



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

**ANÁLISIS Y MEJORA DE UNA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA DEL
SECTOR DE LA AUTOMOCIÓN
APLICANDO MÉTODOS DE CONTROL Y
GESTIÓN DE INVENTARIO, VALUE STREAM
MAPPING Y ESTANDARIZACIÓN DEL
PROCESO**

AUTOR: JOSE NAVARRO JAMAIN

TUTOR: RAÚL RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Curso Académico: 2017-18

RESUMEN

El presente trabajo tiene dos objetivos principales. Por un lado, el objetivo académico del trabajo ha sido poner en práctica las herramientas y métodos vistos durante el grado, en una empresa real, adaptándolas a los problemas que surgen al no estar en un entorno estacionario e ideal. Por otro lado, el trabajo también tiene como objetivo una aplicación práctica e inmediata en la empresa, buscando conseguir resultados y mejoras tangibles, pero siempre respetando las reglas corporativas de la empresa y de sus clientes. Como es necesario mantener un nivel de servicio muy alto por ser una compañía del sector de la automoción, el objetivo de la aplicación práctica se ha centrado en optimizar los costes totales de la empresa, pero a su vez eliminando el riesgo de colapso al cliente.

Para cumplir estos objetivos, en el trabajo se han desarrollado 5 puntos principales:

1. Análisis de inventario: Estudio ABC de todos los productos utilizados por la empresa durante el año 2017, y análisis de los datos obtenidos determinando niveles de stock de seguridad, punto de pedido y tamaño de lote económico (EOQ).
2. Value Stream Mapping: Una vez determinada la línea más representativa, se ha analizado y se ha determinado el proceso de trabajo. Aplicación método DMAIC para profundizar en el estudio y conocer los puntos clave donde se podrían obtener potenciales mejoras.
3. Dock to Dock: Análisis del tiempo de permanencia en la línea de los mismos, así como la cantidad de material en cada una de las etapas del proceso de producción.
4. Estandarización del proceso: Aplicación de métodos MTM para el análisis de los movimientos de los operarios en cada uno de los procesos de la línea de producción, y realización de propuestas de mejora utilizando técnicas de economía de movimientos.

Palabras Clave: VSM, Lean Manufacturing, Gestión de Stocks, MTM, Dock to Dock.

RESUM

El present treball té dos objectius principals. D'una banda, l'objectiu acadèmic del treball ha sigut posar en pràctica les eines i mètodes vistos durant el grau, en una empresa real, adaptant-les als problemes que sorgeixen al no estar en un entorn estacionari i ideal. D'altra banda, el treball també té com a objectiu una aplicació pràctica i immediata en l'empresa, buscant aconseguir resultats i millores tangibles però sempre respectant les regles corporatives de l'empresa i dels seus clients. Com és necessari mantenir un nivell de servei molt alt per ser una companyia del sector de l'automoció, l'objectiu de l'aplicació pràctica s'ha centrat a optimitzar els costos totals de l'empresa, però al seu torn eliminant el risc de col·lapse al client.

Per a complir aquests objectius, en el treball s'han desenvolupat 5 punts principals:

1. Anàlisi d'inventari: Estudi ABC de tots els productes utilitzats per l'empresa durant l'any 2017, i anàlisi de les dades obtingudes determinant nivells d'estoc de seguretat, punt de comanda i grandària de lot econòmic (EOQ)
2. Value Stream Mapping: Una vegada determinada la línia més representativa, s'ha analitzat i s'ha determinat el procés de treball. Aplicació mètode DMAIC per aprofundir en l'estudi i conèixer els punts clau on es podrien obtenir potencials millores.
3. Dock to Dock: Anàlisi del temps de permanència en la línia dels mateixos, així com la quantitat de material en cadascuna de les etapes del procés de producció.
4. Estandardització del procés: Aplicació de mètodes MTM per a l'anàlisi dels moviments dels operaris en cadascun dels processos de la línia de producció, i realització de propostes de millora utilitzant tècniques d'economia de moviments.

Paraules clau: VSM, Lean Manufacturing, Gestió d'estocs, MTM, Dock to Dock.

ABSTRACT

This paper has two main objectives. On the one hand, the academic objective of the work has been to put into practice the tools and methods seen during the degree, in a real company, adapting them to the problems that arise when not in a stationary and ideal environment. On the other hand, the work also aims at a practical and immediate application in the company, seeking to achieve tangible results and improvements but always respecting the corporate rules of the company and its customers. As it is necessary to maintain a very high level of service, as a company in the automotive sector, the objective of the practical application has been to optimize the company's total costs, but at the same time eliminating the risk of collapse to the customer.

To achieve these objectives, five main points have been developed in the work:

1. Inventory analysis: ABC study of all products used by the company in 2017, and analysis of the data obtained by determining safety stock, order point and Economic Order Quantity.
2. Value Stream Mapping: Once the most representative line has been determined, the work process has been analyzed and determined Application of the DMAIC method to deepen the study and know the key points where potential improvements could be obtained.
3. Dock to Dock: Analysis of the time spent on the line, as well as the quantity of material in each of the stages of the production process.
4. Standardization of the process: Application of MTM methods for the analysis of the movements of the operators in each of the processes of the production line, and making proposals for improvement using movement economy techniques.

Keywords: VSM, Lean Manufacturing, Stock Management, MTM, Dock to Dock.

Índice General

1.	Introducción TFG	1
1.1	Objetivos del proyecto	1
1.2	Justificación proyecto	1
2.	Descripción de la empresa	2
2.1	Introducción empresa	2
2.2	Departamentos	2
2.3	Análisis entorno	7
2.3.1	Análisis del Macroentorno	7
2.3.2	Las 5 Fuerzas de Porter	9
2.3.3	Análisis DAFO	11
2.3.4	Análisis CAME	13
3.	Análisis de inventarios	16
3.1	Situación inicial	17
3.2	Reducción 50% S.S durante el primer año de implantación del proyecto	25
3.3	Reducción del (S.S) hasta nivel establecido mediante la fórmula del EOQ	29
4.	Value Stream Mapping y MTM	35
4.1	Value Stream Mapping	35
4.1.1	Dock To Dock	41
4.1.2	OEE	43
4.2	Estandarización del proceso mediante aplicación del método MTM	44
5.	PRESUPUESTO	54
5.1	Gastos	54
5.2	Ahorros	55
5.3	Retorno anual de la inversión	56
6.	CONCLUSIONES FINALES	57
7.	REFERENCIAS	59
8.	Anexo 1: Tabla análisis ABC	60

Índice Tablas

Tabla 1.....	13
Tabla 2.....	20
Tabla 3.....	21
Tabla 4.....	22
Tabla 5.....	23
Tabla 6.....	24
Tabla 7.....	27
Tabla 8.....	28
Tabla 9.....	28
Tabla 10.....	29
Tabla 11.....	30
Tabla 12.....	31
Tabla 13.....	32
Tabla 14.....	32
Tabla 15.....	33
Tabla 16.....	41
Tabla 17.....	42
Tabla 18.....	44
Tabla 19.....	48
Tabla 20.....	50
Tabla 21.....	51
Tabla 22.....	52
Tabla 23.....	54
Tabla 24.....	56

Índice Figuras

Figura 1.....	17
Figura 2.....	36
Figura 3.....	37
Figura 4.....	46
Figura 5.....	47
Figura 6.....	49

Índice Ecuaciones

Ecuación 1.....	43
Ecuación 2.....	43
Ecuación 3.....	43
Ecuación 4.....	43

1. Introducción TFG

1.1 Objetivos del proyecto

Este trabajo tiene dos objetivos principales. En primer lugar, tiene el objetivo académico de aplicar las herramientas vistas en las asignaturas cursadas durante el grado para identificar un problema o deficiencia en una empresa real, y alcanzar una propuesta de mejora para dicha deficiencia de la manera más eficiente posible. En segundo lugar, el segundo objetivo del trabajo es lograr que dicha mejora sea aplicable en la empresa, y para ello las propuestas de mejora no podrán ser solo desarrollos teóricos, si no que tendrán que ser análisis más exhaustivos en colaboración con los distintos departamentos de la empresa implicados en los procesos afectados por las deficiencias que van a ser analizadas.

Para cumplir con estos objetivos se han aplicado herramientas de Lean Manufacturing a través del análisis de inventario del almacén general de materia prima, y del Value Stream Mapping referido a la línea productiva más representativa.

1.2 Justificación proyecto

Al inicio del proyecto, la empresa en la cual se realizó este proyecto, quería mejorar gestión de stocks en sus almacenes, ya que habían observado que algunas de las referencias del almacén tenían excesos de stock. Esta ha sido la base del proyecto, en la que a través del análisis de inventarios, se detallarán los materiales y componentes más importantes para la empresa, conociendo por tanto cuál es el producto y la línea de fabricación más relevantes.

Se ha realizado un análisis ABC para comprobar si los datos que manejaba la empresa concuerdan con los datos reales obtenidos en el análisis de los inventarios. Esto ha permitido realizar un análisis de inventarios más avanzado del que disponían en la empresa hasta el momento, pudiendo reducir el nivel de stock de aquellos productos con exceso, e instaurando además un stock nivel de alarma para mejorar la gestión de dicho almacén.

Posteriormente se ha realizado un Value Stream Mapping de la línea más representativa en función a los datos obtenidos por el análisis de inventarios, que ha servido para conocer con precisión todo lo que ocurre en durante la producción del producto más fabricado, pudiendo así lograr mejoras sustanciales, así como para corregir algunas deficiencias del proceso productivo.

