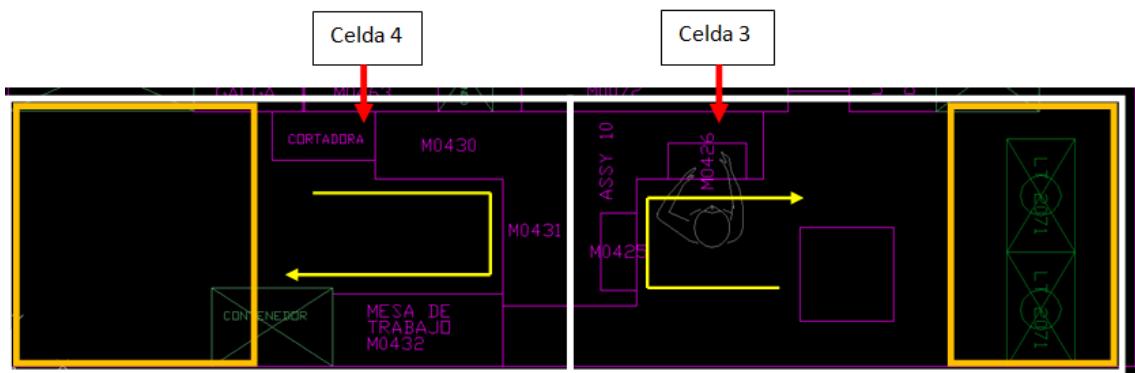


Ilustración 16. Disposición anterior Celdas 3 y 4 de Daimler

Así es como ha quedado (Ilustración 17):

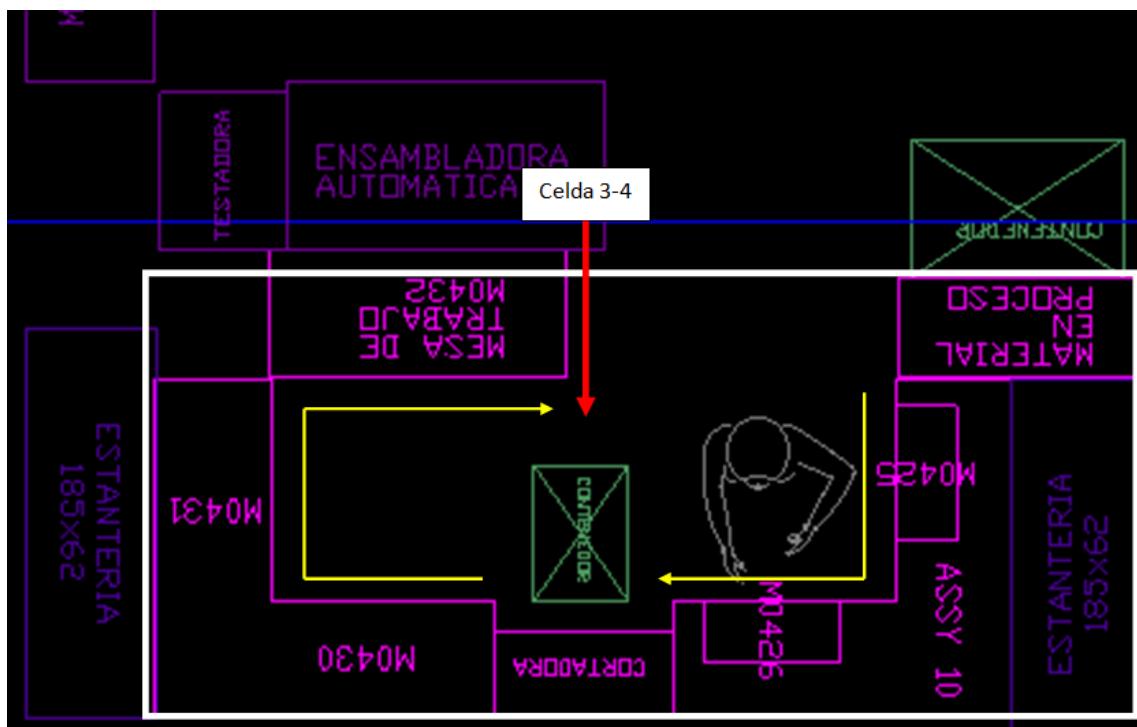


Ilustración 17. Disposición actual Celda 3-4 de Daimler

Se aprecia en el plano anterior la nueva configuración de las celdas. Éstas, que tenían forma de "L" se han dispuesto para que encajen más o menos formando un rectángulo, lógicamente sin estar cerrado.