2. Descripción de la empresa

2.1 Introducción empresa

Este trabajo se ha realizado en una empresa (en adelante EMPRESA) proveedora de componentes para el sector del automóvil. La EMPRESA se dedica al diseño y a la fabricación de partes del interior del automóvil. Es una multinacional con presencia en 25 países por medio de sus más de 150 plantas productivas y centros de ensamblaje con funcionamiento Just in Time.

En concreto, la planta sobre la que se ha realizado este estudio está ubicada en Valencia en el polígono de Almussafes. Concretamente en esta planta se realiza la producción de los techos que posteriormente se envían a los clientes para su montaje en el vehículo.

La planta de Almussafes está dividida en dos edificios, por requerimientos de espacio. Cada una de las plantas tiene unas funciones totalmente diferentes, ya que una de ellas se encarga de la fabricación de las espumas que componen los techos, así como del montaje y el corte de los mismos. Por otro lado, la segunda planta está conectada directamente con la línea de producción de su principal cliente y funciona como un centro de montaje “just in time”. Esto implica que en esta planta reciben los techos producidos en la otra planta y se encargan, según los requerimientos en tiempo real del cliente, de realizar el ensamblaje de los componentes colocados en último lugar, como agarramanos o consolas, así como de preparar los techos para facilitar el montaje final en el automóvil.

En la realización de este trabajo, se ha estudiado la planta de producción de los techos, ya que es la planta principal de la EMPRESA en Valencia. Es donde se diseñan y se producen los techos, donde se recibe y se gestiona toda la materia prima y componentes utilizados por ambas plantas, y es donde está ubicado el centro logístico, así como todos los departamentos relacionados con la producción. Por otro lado, esta planta está menos modernizada que el centro de ensamblaje, ya que como este último tiene que funcionar con el sistema just in time por requerimientos del cliente, todos sus procesos (que además son más sencillos) están mucho más estandarizados. Por estos motivos, se seleccionó la planta de producción para la realización de este trabajo.

2.2 Departamentos

En esta planta actúan cinco departamentos diferentes: logística, producción y mantenimiento, ingeniería, recursos humanos, finanzas, y calidad. Controlan y gestionan todos los recursos necesarios en la producción, tanto los de esta planta como los del centro de montaje.

El **departamento de producción** es el encargado de vigilar que todos los procesos y métodos productivos funcionen conforme a los estándares marcados por la EMPRESA. También tienen la función de intentar mejorar los procesos constantemente, para lograr el objetivo de la mejora continua. El departamento debe escuchar a los operarios de las diferentes líneas para poder

lograr este objetivo. Además, son los responsables del mantenimiento de las máquinas de toda la planta, de modo que tienen que intentar que estén disponibles y operativas el mayor tiempo posible, y en caso de que no lo estén, tienen que analizar los motivos para que los fallos no vuelvan a repetirse.

Por otro lado, el **departamento de logística** es responsable de toda la gestión de los materiales, tanto de las recepciones como de las expediciones. Es uno de los departamentos más importantes en esta empresa, debido a que, al ser una empresa multinacional, tienen proveedores y clientes de todo el mundo, algunos de ellos proveedores de todo el grupo industrial, y ello conlleva una gran dificultad de control y gestión. Sus funciones principales son:

- **Gestión de almacén de materia prima:** deben controlar los niveles de stock del almacén de materia prima, así como coordinar las llegadas de los camiones con el material necesario. Es necesario evitar llegadas simultáneas de varios camiones debido a las limitaciones tanto de personal como de espacio en el muelle de descarga. En cuanto al control de los niveles de stock, el departamento debe lidiar con las restricciones contractuales con sus proveedores impuestas por los contratos firmados por el departamento de compras, el cual no siempre tiene en cuenta las necesidades y las limitaciones logísticas.
- **Gestión de pedidos a proveedores:** es necesario que establezca unos puntos de pedido, conociendo los tiempos de suministro de los proveedores, para poder establecer una correcta gestión del stock. Además, este departamento se encarga de asegurarse de que los proveedores cumplen los plazos, así como las especificaciones logísticas de las entregas.

No obstante, al inicio del proyecto, el departamento de logística no contaba con unos puntos de pedido definidos para todos los materiales y componentes que gestiona la planta. En su lugar, los empleados tenían que vigilar constantemente que los niveles de stock eran correctos, y mediante su experiencia en el sector y por su conocimiento sobre los proveedores, conseguían un control de inventario funcional.

Todo ello, pese a ser una debilidad, estaba justificado debido a la dificultad de planificar los pedidos. Su principal cliente, el cual impone fuertes sanciones a sus proveedores si se producen roturas de stock, puede modificar los pedidos planificados con una sola semana de antelación. Por el contrario, la empresa debe cerrar muchos de los pedidos a sus proveedores con varias semanas de antelación, hasta 2 meses en algunos casos. Esto provoca exceso de stock y sobrecostos.

Uno de los objetivos de este trabajo ha sido solucionar esta debilidad.

- **Gestión de expediciones a clientes:** el departamento de logística es el encargado de llevar una previsión de la producción en curso de la planta, para poder gestionar los envíos a los clientes. Estos envíos deben cumplir los plazos establecidos por los contratos de ventas cerrados. También producen componentes para otras plantas del grupo, para lo cual también deben controlar este tipo de pedidos.
- **Control de la producción en función de los requerimientos:** esta es una de sus funciones más importantes. El departamento debe gestionar los pedidos recibidos por parte de sus

clientes, es decir, deben decidir el orden de fabricación de cada uno de los pedidos, para gestionar la entrada de material y la salida de los techos hacia los clientes. Es por ello que este departamento debe coordinarse con prácticamente todos los demás departamentos, siendo básico en el funcionamiento interno de la empresa.

El **departamento de ingeniería** es el departamento clave a la hora de desarrollar nuevos proyectos. En el caso de esta empresa, este departamento es el encargado de producir y mantener la ventaja competitiva de la empresa por medio tanto de innovaciones tecnológicas en los productos fabricados por la empresa como de innovaciones y mejoras en los procesos productivos.

Este departamento tiene que trabajar de manera coordinada con el departamento de producción, ya que su principal función es analizar los resultados y los índices productivos intentar maximizarlos generando dicha ventaja competitiva. Esto es un pilar básico de la mejora continua, y con estas mejoras es posible mejorar la eficiencia productiva o los costes.

Por otra parte, la otra función principal del departamento es lograr mejoras de costes y de calidad en los productos producidos en la empresa. Estas mejoras pueden ser de dos tipos.

En primer lugar, la más común es la prueba continua de materiales nuevos o de diferentes proveedores, en busca de optimizaciones en el uso de estos materiales aplicados en proyectos ya establecidos en la empresa, ya sea reduciendo la cantidad necesaria o bien utilizando materiales de proveedores con costes inferiores. Esto conlleva una reducción en el coste de fabricación que mejora los beneficios de la empresa.

En segundo lugar, el departamento se encarga del desarrollo de los nuevos proyectos asignados a la empresa. Esto es, cuando un cliente contacta con la EMPRESA para la creación de un nuevo producto o proyecto, es el departamento de ingeniería el encargado de proponer las soluciones necesarias para alcanzar los requerimientos de calidad y producción de los clientes. Todo ello teniendo en cuenta siempre las limitaciones impuestas por la capacidad productiva y los recursos de la planta.

Otro de los departamentos de la EMPRESA es el **departamento de recursos humanos**. Este departamento es clave a la hora de seleccionar y mantener el talento dentro de una empresa. No obstante, la principal responsabilidad de este departamento es surtir al resto de los departamentos con los requerimientos de personal de cada uno de ellos. Esto puede hacerse con la incorporación de nuevos empleados a los diferentes departamentos, o bien mediante una correcta distribución y gestión de los recursos humanos ya disponibles dentro de la empresa. Esta última es la más común, y es fundamental a la hora de nivelar los turnos y la plantilla laboran en función de las cargas de trabajo.

También tienen la responsabilidad de mantener las mejores condiciones laborales posibles para todos los empleados, y asegurarse de que estas condiciones se cumplen.

Por último, el departamento se encarga además de realizar cursos formativos para los empleados.

El **departamento de finanzas** es un departamento muy importante en una empresa como esta. Realiza diversas funciones críticas para el correcto funcionamiento de la EMPRESA.

Por un lado, este departamento se encarga de todo lo relacionado con la compra de materia prima y componentes necesarios para la producción. Al ser una empresa que compra una gran cantidad de materia prima, es necesario que el departamento trabaje buscando conseguir las mayores ventajas para la compañía. No obstante, en este punto hay dos posibilidades.

La primera de ellas son los contratos con proveedores firmados por el grupo en su totalidad. Estos contratos surgen a raíz de que los clientes finales de la empresa, grandes firmas del sector del automóvil, tienen sus propios requerimientos de calidad y realizan procesos para homologar a los nuevos proveedores. Es decir, cada vez que la empresa comienza a realizar un nuevo proyecto para alguno de sus clientes, debe enviar muestras de prototipos antes del comienzo de la fabricación en serie para que los clientes lo validen. Todos los materiales incluidos en estos prototipos deben pasar una serie de controles de calidad, como por ejemplo pruebas de exposición a deterioro, pruebas de resistencia o incluso pruebas de olor. Para poder gestionar todo esto, los clientes realizan unas listas de proveedores homologados para cada uno de los proyectos que se producen. Por este motivo, la gran parte de las empresas que suministran materia prima a la compañía son comunes para toda ella, ya que han tenido que ser homologadas previamente por los clientes finales.