Con el espacio que se ha ahorrado se pueden disponer dos estanterías que surten de material a todo Daimler y todo Deutz y la salida del producto terminado está fuera de la línea, que es la cuarta parte del espacio que había antes.

El ahorro de espacio en la unión de estas celdas ha sido sustancioso, puesto que primero, el espacio dejado para logística (material de salida) era enorme, y luego el espacio del que disponían las celdas también era muy amplio. Con esta unión se ha doblado el ahorro de espacio con lo que en el hueco que antes lo ocupaba la Celda 3 ahora se puede disponer de la nueva Celda 3-4.

Capítulo 7. Después del cambio

A groso modo, este proyecto se ha tenido que realizar debido a la entrada de nuevos proyectos en la zona de Bus&Truck como Daf-04, Dai-05 y Sca-03, y ante la falta de más medios logísticos y de espacio se tuvo que pensar en una solución óptima para dar cabida a estas líneas.

En lugar de una reestructuración sin más, para meter los proyectos ajustando espacio se pensó más allá, y aparte de este fin se buscó optimizar el proceso productivo mediante este cambio de layout.

Una vez realizado el cambio se pueden sacar conclusiones en cuanto a la mejora productiva y el ahorro obtenido.

7.1. Impacto productivo

En cuanto a la mejora productiva, huelga decir que disponer de casi todo el material terminado organizado por clientes en el pasillo central es una mejora considerable para el área de logística.

En cuanto a la productividad de las líneas se verá a continuación cómo estaban hace un año y cómo están ahora.

En el siguiente gráfico (Gráfico 1) se ve la productividad de la Zona de Bus&Truck a comienzos de 2012, el cambio de layout se realizó durante la semana 6.