Para aquellos componentes que no afectan directamente a la calidad percibida por el cliente final o que no afectan al diseño del techo ya pactado con el fabricante de automóviles, la EMPRESA tiene cierto margen para seleccionar proveedores propios en cada planta si así lo creen conveniente. Esto puede resultar interesante en el caso de que una planta disponga de proveedores locales, con precios un poco más elevados, pero con mejor calidad en los envíos. También, en función de las características de cada una de las plantas, es posible subcontratar ciertos procesos que en plantas más modernas se planificaron en su diseño original, introduciendo la maquinaria necesaria para realizarlos, pero que para introducirlos en plantas más antiguas sería necesario una gran reforma en la planta. Por ejemplo, en la planta estudiada en Almussafes, se subcontratan tareas que en las fábricas más modernas de la EMPRESA se realizan en la misma planta.

Así pues, la empresa tiene un margen de actuación limitado en algunos aspectos, ya que como se ha explicado anteriormente, los clientes finales son los que homologan a los proveedores de la compañía. No obstante, el hecho de tener proveedores comunes para todas las plantas de la EMPRESA, propicia el hecho de utilizar economías de escala y ayuda a negociar desde una mejor posición con los proveedores ya que pueden lograr importantes descuentos al comprar grandes volúmenes.

Este hecho es algo habitual en los proveedores directos en el sector del automóvil y hace que este departamento no sea capaz de crear una ventaja competitiva consistente a lo largo del tiempo.

La segunda responsabilidad del departamento de administración es la de gestionar todo lo relacionado con las finanzas de la empresa. Deben aprobar los presupuestos de todos los departamentos, atendiendo a las necesidades de cada uno de ellos, y asegurarse de que no se salen de los mismos. Por otro lado, también deben encargarse de llevar la contabilidad de la planta, tanto para cumplir los requerimientos legales como para realizar los controles de gastos y análisis financieros internos de la compañía.

Por último, el departamento se ocupa también de los cobros y de los pagos de los proveedores y de los clientes de la empresa. Además, son los responsables de tramitar todos los documentos necesarios en caso de que se realice alguna auditoría, ya sea interna o externa.

El último de los departamentos que existen en la empresa es el **departamento de calidad**. Este departamento es clave para el correcto funcionamiento de esta planta. Como la empresa es proveedora de importantes fabricantes de automóviles, deben cumplir los rigurosos controles de calidad exigidos por estas firmas. Los fabricantes firman contratos con cláusulas que incluyen la devolución no solo del lote afectado con un problema de calidad, sino la devolución de varios lotes adyacentes al lote afectado.

Además, uno de los objetivos a largo plazo de la empresa es producir sin errores, es decir, evitar los retrabajos. Estos retrabajos consisten en trabajar manualmente con cada techo afectado, intentando solucionar la deficiencia o tara del mismo. Esto no siempre es posible, ya que depende del defecto que tenga la pieza y del momento en que se haya producido o detectado. Normalmente, se pueden distinguir tres escenarios posibles en lo referente a los problemas de calidad.

- **Defecto detectado durante el proceso de fabricación:** si se ha producido un defecto en el techo derivado de algún problema durante la producción, el techo será descartado y se cataloga como “Scrap”. Estos techos descartados, son triturados para reducir el volumen de los desechos, ahorrando costes en los procesos de reciclaje posteriores.
- **Defecto detectado al final del proceso de fabricación:** al final de cada una de las líneas, el último operario, encargado de la colocación de los techos ya acabados en las unidades de embalaje (racks), tiene la responsabilidad de realizar un control de calidad visual a todos los techos fabricados. Si detecta alguna tara en el producto se aparta ese techo para su posterior análisis. Dependiendo de la gravedad del defecto, en este caso es posible realizar un retrabajo para arreglar el defecto. Si no es posible arreglar el desperfecto, el techo se cataloga como scrap y se procede a su reciclaje.
- **Defecto No detectado y vendido al cliente:** si el techo pasa todos los controles de calidad, llega al cliente y este lo detecta, el problema es mucho mayor. En primer lugar, por la sanción económica derivada del contrato firmado con el cliente. Además de esta multa, el cliente le exige a la empresa realizar una investigación para detectar donde se ha producido el error, y plantear las acciones necesarias para este no se repita.

Para cualquiera de estos posibles casos, todos los días se realiza una reunión a pie de planta, donde los responsables de los departamentos de ingeniería, producción, y calidad, es decir, los departamentos responsables de la calidad del producto final, analizan todos los techos catalogados como scrap o rechazo. Esta reunión, llamada “mesa roja”, es básica a la hora de proponer mejoras para evitar futuros errores y desperdicios, ya que pone a todos los departamentos responsables a trabajar de manera conjunta y manteniendo una comunicación constante. Esto hace que las mejoras implementadas para lograr este objetivo funcionen con una

efectividad mucho mayor que si fueran introducidas por cada uno de estos departamentos de manera individual en sus respectivas áreas de trabajo.

Por este motivo es muy importante que el departamento de calidad trabaje buscando la mejora continua de todos los procesos que afectan a la calidad final del producto.

2.3 Análisis entorno

Como el objetivo de este documento es analizar y comprender como funciona una empresa proveedora del sector de la automoción, especialmente desde el punto de vista de los departamentos de logística y producción, es importante conocer las particularidades del sector antes de comenzar a profundizar en el estudio de la empresa. Este sector está muy dirigido en función de las necesidades del cliente final. Esto quiere decir, que los proveedores de las marcas automovilísticas están muy limitados a la hora de realizar la selección de sus proveedores o incluso de realizar mejoras sobre el producto. Todos estos cambios deben estar homologados por el cliente final, el cual suele ser reticente a realizar modificaciones en productos que funcionen correctamente según sus especificaciones.

Para ello se realizará un análisis del entorno de la empresa que incluirá: análisis del macroentorno, 5 fuerzas de Porter, Mapa de grupos estratégicos, análisis DAFO, análisis CAME, y un mapa estratégico.

2.3.1 Análisis del Macroentorno

- **Político-legal:** Al ser una empresa multinacional con sedes en diversos continentes, se enfrenta a problemas de gran complejidad, ya que está expuesta a cambios políticos y legales en muchos países diferentes. A pesar de estas dificultades, el hecho de tener plantas repartidas por todo el mundo puede ayudar a la empresa a sortear las diferentes trabas legales que pongan algunos países en ciertos momentos, sobre todo en contextos políticos proteccionistas, que exijan mantener la fabricación en el país. Por ejemplo, el hecho de tener una planta de fabricación en Estados Unidos hace que la empresa no se vea muy afectada por los fuertes aranceles propuestos actualmente por dicho país.
 - No obstante, el tener tantas plantas repartidas por diferentes países puede generar grandes complicaciones, sobre todo en momentos de incertidumbre política.
 - De hecho, situaciones como la que está ocurriendo actualmente con el Brexit en el Reino Unido, afecta directamente a todo el sector del automóvil ya que históricamente, además de los fabricantes propios del país, muchos fabricantes de fuera de la Unión Europea han establecido allí sus fábricas para sus divisiones europeas.

- **Económica:** La dependencia de la empresa con sus clientes principales hace que su estabilidad económica dependa principalmente de la estabilidad de los mismos. Las plantas del grupo están repartidas de manera que puedan satisfacer la demanda de sus

principales clientes, de modo que estas están dispuestas en la misma zona que las plantas de montaje de los clientes. Esto implica que fluctuaciones en los valores de las diferentes divisas, pueden afectar a los beneficios globales de la empresa. Como en el punto anterior, situaciones como el Brexit son claramente desestabilizadoras para el sector del automóvil, ya que los hasta que los fabricantes no se posicionen al respecto, las empresas proveedoras, con una menor capacidad económica, están a la espera de su decisión. Consecuentemente, estas empresas no pueden invertir en las fábricas hasta solventar esa incertidumbre sobre su futuro, generando complicaciones para la compañía.

- **Demográfica:** Los fabricantes de automóviles han visto que no es posible diseñar un solo modelo para suministrarlo de manera global. Cada vehículo debe adaptarse a los gustos y preferencias de los clientes de cada lugar del mundo. Los clientes europeos no tienen los mismos gustos que los clientes americanos, por eso es necesario crear divisiones que fabriquen en los mercados más grandes, y ajusten los diseños a los requerimientos de los consumidores. Esto hace que los modelos varíen de un continente a otro, llegando hasta a tener que crear nuevos modelos para satisfacer a estos mercados.

No obstante, los mercados emergentes son una gran oportunidad de negocio para la empresa. La mayoría de los fabricantes están apostando por producir en estos países, creando divisiones específicas para estos países. Además de generar grandes beneficios por las grandes ventas que se están realizando en esos países, es muy interesante para las empresas del sector. Los fabricantes de automóviles suelen aprovechar estos mercados emergentes para fabricar y vender allí vehículos descatalogados en otras zonas geográficas. Esto es posible debido a que, según los estudios realizados por los fabricantes, los requerimientos de los consumidores de esos países son un poco inferiores respecto a los requerimientos de los consumidores de otros continentes. Todo esto favorece mucho a la empresa, ya que pueden abrir plantas en esos países, reutilizando tecnología de otras plantas, reduciendo los costes de manera significativa.