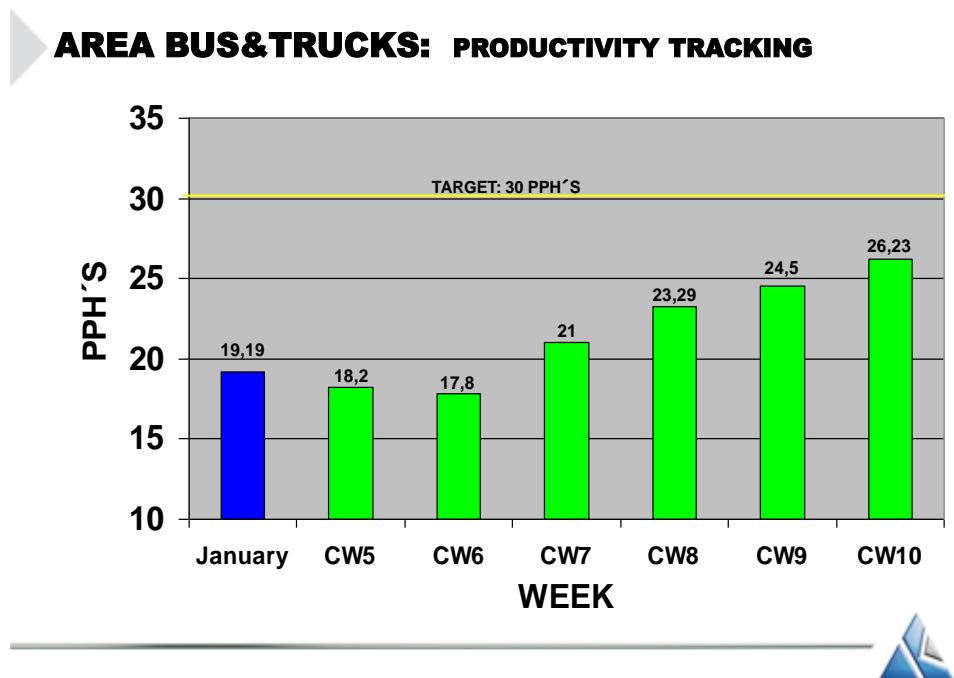


Gráfico 1. PPH's Bus&Truck. Enero y Febrero 2012

Nada más realizar el cambio se ve una bajada en la productividad, que puede ser debida a la falta de costumbre de los operarios con la nueva disposición y a las paradas obligadas para mover máquinas, pero pasadas dos semanas se empiezan a ver las mejoras, que no tienen que ver con cambios de procesos, salvo en las celdas que se han reestructurado. Al final se produce una mejora simplemente por el hecho de tener todo más organizado, controlado y a mano, es decir, se produce una mejora de la productividad por una mejora de hábitos de trabajo.

El gráfico siguiente (Gráfico 2) es la productividad en Bus&Truck en este 2013, vemos que respecto 2012 ha mejorado mucho y que está estabilizada.

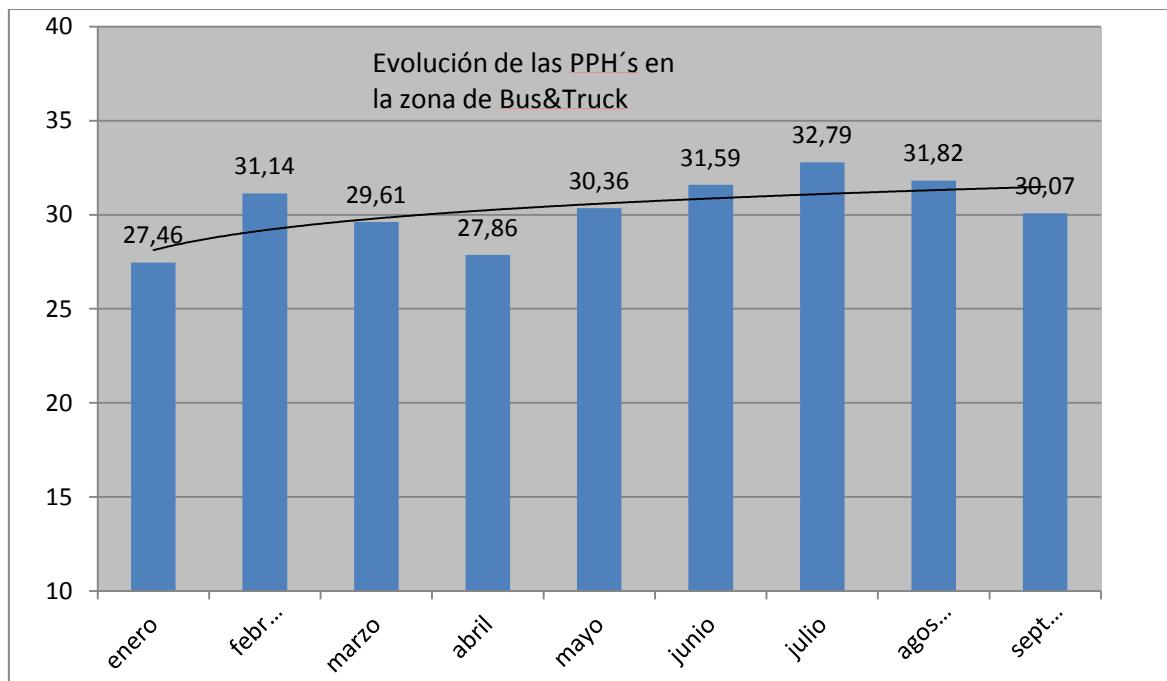


Gráfico 2. PPH's Bus&Truck 2013

Este aumento de la productividad de 20 PPH's a casi 30 PPH's se traduce en un ahorro económico bastante grande, no quiere decir que se despida a gente porque sobre, lo que ahora se llega a planificación sin problemas de contratar horas extra de mano de obra o envíos urgente a clientes por avión, que es lo que más encarece junto con las reclamaciones.

Una vez asentados en torno a 30 PPH's el siguiente objetivo es reducir las reclamaciones a no más de 3 por mes en nuestra zona.