- **Tecnológica:** Debido a que todas las mejoras en el proceso de fabricación, ya sea de mejora en los materiales como de mejoras tecnológicas en el proceso, deben ser aprobadas y homologadas por sus clientes finales, la capacidad de innovación tecnológica de la compañía es limitada.

Normalmente las innovaciones tecnológicas llegan cuando alguno de sus clientes inicia un nuevo proyecto y solicitan prototipos con posibles soluciones que cumplan los requerimientos iniciales planteados. Estas innovaciones suelen estar relacionadas con mejoras en el aislamiento acústico de los techos, mejoras en los materiales para dificultar la aparición de manchas u olores, y también enfocadas a la utilización de una menor cantidad de material o el uso de materiales ecológicos.

- **Socio-cultural:** Respecto al entorno socio-cultural, al ser una empresa suministradora de productos relacionados con el mundo de la automoción, lógicamente se ven afectados por los cambios en los gustos y requerimientos de los consumidores. En los últimos años los gustos de los clientes europeos y americanos ha cambiado mucho. Han dejado de lado las tradicionales berlinas y los turismos en favor de un nuevo tipo de vehículo, los SUV (Sport Utility Vehicle). Esto ha propiciado que los fabricantes de automóviles hayan

tenido que crear nuevos modelos, y en consecuencia la empresa ha tenido que desarrollar nuevos productos para satisfacer los requerimientos actuales de sus clientes. Estos vehículos han servido para relanzar un mercado que tras la crisis económica parecía reacio a los cambios. A pesar de que actualmente aún no se ha llegado al nivel de ventas de la época anterior a dicha recesión, la aparición de este nuevo tipo de vehículo, más grande y voluminoso, ha hecho que la empresa pueda acercarse a los beneficios obtenidos en época anterior. Esto se debe a que, al ser vehículos más grandes, los techos producidos son de mayor tamaño y su precio de venta es mayor, mejorando el beneficio obtenido por techo vendido.

Otro cambio en la sociedad que ha tenido repercusiones en la empresa es la mayor concienciación medioambiental de la población, sobre todo en los países más desarrollados. Este cambio, junto al hecho de que los ayuntamientos de las grandes ciudades están cerrando el acceso al centro a los vehículos más contaminantes, ha propiciado que muchos consumidores quieran cambiar sus vehículos por otros menos contaminantes, lo que ha generado nuevas ventas. Es por esto que las variaciones socio-culturales pueden afectar de manera determinante al desarrollo empresarial de la compañía.

- **Medioambiental:** al ser una empresa que no genera residuos peligrosos, la gestión de los mismos está bastante simplificada. A pesar de que los residuos generados por producto fabricado no son muy grandes, teniendo en cuenta el volumen de producción, las cantidades de residuos finales sí que son significativas. Es por ello que la compañía ha decidido que cada una de las plantas contrate a un gestor de residuos local, para que encargue de la gestión de los mismos, y así evitar problemas y errores en su manipulación.

Respecto al uso de energías renovables, el departamento de medioambiente de la compañía está estudiando el uso placas fotovoltaicas en el dejado de todas las plantas para la obtención de energía para todos los usos no industriales dados en la planta. Es un punto de mejora, ya que sobre todo en sus plantas del sur de Europa, África, y Sudamérica, estas placas podrían ser muy rentables para la empresa.

El consumo de energía está bastante regulado, ya que el departamento de medioambiente de cada una de las plantas debe encargarse del correcto uso energético que se hace en la misma. En todas las plantas tienen instalados todo tipo de dispositivos de ahorro energético en las zonas no industriales para minimizar el consumo eléctrico.

2.3.2 Las 5 Fuerzas de Porter

Este análisis ideado por Michael Porter en 1979 tiene como función principal analizar el grado de competencia de una industria, para poder elaborar una estrategia de negocio. Este modelo determina el nivel de competencia de un sector evaluando la fuerza de cada una de las cinco fuerzas competitivas que Porter define. Para realizar este análisis es necesario determinar previamente cuales son los factores que hacen que cada fuerza sea relevante y además decidir la importancia del efecto combinado de las cinco fuerzas competitivas

- **Productos sustitutivos:** Estos productos importan únicamente cuando los clientes se sienten atraídos por los productos que ofrecen otras empresas. Para la EMPRESA, la amenaza de productos sustitutivos no es muy grande ya que la empresa se dedica principalmente a la producción de techos para automóviles. Estos techos, a pesar de las innovaciones tecnológicas, no pueden ser sustituidos fácilmente. Los procesos de fabricación actual de los automóviles hacen que estos productos sean necesarios, ya que a pesar de que a los fabricantes les supone un sobrecoste, actualmente no es posible diseñar un techo que sin los aislantes y telas que tienen los techos actuales, proporcione un nivel de confort acústico tan bueno.
- **Proveedores:** como se ha explicado anteriormente, la empresa tiene dos tipos de proveedores: los proveedores que son supervisados por los clientes y los proveedores no supervisados. La mayoría de los proveedores de los que dispone la empresa son proveedores que deben ser aprobados por los clientes finales. Es decir, si un fabricante no aprueba el producto ofrecido por un proveedor a la empresa, este producto no puede ser utilizado en la elaboración de los techos que la empresa vende al fabricante. Es posible realizar un cambio de proveedor, pero es realmente difícil que el cliente lo acepte, ya que, si un producto funciona bien, los fabricantes son bastante reacios a modificarlo.
Por tanto, los proveedores que deben ser aprobados por el fabricante, tienen un poder de negociación medio, ya que a pesar de que estos contratos garantizan un alto volumen de trabajo a largo plazo, deben de cumplir muchos requerimientos técnicos, y ello conlleva un sobrecoste. Además, estos proveedores fabrican productos bastante específicos en grandes cantidades, por lo que al no tener grandes competidores tienen cierto poder de negociación. No obstante, la negociación final en muchos casos se realiza directamente con los fabricantes, por lo que su poder de negociación no es tan elevado como cabría esperar.
Por otro lado, los proveedores que no requieren aprobación del cliente final, tienen un poder de negociación mucho menor, ya que firmar un contrato con la empresa significa un contrato a largo plazo con un alto volumen de ventas, por lo que tienen bastante competencia.
- **Rivalidad entre competidores:** es la más poderosa de las fuerzas. En este caso, la EMPRESA tiene únicamente dos grandes rivales a nivel mundial, uno en Estados Unidos y otro en Italia. Al no existir muchas empresas capaces de ofrecer estos productos por los grandes requerimientos necesarios, a pesar de que la competencia es fuerte, las tres empresas tienen repartidos a los fabricantes de automoción de una manera bastante equitativa, basándose sobre todo en las localizaciones geográficas de sus distintas plantas productivas.
- **Clientes:** los fabricantes tienen un fuerte poder de negociación, ya que prácticamente pueden controlar los precios de todos sus proveedores, incluyendo los proveedores de la empresa como se ha explicado anteriormente. Lógicamente, los fabricantes tienen que conseguir que todos sus proveedores tengan un margen de beneficio suficiente como para poder ofrecer productos de calidad. Es por ello que revisan constantemente los

procesos de fabricación de los mismos, para intentar mejorarlos y reducir los costes de fabricación, aumentando los beneficios de sus proveedores sin aumentar el precio de venta de sus productos.

Por otro lado, a pesar de que intentan mantener un equilibrio para que sus proveedores tengan suficientes beneficios, son muy exigentes con sus condiciones de trabajo, ya que no pueden tener retrasos ni problemas continuados de calidad, lo que hace que las empresas proveedoras deban revisar y mejorar continuamente todos sus procesos.

- **Nuevos competidores:** para entrar en el sector de empresas proveedoras a nivel global del sector del automóvil, es necesario contar con fábricas repartidas por todo el mundo, capaces de suministrar estos productos en las plantas de montaje de los fabricantes. También es necesario superar unas pruebas de homologación, y mostrar a los fabricantes todos que todos los procesos de fabricación están estandarizados. Todo ello crea unas fuertes barreras de entrada al sector (economías de escala, fuertes efectos de la curva de aprendizaje o grandes requerimientos de capital), lo que dificulta la entrada de nuevos competidores.

Una amenaza podría ser la internalización de las funciones de la empresa por parte de los fabricantes. Esta opción es posible, aunque bastante remota, ya que los fabricantes tendrían que hacerse cargo de una gran cantidad de procesos y operaciones, además de requerir un know-how que sus proveedores ya tienen adquirido, con un coste asumible para ellos.

2.3.3 Análisis DAFO

Es una herramienta que permite analizar la realidad de una empresa o de un producto, así como su entorno, para poder tomar decisiones de futuro. Se divide en dos partes: análisis interno (fortalezas y debilidades) y análisis externo (amenazas y oportunidades)

- **Debilidades:**
 - Dependencia clientes: la principal debilidad de la compañía es que, a pesar de ser una empresa multinacional con más de 150 plantas en más de 25 países, su número de clientes es bastante reducido. De hecho, tienen un cliente principal, el cual aglutina hasta el 85% de la producción de la empresa. Esta relación de dependencia es una debilidad, puesto que estos clientes además tienen unos contratos con sus proveedores con unas condiciones muy estrictas respecto a la calidad y a la disponibilidad de los productos. Por otro lado, esta relación de dependencia hace que la empresa no pueda cambiar sus proveedores en busca de un mayor margen de beneficios, o mejorar sus procesos de fabricación, sin avisar previamente a sus clientes.
 - A pesar de funcionar con carácter de una gran multinacional, la empresa aún no ha estandarizado muchos procedimientos comunes en sus plantas de fabricación. Por ejemplo, en cuanto a la logística, cada una de las plantas tiene un almacén con diferentes medidas de estantería, no habiendo creado un estándar para ello. Los envíos de componentes, ya sea de piezas de producción, o productos manufacturados

en una planta que se envían a otra distinta para su ensamblaje, no tienen una unidad de embalaje estandarizada para todas las plantas.

- A pesar de tener un departamento de I+D, no tienen demasiada libertad a la hora de presentar innovaciones a sus clientes, ya que normalmente producen en función de los requerimientos del proveedor.

- **Amenazas:**

- Nuevas barreras arancelarias entre Europa y Estados Unidos, donde está la sede de su principal cliente.
- Vulnerabilidad ante la entrada de nuevos competidores: A pesar de que es muy difícil que una nueva empresa entre en el sector, si esto sucediera, la compañía no está preparada para reducir drásticamente los costes. Esto se debe a que actualmente la empresa está muy estabilizada en el mercado y también a la ausencia de grandes competidores, lo que ha producido cierta “relajación” en la dirección de la compañía.

- **Fortalezas:**

- Confianza de los clientes: llevan muchos años trabajando de forma satisfactoria con sus clientes, lo cual les hace confiar en la empresa.
- Know-how: al llevar tanto tiempo produciendo techos para sus clientes, la empresa conoce perfectamente la exigente manera de trabajar de las empresas del sector. Además, su tecnología de fabricación está muy desarrollada, pudiendo cumplir con los requerimientos de producción demandados por los clientes, manteniendo los márgenes de beneficios marcados por la empresa.
- Impacto global: al tener más de 150 plantas repartidas por todo el mundo, pueden producir cerca de las plantas de los principales fabricantes de automóviles. Esto implica que pueden ahorrar en costes logísticos de envíos a lugares lejanos.
- Trabajadores con experiencia: la empresa busca que todos sus trabajadores estén correctamente formados para evitar errores y desperdicios. Es por ello que ponen especial atención a la formación de sus empleados.
- Barreras de entrada a nuevos competidores.

- **Oportunidades:**

- Modernización instalaciones: como ya se ha explicado, las plantas no tienen problema para cumplir los requerimientos establecidos por los clientes. No obstante, durante actualmente es un gran momento para invertir en modernizar las instalaciones y mejorar los procesos, ya que tienen una gran oportunidad de aumentar sus márgenes de beneficios y prepararse para posibles contingencias en el futuro.
- Renovación en la dirección del grupo: la empresa valora mucho la continua formación de sus empleados. No obstante, al ser una empresa de orígenes familiares, sigue teniendo una cúpula directiva bastante cerrada y reticente a ciertos cambios. Este hecho produce que no inviertan lo suficiente en desarrollar el talento de los empleados con posibilidades de ocupar cargos más altos, impidiendo la continua mejora de ciertos aspectos de la compañía, sobretodo en cuanto a los relacionados con temas de dirección.

- Innovación en nuevos materiales: a pesar de que dependen de sus clientes para aplicar las innovaciones en sus productos, la empresa podría aumentar su inversión en I+D+I para proponer mejoras a sus clientes aprovechando las investigaciones sobre nuevos materiales.

En la tabla 1 se muestra el cuadro del DAFO, mostrando la información anterior de una manera más simplificada:

<p><u>DEBILIDADES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuerte dependencia de unos pocos clientes • Poca estandarización • I+D 	<p><u>AMENAZAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Barreras arancelarias • Estancamiento en zona de confort
<p><u>FORTALEZAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Confianza de los clientes • Know-how • Impacto global • Experiencia de los trabajadores • Barreras de entrada 	<p><u>OPORTUNIDADES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Modernización instalaciones • Renovación grupo directivo • Innovación materiales

Tabla 1

2.3.4 Análisis CAME

- **Corregir:**
 - Ampliar cartera de clientes: la inversión para comenzar a trabajar con nuevos clientes es muy importante, pero los réditos obtenidos en cuanto a ingresos futuros y estabilidad financiera frente a posibles problemas de alguno de sus clientes, hace que esta opción cobre un gran sentido para la empresa. Tecnológicamente no deberían de existir muchos problemas para producir para diversos clientes. De hecho, esto ya sucede, pero a un nivel muy bajo en la planta de Almussafes. No obstante, esta colaboración con otros clientes implicaría abrir plantas cerca de las fábricas de esos nuevos clientes, por lo que la EMPRESA debería centrarse en conseguir nuevos clientes ubicados cerca de sus actuales plantas productivas, teniendo que construir únicamente un centro de montaje (JIT) junto a la fábrica del cliente.

- Solventar la poca estandarización existente en la EMPRESA es una tarea compleja, pero con una solución asumible a medio plazo. Para ello, se debería crear un departamento interno en la sede central del grupo, que coordinándose con los distintos departamentos, agrupase todas las necesidades y requerimientos de los mismos, aportando soluciones comunes a todos ellos. También sería preciso hacer un estudio de mayores dimensiones, preguntando a las distintas plantas la EMPRESA su opinión al respecto, ya que estas aportaciones podrían ayudar a la hora de crear este estándar.

Además, este departamento debería instaurar nuevos protocolos de comunicación entre las plantas y sus departamentos, de forma que pudieran agilizar los trámites administrativos que impliquen a diferentes plantas, así como mejorar y simplificar todos los servicios informáticos comunes, incluyendo las bases de datos y el sistema SAP de gestión.

El resultado final debería conseguir la elaboración de una forma de trabajo simplificada y unificada para los departamentos de las distintas plantas del grupo, de forma que estas plantas puedan trabajar interconectadas de manera mucho más sencilla.

- El departamento de I+D no tiene demasiada libertad, ya que como se ha explicado anteriormente, gran parte de esas innovaciones tienen que ir aprobadas por el cliente. Esto es debido a que el cliente, cuando inicia un nuevo proyecto, diseña los planos de todas las partes del vehículo, incluyendo las opciones de las que dispondrá. Es decir, el fabricante especificará los colores y materiales del interior, si el nuevo automóvil tendrá o no techo solar, o incluso si el techo dispondrá de conductos de ventilación para el climatizador.

Por tanto, el departamento de I+D debe ir un paso por delante de los fabricantes, aportándoles posibles soluciones que incluyan la utilización de nuevos materiales, nuevas opciones o mejoras en la insonorización.

- **Afrontar:**

- La empresa debe aprovechar esta época en la que financieramente está en una posición fuerte y tecnológicamente actualizada, para realizar mejoras internas buscando maximizar la eficiencia productiva. Estos cambios son difíciles de realizar, pero prepararían a la empresa para futuras situaciones en las que, por condiciones del mercado, tuvieran que reducir los precios de venta a sus clientes. Las mejoras producidas, ayudarían a mantener el margen económico, asegurando la prosperidad de la EMPRESA.

- **Mantener:**
 - Debido a la alta exigencia del sector para no romper la cadena de suministro, es vital no cometer errores en las entregas a los clientes, vigilando a los proveedores para evitar esa posible rotura. Romper la cadena de suministro o enviarles piezas defectuosas, expone a la EMPRESA a tener que pasar por una serie de auditorías para demostrar al cliente que el error que produjo el desperfecto ha sido solucionado. En caso de que esto se repitiera, el cliente buscaría nuevos proveedores, lo que implica una gran pérdida para la EMPRESA.

 - Existen pocos competidores en el sector que puedan amenazar la posición de la EMPRESA. Además de que actualmente son uno de los proveedores de interiores y techos de automóviles más importantes, su liderazgo en el sector es difícil de contrarrestar debido a la gran infraestructura necesaria para poder ofrecer los servicios que actualmente puede ofrecer la EMPRESA. Es por ello que deben seguir mejorando ese know-how que les permite mantener una ventaja competitiva estable en el tiempo y que además supone una barrera de entrada para nuevos competidores, ya que les impide alcanzar en un corto periodo de tiempo los niveles de calidad ofrecidos por la EMPRESA.

- **Explotar:**
 - La aplicación de nuevos materiales recién descubiertos, puede permitir a la EMPRESA ofrecer soluciones innovadoras a sus clientes, consiguiendo avances técnicos importantes, como son la reducción del peso de los techos o la mejora en las propiedades de los materiales utilizados como aislantes térmicos y sonoros.

Una vez que se ha realizado el análisis del entorno y se ha comprendido el contexto y la situación de la empresa, se procederá al desarrollo del estudio de las posibles mejoras a implementar, aplicando conceptos vistos en clase. Esta es la mayor dificultad de este trabajo académico, ya que en muchos casos ha sido muy difícil aplicar algunos de estos conceptos en un entorno de trabajo real, y en muchos casos distorsionado del estándar que deberían seguir. Al ser una empresa del sector de la automoción, dedicada a la producción de interiores para automóviles, no pueden permitirse roturas en la cadena de suministro ya que, de ser así, se expondrían a graves sanciones económicas por parte de sus clientes.

Este estudio se ha dividido en dos partes principales. Por un lado, se analizará todo lo relativo al inventario, poniendo especial atención al control y la gestión de los stocks.