Vemos la evolución de cada cliente en este 2013:

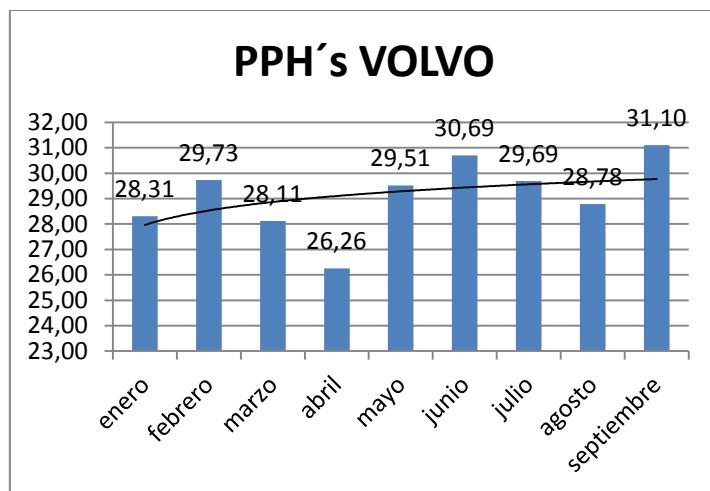


Gráfico 3. PPH's Volvo 2013

Aunque bastante irregular las PPH's de Volvo (Gráfico 3) tienen una tendencia a estabilizarse en estos últimos 6 meses entre 29 y 31 PPH's.

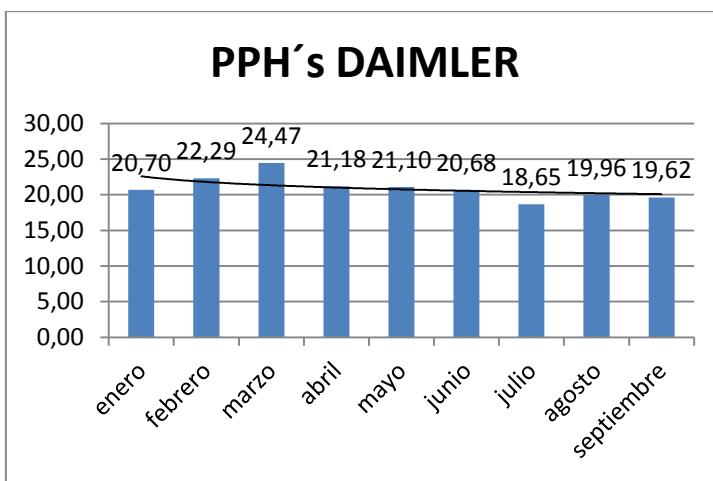


Gráfico 4. PPH's Daimler 2013

El caso de Daimler (Gráfico 4) es distinto, se ve claramente una tendencia bajista, esto es porque los procesos de fabricación de piezas en Daimler se han alargado.

Debido a unos problemas de calidad en alguna referencia, se exigió por parte de Daimler testar a fugas el 100 % de piezas de sus piezas. Esto se hacía en varias líneas pero tuvimos que transversalizar a toda la zona, lo que significa meter un proceso más en las líneas que no lo tuvieran con la consiguiente pérdida de productividad.

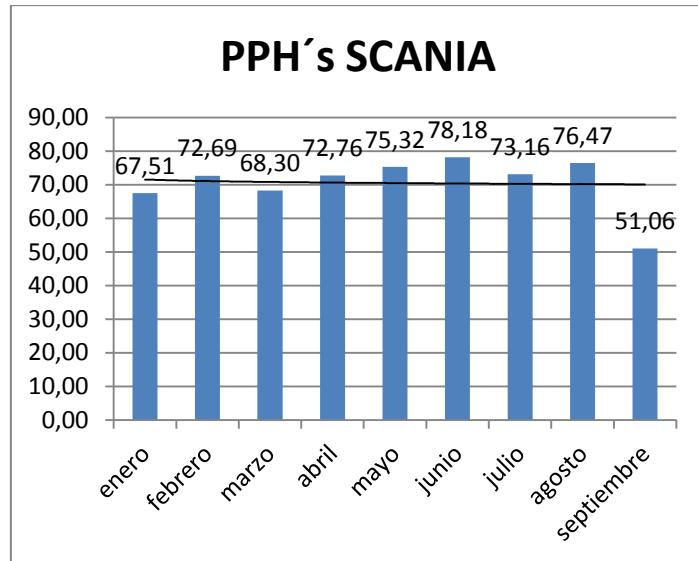


Gráfico 5. PPH's Scania 2013

La productividad de Scania (Gráfico 5) se mantiene estable aún cuando ya ha entrado el nuevo proyecto (Sca-03) con 170 nuevas referencias y se ha doblado la producción, convirtiendo a Scania en el segundo cliente por número de piezas producidas por detrás de Volvo.