Por otro lado, y ya centrados en el producto y en la línea de producción más representativa, se realizará un análisis VSM de la situación inicial y posteriormente se aplicarán las mejoras necesarias para mejorar los resultados obtenidos.

Finalmente, se realizará una estandarización del proceso aplicando el método MTM de economía de movimientos.

3. Análisis de inventarios

El primer punto a estudiar fue el control y la gestión del inventario. Este aspecto es básico a la hora de comprender el impacto económico y logístico de cada uno de los componentes que forman los diferentes productos de la EMPRESA. Es por ello que era necesario comenzar por este punto. Del mismo modo, esto facilitaría la comprensión de la gestión de los productos y de sus componentes, así como del funcionamiento de las líneas productivas.

Además, el análisis de inventario ha sido fundamental para determinar la línea de producción más importante y representativa, la cual ha sido el objeto de desarrollo de este estudio.

Para realizar este análisis, en primer lugar, se ha realizado un estudio ABC de la materia prima y los componentes utilizados por la empresa para la fabricación de sus productos (ver anexo 1). Este análisis, basado en el principio de Pareto, es un método de categorización de inventario cuyo fundamento es la división de los artículos en tres categorías distintas siendo A los más valiosos, mientras que los de categoría C son los menos valiosos. Establece que el 80 % del valor de consumo total recae únicamente sobre el 20 % de los componentes totales. Se definieron los siguientes porcentajes para establecer las distintas categorías:

- Categoría A: hasta el 80% del acumulado total.
- Categoría B: del 80% hasta el 95% del acumulado total.
- Categoría C: a partir del 95% del acumulado total.

A continuación, se obtuvieron los datos de todos los proveedores de la EMPRESA durante el año 2017, y se analizaron los materiales comprados a cada uno de ellos. Posteriormente, se incluyeron los datos del coste unitario y el número de unidades compradas durante ese año, y se clasificaron todos los materiales mediante el análisis ABC. Todos los componentes que aparecen en este análisis son reales, aunque se ha sustituido su nombre por uno genérico para proteger a la empresa en la que se realizó este proyecto.

En siguiente lugar, se estudiaron los productos tipo A, ya que suponen el 80% del coste anual en materia prima y componentes de la EMPRESA. En total, de la lista de los 93 componentes utilizados durante el año 2017, únicamente 17 de ellos eran componentes tipo A.

Esta planta produce principalmente un modelo de techo (TECHO T) concreto para su principal cliente. Este modelo, además de permitir configuraciones de techo cerrado o techo panorámico, tiene algunas variantes según el color del tejido cara vista requerido por el cliente, o en función de si el cliente final desea equiparlo con una red separadora para el transporte de mascotas. Este techo, junto con todas sus variantes, supone en torno al 85% de la producción de la planta que va destinada al cliente principal de la EMPRESA.

Es por ello que de los 17 componentes tipo A, 12 de ellos pertenecen al TECHO T y a sus variantes. Únicamente el adhesivo utilizado para formar la base del techo, uniendo los diferentes tejidos que componen el techo, no ha entrado dentro del estudio pues su precio es mucho menor que el del resto de los componentes utilizados en la fabricación de dicho techo y por tanto no es un producto tipo A.

Esto es importante debido a que en los siguientes puntos del estudio se analizará el proceso de producción del TECHO T, en su variante panorámica (TECHO T-P), así como todos los componentes que lo forman, siendo todos ellos productos con un gran impacto en la economía de la EMPRESA.

3.1 Situación inicial

Con el listado de los componentes tipo A, se obtuvieron todos los datos reales, proporcionados por la EMPRESA, relacionados con la gestión de stocks y con los consumos de los materiales en función de la demanda diaria de los clientes durante un año. Estos datos sirvieron para comparar estos resultados con los de la propuesta de mejora presentada.

De las listas de componentes obtenida tras el análisis ABC, hay que indicar que algunos de estos componentes son bobinas de tela, los cuales llegan al almacén de materia prima de la empresa en forma de bobina, y se cortan junto a la línea de producción, in situ, formando un proceso auxiliar. Otras bobinas son vendidas por el fabricante en función de su masa en kilogramos. Y finalmente algunas de estas bobinas son vienen ya cortadas a las dimensiones indicadas por la EMPRESA. Es por eso que todos los componentes que sean bobinas se han pasado a metros, ya que se conoce el tamaño de corte y los datos de su gramaje. Así, se ha podido comparar y analizar todos los datos de inventario reales, incluyendo las bobinas y las telas ya cortadas a la medida necesaria (en adelante “formatos”) guardadas en el almacén.

Los parámetros analizados en las siguientes tablas están representados en la figura 1. Esto permite entender de una manera mucho más gráfica todo lo que ha descrito en los siguientes puntos.

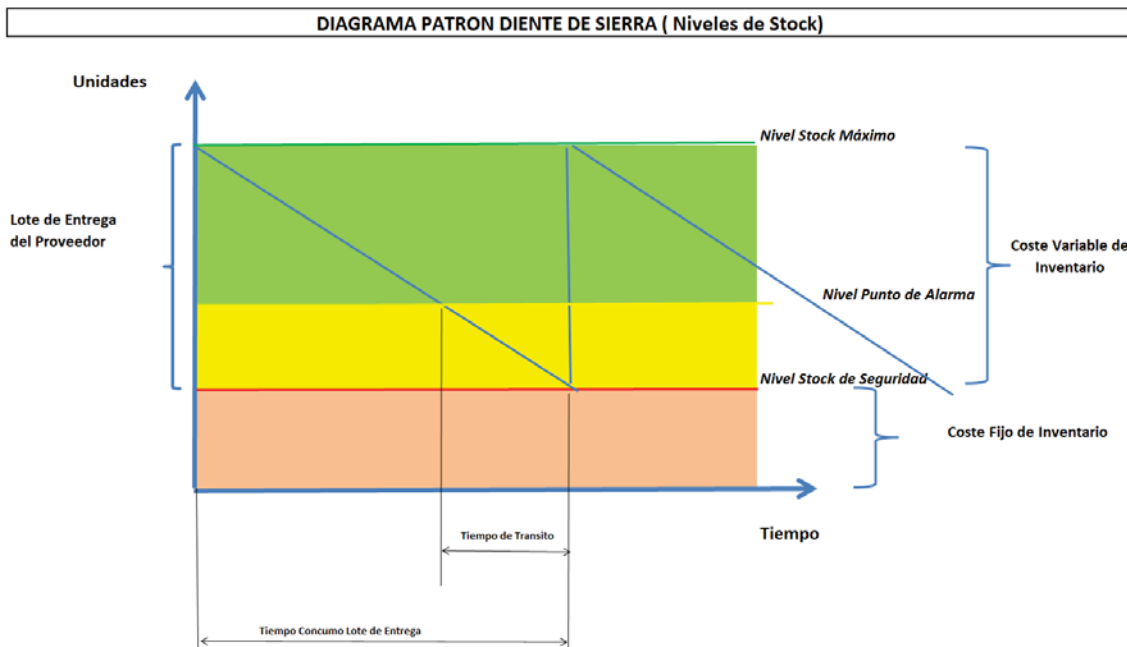


Figura 1

Los tres colores diferentes representan cada uno de los niveles del stock almacenado en los almacenes. La suma de todos ellos es el stock máximo.

Antes de iniciar el análisis de los niveles de stock, se ha realizado una pequeña descripción de los componentes en la “Tabla 1” y de su unidad de embalaje, para una mejor comprensión de los datos expuestos en las siguientes tablas. Cabe indicar que algunos de los elementos que aparecen en el análisis ABC no están incluidos en el siguiente estudio debido a que dejaron de utilizarse en el 2018 o fueron declarados obsoletos. Además, algunos componentes como los adhesivos, tienen estacionalidad, es decir, no se utiliza la misma referencia de ese producto durante todo el año, por lo que también fueron eliminados del estudio a petición de la empresa, debido a que buscaban conocer la situación de los componentes que se utilizaban de manera continua.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Componente A	<p>Consiste en un tejido de color claro utilizado para la parte interior del techo. Al ser la cara vista, tiene que ser de una gran calidad, ya que repercute directamente en el nivel de calidad percibida por el usuario final.</p> <p>Esta tela es elegida directamente por el fabricante, así como el proveedor que suministrará estos tejidos a la EMPRESA.</p> <p>El proveedor lo suministra en forma de bobinas de tela de 800 metros de longitud. Al ser un componente delicado, la EMPRESA tiene subcontratado el servicio de corte, y recibe los tejidos ya cortados con las medidas necesarias en pallets de 250 unidades.</p>
Componente B	Mismo componente que el anterior, pero en color oscuro.
Componente C	Se trata de las molduras de plástico utilizadas en los distintos huecos que tiene el techo, en los que posteriormente se acoplarán los elementos opcionales. Estas molduras se reciben en la planta de fabricación de la EMPRESA, pero se utilizan en la planta de ensamblaje donde se realiza el acabado final de los techos.
Componente D	<p>Tela de menor calidad que la utilizada en el componente A, aplicada en la cara no vista. Esta tela sirve para disminuir el nivel sonoro percibido en el habitáculo, aumentando el confort de rodadura del vehículo.</p> <p>El proveedor suministra estas bobinas en bobinas de 750 metros, y se cortan en los formatos deseados en una línea paralela a la línea de producción junto con los componentes E y G, formando lo que se denomina como “sándwich”.</p>
Componente E	<p>Es una de las dos fibras utilizadas para dar consistencia al techo. Consiste en un tejido de tela con un acabado plástico, que junto a la otra fibra (componente G), dan una mayor solidez estructural al techo, mejorando las propiedades del mismo.</p> <p>El proveedor envía este producto en forma de bobinas, pero en este caso se miden en función de su peso. Estas bobinas de 100 gr/m² de espesor pesan 30 kg.</p>

Componente F	<p>Tela cara vista utilizada para diversos modelos. La tela llega del proveedor en bobinas, y el corte esta subcontratado como en el caso del componente A. Estas bobinas de tela son muy versátiles, ya que sus medidas y sus especificaciones permiten realizar diversos ajustes para que puedan utilizarse en distintos modelos. No obstante, la calidad general de la tela es inferior a la utilizada en el componente A.</p> <p>Al ser utilizado en cinco modelos de techo diferentes tiene cinco consumos diarios distintos. Como todos los resultados están expresados en metros y no en unidades, pueden sumarse los resultados de todos los techos para calcular los metros totales utilizados de este componente.</p>
Componente G	<p>Se trata de la otra fibra utilizada junto con el componente E para dar una mayor solidez estructural al techo.</p> <p>En este caso, el proveedor distribuye el material en bobinas de 150 gr/m² de espesor con un peso de 35 kg.</p>
Componente H	<p>Otro tipo distinto de tela cara vista, utilizada para un solo modelo en concreto debido a su gran tamaño. De nuevo el corte esta subcontratado a otra empresa, que recibe el material en forma de bobina, y lo envía a la planta de fabricación de la EMPRESA en forma de formatos de techo con las medidas seleccionadas.</p>
Componente I	<p>Tela cara vista utilizada en menor medida en la fabricación de techos para un cliente distinto al más habitual.</p> <p>Como se ha explicado anteriormente, la planta de Almussafes tiene un cliente principal y fabrican los techos de todos sus modelos. No obstante, esta planta también produce algunos techos para otras marcas, ya sea de manera directa o en colaboración con otras plantas que la EMPRESA tiene distribuidas por el mundo.</p> <p>Este componente aparece en la lista de productos tipo A debido a que, por su bajo uso, la EMPRESA localizó un proveedor que suministraba la tela directamente cortada. Al ser un producto que se compra en cantidades bajas, el coste de buscar una empresa externa para que almacene y corte estas bobinas cuando sea necesario sería superior.</p>
Componente J	<p>Bobinas de tejido cara vista utilizados también en la fabricación de techos para otros clientes secundarios. Igual que en el caso del componente I, se ha recurrido a otro proveedor distinto al que se utiliza con el cliente principal, ya que al solicitar lotes más pequeños este proveedor ofrece condiciones más interesantes para la EMPRESA.</p> <p>Al ser utilizado en cinco modelos de techo diferentes tiene cinco consumos diarios distintos. Como todos los resultados están expresados en metros y no en unidades, pueden sumarse los resultados de todos los techos para calcular los metros totales utilizados de este componente.</p>

Componente K	<p>Tela cara vista utilizada para el techo de una variante del modelo más largo que ofrece su principal cliente. Es el mismo tipo de tela que la del componente F solo que en un color más oscuro.</p> <p>Del mismo modo, el proveedor suministra la tela en forma de bobinas y la EMPRESA tiene subcontratado el proceso de corte, de manera que a la planta llegan las telas ya cortadas en pallets de 250 unidades.</p> <p>Al ser utilizado en dos modelos de techo diferentes tiene dos consumos diarios distintos. Como todos los resultados están expresados en metros y no en unidades, pueden sumarse los resultados de todos los techos para calcular los metros totales utilizados de este componente.</p>
Componente L	<p>El último componente tipo A es uno de los productos químicos que se utilizan en la fabricación de los bloques de espuma de los que se obtienen los aislantes acústicos y térmicos de los techos.</p> <p>En la producción de estos bloques se utilizan dos productos, pero únicamente aparece este componente en el listado de componentes tipo A del análisis ABC debido a que el otro componente varía sus especificaciones en función de las condiciones climatológicas. Es por eso que existen diversas referencias distintas a lo largo del año para ese componente, que dividen las cantidades del producto haciendo que no entre en el listado de componentes tipo A.</p>

Tabla 2

Una vez explicados los diferentes componentes, así como sus unidades de embalaje, se pueden analizar mejor los datos obtenidos inicialmente en la EMPRESA, así como las sucesivas mejoras en los resultados obtenidos según el estado de aplicación del proyecto. En las tablas 2, 3, 4, y 5 se puede ver el estado inicial del inventario.

- Niveles de stock:

Componentes	Días tránsito (TS)	Medida	Consumo/día	Stock Seguridad REAL		Tamaño Lote de entrega REAL	Stock Max	Stock Nivel de Alarma	
COMPONENTE A	3	m	1.574,70	10.193	-	7.000,00	17.193	14.917	-
COMPONENTE B	3	m	630,11	3.600	-	2.831,30	6.431	5.490	-
COMPONENTE C	5	uds.	388,00	2.500	-	4.500,00	7.000	4.440	-
COMPONENTE D	5	m	2.198,23	9.277	-	12.350,00	21.627	20.268	-
COMPONENTE E	2	Kg	482,13	5.285	-	9.920,00	15.205	6.249	-
COMPONENTE F	3	m	94,45	822	TOTAL: 7.300	4.900,00	TOTAL: 12.200	1.105	TOTAL 9.816
		m	247,08	2.151				2.892	
		m	135,86	1.183				1.590	
		m	195,37	1.701				2.287	
		m	165,92	1.444				1.942	
COMPONENTE G	2	kg	498,10	4.275	-	9.000,00	13.275	5.271	-
COMPONENTE H	1	uds.	423,00	1.800	-	2.775,00	4.575	2.223	-
COMPONENTE I	1	uds.	396,00	1.200	-	2.000,00	3.200	1.596	-
COMPONENTE J	10	m	119,85	1.194	TOTAL: 20.000	45.000,00	TOTAL: 65.000	2.393	TOTAL 40.069
		m	982,30	9.789				19.612	
		m	101,05	1.007				2.018	
		m	733,20	7.307				14.639	
		m	70,50	703				1.408	
COMPONENTE K	3	uds.	56,00	619	TOTAL: 2.000	242,00	TOTAL: 2.242	787	TOTAL 2.168
		uds.	124,80	1.381				1.381	
COMPONENTE L	3	kg	92,33	1.000	-	1.000,00	2.000	1.277	-

Tabla 3

- Stock Nivel Alarma= SS+ (TS*Consumo diario)
- Stock Max= SS + Tamaño Lote

- **Entregas:**

Componentes	Días tránsito (TS)	Días tránsito desde pto. de alarma	Días consumo previo punto alarma	Días de consumo lote de entrega
COMPONENTE A	3	4	1	5
COMPONENTE B	3	4	1	5
COMPONENTE C	5	5	7	12
COMPONENTE D	5	5	1	6
COMPONENTE E	2	2	19	21
COMPONENTE F	3	3	3	6
COMPONENTE G	2	3	16	19
COMPONENTE H	1	1	6	7
COMPONENTE I	1	2	4	6
COMPONENTE J	10	11	12	23
COMPONENT K	3	2	0	2
COMPONENTE L	3	3	8	11

Tabla 4

- $\text{Días consumo previo punto alarma} = (\text{Stock Max} - \text{Stock Nivel Alarma}) / \text{Consumo diario}$
- $\text{Días consumo lote entrega} = \text{Tamaño lote entrega} / \text{Consumo diario}$
- $\text{Días tránsito desde punto de alarma} = \text{Días consumo lote entrega} - \text{Días consumo previo punto alarma}$

- **Comparativa inventario** (datos inventario)

En esta tabla aparece un concepto sobre el que es necesario realizar una aclaración. El concepto de delta en esta tabla, expresa la desviación entre el inventario previsto y el inventario real. El inventario previsto, es la suma del nivel del stock de seguridad y del tamaño del lote de entrega. Es por esto que, valores de delta negativos originan sobrecostos, y valores de delta positivos pueden colapsar producción.

Componentes	Bobina (m)	Formatos (m)	TOTAL	Delta
COMPONENTE A	13.809,50	4.800,00	18.609,50	- 1.416,50
COMPONENTE B	10.225,00	1.197,98	11.422,98	- 4.991,68
COMPONENTE C	-	-	7.856,00	- 856,00
COMPONENTE D	-	-	16.942,68	4.684,41
COMPONENTE E	-	-	2.493,40	12.711,60
COMPONENTE F	11.895,90	1.075,94	17.581,10	- 5.381,10
		650,00		
		1.536,84		
		0		
		2.422,42		
COMPONENTE G	-	-	7.658,36	5.616,65
COMPONENTE H	-	-	3.335,00	1.240,00
COMPONENTE I	-	-	3.335,00	- 135,00
COMPONENTE J	46.727,30	260,85	55.095,65	9.904,35
		3.393,40		
		495,85		
		3.468,60		
		749,65		
COMPONENTE K	3.354,60	784,00	5.738,60	- 3.496,60
		1.600,00		
COMPONENTE L	-	-	1.855,88	144,12

Tabla 5

➤ Delta = Inventario TOTAL – Nivel Stock Max

- **Costes Stock seguridad:**

Los componentes C, D, E, G, H, I, y L no tienen datos en las columnas de “Bobina” y “Formatos” ya que son piezas y no bobinas. Por tanto la columna “Total” indica metros en los componentes que tienen datos en las anteriores columnas y unidades en las que no los tienen.