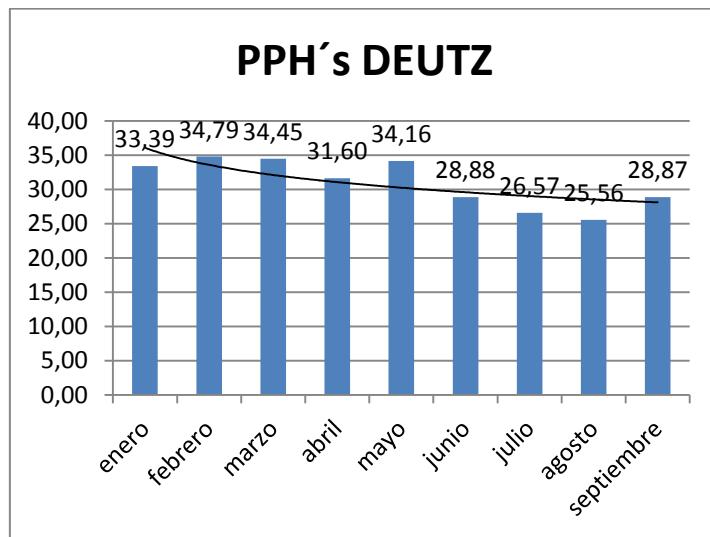


Gráfico 6. PPH's Deutz 2013

En Deutz se produce un descenso acusado de las PPH's (Gráfico 6), pero es una línea con una producción mensual de 8000 piezas y no reviste mucha importancia.

	Volvo	Daimler	Scania	Deutz	Daf	John Deere	total mes
enero	94246	34443	33520	6277	17457	2400	188343
febrero	96668	31509	39833	8115	23229	1850	201204
marzo	120444	35425	37942	7046	19972	1400	222229
abril	137351	41672	45763	10634	23448	1775	260643
mayo	139263	36768	46095	7702	23919	1700	255447
junio	136904	40457	62349	8824	30334	3480	282348
julio	85556	39814	94785	6562	24669	500	251886
agosto	92446	31624	72150	6569	18418	350	221557
septiembre	137724	36602	64414	9297	27429	250	275716

Tabla 1. Piezas producidas por fabricante 2013

En la tabla anterior (Tabla 1) muestra el número total de piezas producidas por fabricante al mes durante el año 2013.

En el siguiente gráfico (Gráfico 7) se aprecia el conjunto de piezas totales fabricados por la sección durante en 2013:

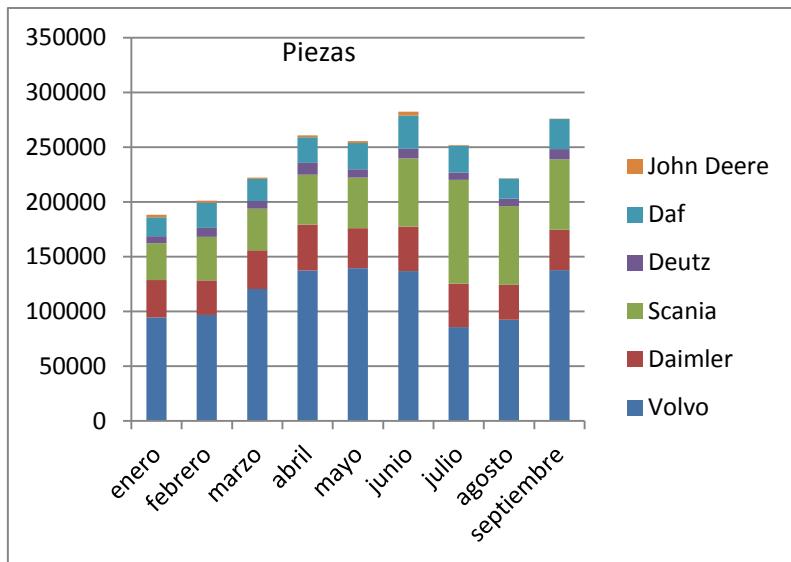


Gráfico 7. Piezas totales producidas 2013

Se aprecia en el gráfico una tendencia alcista, salvo en los meses de verano, donde se produce una bajada en la producción por las vacaciones de los operarios y por el menor número de piezas pedidas por cliente, debido también a los cierres de sus plantas por vacaciones.

Se ve que el proyecto de Daf-04, el cual está en rampa, va creciendo en número de piezas, se trata ya del cuarto fabricante por número de Piezas de Bus&Truck, pero hay que tener en cuenta que solo es una línea de producción, a diferencia de Volvo que son 5 o Daimler que son 7 líneas.

7.2. Impacto económico

El impacto económico que esta medida supone se evalúa a partir del ahorro generado debido al aumento de la productividad.

En Febrero de 2012, antes del cambio, la sección de Bus&Trucks estaba en 21 PPH's (Piezas Producidas por Hora), y a lo largo de 2013 se ha estabilizado en torno a 30 PPH's. Esto supone una mejora de más de un 40%. Pero todo este aumento no es imputable al cambio de layout ya que en paralelo, desde producción e ingeniería, se han ido haciendo mejoras en los procesos productivos y utilajes de trabajo que también han ayudado a mejorar la productividad.

También influye en este aumento de la productividad el hecho de que los nuevos proyectos que han ido entrando se han industrializado correctamente, esto ha sido posible gracias al trabajo conjunto de ingeniería y producción. Estos proyectos han ido acordes con las productividades que se estaban dando en serie, por tanto, no han supuesto mucho lastre para la sección.

Con todo esto se puede evaluar la mejora de los procesos y los nuevos proyectos bien industrializados como un 10% del aumento total de la productividad. Así queda una subida del 30% debido al cambio de layout y las mejoras que se hicieron en su día.

A lo largo de 2012 la media de piezas producidas mensualmente fue de 170.000, y en 2013 esta cantidad ha aumentado a 240.000 piezas por mes. Esto se debe a que los proyectos que entran no lo hacen nunca al 100%, sino que entran en modo rampa, es decir, en los primeros meses el cliente pide pocas piezas puesto que son para el estudio de los prototipos, luego llegan las preseries, donde hay que suministrar más piezas mes a mes hasta llegar al 100% de la producción demandada por cliente, que es cuando los motores ya entran en la fabricación en serie.

Con estos niveles de producción se puede ver de manera sencilla el ahorro que ha podido suponer en euros.

- Aumento de la productividad del 30%
- Coste del operario al año: 25.000 euros
- Horas de trabajo por operario al año: 220 días/año X 8 horas/día = 1760 horas/año

Suponiendo que no se hubiera realizado el cambio de layout, lógicamente desde producción sí que se habría trabajado en la mejora de procesos, por tanto podemos aplicar a las 21 PPH's un aumento del 10%, que dejaría estas en 23.1 PPH's.

Con esto, para la fabricación de 240.000 piezas/mes se necesitarían:

$$\frac{240.000 \text{ piezas/mes}}{23.1 \text{ PPH's}} = 10389 \text{ horas/mes}$$

Sólo con la mejora del layout:

$$\frac{240.000 \text{ piezas/mes}}{27.3 \text{ PPH's}} = 8791 \text{ horas/mes}$$

El ahorro mensual en horas de trabajo es de: 10389 horas/mes – 8791 horas/mes = 1598 horas/mes.

Si se tiene en cuenta el coste de operario sale un ahorro de 22.698 euros/mes.

Debido a un aumento en la producción de la sección, esta mejora de la productividad repercute en que la empresa ha tenido que contratar a menos gente y se han realizado menos horas extras.

Dejando a un lado el ahorro económico, Bus&Truck y el resto de business units de Kongsberg, tienen una serie de objetivos que han de cumplir para seguir siendo competitivos. Estos objetivos varían en cada una e incluyen un porcentaje de chatarra por debajo del 2% sobre ventas, es decir, de cada 100 euros vendidos en la sección no más de 2 euros se han tenido que tirar en forma de piezas defectuosas.

El objetivo de coste de personal es uno de los más importantes que tiene la empresa, ya se sabe que las empresas que requieren mucha mano de obra poco cualificada son proclives a ser llevadas a países con menor coste salarial o no poder competir con empresas de estos países.

En 2013 el objetivo de coste de personal se situó en un 7%, de la misma forma que con la chatarra, esto supone no más de 7 euros para pagar salarios de cada 100 euros que venda la sección.

Así se ve, de una forma sencilla lo que ha supuesto el cambio:

- Facturación media mensual de Bus&Truck: 1.5 millones de euros
- Ahorro mensual: 22.698 euros

$$\frac{22698 \text{ euros/mes}}{1.500.000 \text{ euros/mes}} = 0.0146 \rightarrow 1.46\% \text{ de mejora de coste de personal}$$

Esto supone, de cara al 7% de objetivo, asegurarse casi el cumplimiento de éste para el año 2013, y haber favorecido el cumplimiento en 2012, que estaba en torno a un 8%.

Conclusiones

Estando la empresa en pérdidas los dos años anteriores, aunque estuviera respaldada por una multinacional, y en los tiempos que corren, sacar el máximo partido a los recursos de los que se dispone es algo a la orden del día.

Esta medida ha supuesto un ahorro mensual de más de 20.000 euros y con un payback de menos de un mes, es decir, con una mínima inversión se ha optimizado el proceso productivo de cada fabricante reduciendo el tiempo de una operación que no aportaba valor al producto, como es la de llevar el producto terminado a una zona de salida.

También gracias a este cambio, los nuevos proyectos que han entrado lo han hecho de una manera más eficiente, y al aumentar la producción casi un 40% de un año a otro se han necesitado menos empleados temporales y menos gasto en horas extra.

Con respecto a los objetivos que se debían de cumplir, como se dijo en el capítulo 5, se ha intentado maximizar el cumplimiento de éstos, así, los más importantes se han cumplido casi al 100 %:

- Salida de material al pasillo central: Solo queda una pequeña zona que no da a este, suponiendo menos de un 10 % de volumen de fabricación.
- Se han creado zonas específicas de salida de material para cada cliente.
- No se han separado las zonas, es decir, cada cliente sigue teniendo su zona.
- Se ha reducido el espacio dedicado a logística en un 40 %.
- Se han podido incluir las dos nuevas líneas de trabajo de los proyectos entrantes de Daf y Daimler.
- Se han conseguido reestructurar líneas que debido a una disminución del volumen de fabricación lo necesitaban, así como alguna que no tenía un flujo productivo óptimo.

Kongsberg-Épila es una empresa que, como todas, necesita tener unos ingresos mínimos para no caer en pérdidas, gracias a esta medida estos ingresos mínimos hoy por hoy son menores que los que hacían falta a principios de 2012.

A noviembre de 2013 Kongsberg-Épila estaba por encima de 1.5 millones de euros de beneficio en el año, por tanto después de 3 años acabando en pérdidas cerrará el año con ganancias. No todos los beneficios son atribuibles a los cambios realizados en Bus&Truck, ya que desde todas las business unit de la empresa se ha mejorado, pero este cambio ha contribuido a ello en gran medida.

Seguimiento posterior

De cara a 2014 hay proyectos que salen y otros que están en rampa o van a entrar. La sección de Bus&Truck se van a centrar en la fabricación de piezas con componentes metálicos provenientes de Metal Bending, por tanto se está estudiando la posibilidad de duplicar las líneas de Volvo Turbo y Daf- 04 para dar cabida a este aumento de producción.

Se incorporará a principios de 2014 un robot para estas líneas de tal forma que el ensamblado y el crimpado se realicen de forma automática, para ello se tendrá que plantear otro cambio de layout que satisfaga las necesidades de estas nuevas propuestas y de cabida al robot.