Componentes	Stock Seguridad uds.	Medida	Coste unitario	Coste Stock Seguridad
COMPONENTE A	10.193,00	m	4,32 €	43.996,37 €
COMPONENTE B	3.600,00	m	5,24 €	18.878,20 €
COMPONENTE C	2.500,00	uds.	0,26 €	647,50 €
COMPONENTE D	9.277,09	m	0,69 €	6.401,19 €
COMPONENTE E	5.285,00	Kg	2,18 €	11.521,30 €
COMPONENTE F	7.300,00	m	4,40 €	32.118,12 €
COMPONENTE G	4.275,00	Kg	1,76 €	7.524,00 €
COMPONENTE H	1.800,00	uds.	2,38 €	4.283,12 €
COMPONENTE I	1.200,00	uds.	4,86 €	5.832,00 €
COMPONENTE J	20.000,00	m	0,48 €	9.519,84 €
COMPONENTE K	2000,00	uds.	4,79 €	9.586,69 €
COMPONENTE L	1.000,00	kg	2,18 €	2.180,00 €
TOTAL:				152.488,32 €

Tabla 6

Como en la tabla anterior, hay que tener en cuenta que el coste unitario para los componentes C, D, E, G, H, I, y L esta expresado en “euros/ud” o “euros/kg” y para el resto de los componentes se expresa en “euros/metro”

Una vez analizados estos datos, se alcanzaron algunas conclusiones. A pesar de trabajar correctamente y tener un gran nivel de servicio, la empresa no tenía un control de stocks muy bien desarrollado. Por ejemplo, no tenían puntos de pedido definidos, ni unos stocks de seguridad fijados. Esto último era realmente preocupante ya que tenían niveles de seguridad muy altos, llegando a cubrir meses de demanda a pesar de que recibían entregas de lotes todas las semanas.

Como ya se ha explicado anteriormente, parte de esto es debido a que es una empresa del sector de la automoción y por ello tienen que tener niveles de stock de seguridad ligeramente más altos para prevenir las roturas de stock. Además, este stock no solo tenía que prever variaciones en la demanda, sino que también tenía que cubrir posibles fallos en las entregas de los proveedores.

Como en principio no existen problemas de espacio en el almacén, la EMPRESA ha tendido a utilizar stocks de seguridad más altos de lo necesario. Además, parte de estos materiales están en consigna, cubriendo el proveedor con el coste de almacenamiento.

Para realizar el análisis de inventario, en primer lugar, se analizó el sobre coste obtenido comparando la demanda con los niveles de inventario que existían en la empresa. Este análisis inicial mostró un sobre coste importante en diversos productos que tenía que ser resuelto. También se observó un elevado sobrecoste en el stock de seguridad real en comparación con el teórico.

Por tanto, para mejorar este aspecto, se intentó disminuir el nivel de stock de seguridad. Como este stock es un coste fijo, es necesario reducirlo al mínimo posible, incrementando el tamaño de lote o la frecuencia de las entregas. Es decir, el objetivo era reducir el stock de seguridad, aumentando a su vez el tamaño de lote para compensar esta disminución de stock, reduciendo los costes fijos y aumentando los variables (ver figura 1). Por este motivo disminuir el nivel del stock de seguridad fue el primer objetivo del estudio. Además, todo esto debía hacerse sin afectar al nivel de servicio de la empresa con sus clientes, ya que este punto es básico en este sector.

Para ello, se calculó el stock de seguridad mediante las fórmulas vistas en clase durante la aplicación del Economic Order Quantity (EOQ), para calcular el stock de seguridad necesario y poder así determinar el alcance de la mejora propuesta partiendo de los datos iniciales.

Los resultados obtenidos en los cálculos del stock de seguridad distaron mucho de los que manejaba la EMPRESA. En su almacén de materia prima tenían hasta un 75% de exceso de Stock de Seguridad, y en el caso de algunos materiales, hasta diez veces más de la cantidad que deberían de tener. Tras analizar estos datos con las personas responsables del departamento de logística, la conclusión obtenida es que no sería posible realizar una reducción tan brusca del stock de seguridad, debido a que las sanciones por romper la cadena de suministro y paralizar la línea productiva del cliente, llegaban hasta los 6.000 euros por minuto parado. Por tanto, la solución propuesta es mantener el objetivo de llegar al nivel de stock de seguridad calculado, pero con una implantación gradual, a medio plazo. Es decir, con este objetivo a medio plazo, la EMPRESA reducirá el nivel de stock de seguridad al 50% durante el primer año, y a partir del segundo año se reducirá hasta el nivel calculado mediante las fórmulas. Esto permitirá a la EMPRESA a adaptarse a los nuevos niveles y a evitar roturas en la cadena de suministro.

Por tanto, la mejora global deseada se realizará en dos pasos. El primero, reducir un 50% el nivel de stock de seguridad, y el segundo reducirlo hasta el nivel obtenido por los cálculos mediante la fórmula del EOQ aplicada al cálculo del stock de seguridad (S.S).

3.2 Reducción 50% S.S durante el primer año de implantación del proyecto

Con todo esto presente, y estudiando todos los datos obtenidos, se llegó a la conclusión de que era posible reducir hasta en un 50% el nivel del stock de seguridad, modificando el tamaño de lote o la frecuencia de los envíos, sin afectar al nivel de servicio. Debido al contrato firmado por el departamento de compras, la frecuencia de envío no podía modificarse. Por tanto, la única opción para reducir los costes fijos era incrementar el tamaño de lote y a su vez los costes variables.

Seguidamente y partiendo del análisis dientes de sierra (ver figura 1) de la demanda y de las entregas, se marcó como objetivo que el tiempo previo al punto de pedido no fuera inferior a 3 días. Este periodo mínimo se incluyó para evitar que los empleados tuvieran que estar constantemente revisando el nivel de stock de algunas de las referencias y avisando a los proveedores (antes del estudio los empleados tenían que revisar el stock de algunos productos a diario).

Como el tiempo de suministro estaba fijado en el contrato de compras, y sabiendo que el tiempo previo al punto de pedido tenía que ser mayor a 3 días, ya era posible calcular el tamaño de lote que debía cubrir la demanda durante ese periodo.

En este caso, reduciendo el stock de seguridad en un 50%, solamente fue necesario modificar el tamaño de lote de 5 de los componentes analizados.

El hecho de que solo fuese necesario modificar el tamaño de lote de 5 de los componentes, demuestra que los niveles de stock de seguridad manejados por la empresa son demasiado elevados.

La reducción del 50% del stock de seguridad será el objetivo a corto plazo de la empresa, con implantación inmediata, suponiendo un ahorro de 76.244,16 € en el coste de almacenamiento del stock de seguridad durante el primer año.

Los resultados obtenidos comparados son los siguientes:

- Niveles de stock:

Componentes	Días tránsito (TS)	Medida	Consumo/día	Stock Seguridad (Reducción 50%)		Nuevo Tamaño Lote Entrega	Stock Max	Stock Nivel Alarma	
COMPONENTE A	3	m	1.574,70	5.097	-	11.000,00	16.097	9.821	-
COMPONENTE B	3	m	630,11	1.800	-	4.500,00	6.300	3.690	-
COMPONENTE C	5	uds.	388,00	1.250	-	4.500,00	5.750	3.190	-
COMPONENTE D	5	m	2.198,23	4.639	-	18.950,00	23.589	15.630	-
COMPONENTE E	2	Kg	482,13	2.643	-	9.920,00	12.563	3.607	-
COMPONENTE F	3	m	94,45	411	TOTAL 3.650	5.900,00	TOTAL 9.550	694	TOTAL 6.166
		m	247,08	1.075				1.817	
		m	135,86	591				999	
		m	195,37	850				1.436	
		m	165,92	722				1.220	
COMPONENTE G	2	kg	498,10	2.138	-	9.000,00	11.138	3.134	-
COMPONENTE H	1	uds.	423,00	900	-	2.775,00	3.675	1.323	-
COMPONENTE I	1	uds.	396,00	600	-	2.000,00	2.600	996	-
COMPONENTE J	10	m	119,85	597	TOTAL 10.000	45.000,00	TOTAL 55.000	1.796	TOTAL 30.069
		m	982,30	4.895				14.718	
		m	101,05	504				1.514	
		m	733,20	3.653				10.985	
		m	70,50	351				1.056	
COMPONENTE K	3	uds.	56,00	310	TOTAL 1.000	900,00	1.900	478	TOTAL 1.168
		uds.	124,80	690				690	
COMPONENTE L	3	kg	92,33	500	-	1.000,00	1.500	777	-

Tabla 7

- **Entregas:**

Componentes	Días tránsito (TS)	Días tránsito desde pto de alarma	Días consumo previo punto alarma	Días de consumo lote de entrega
COMPONENTE A	3	3	4	7
COMPONENTE B	3	4	4	8
COMPONENTE C	5	5	7	12
COMPONENTE D	5	5	4	9
COMPONENTE E	2	2	19	21
COMPONENTE F	3	4	4	8
COMPONENTE G	2	3	16	19
COMPONENTE H	1	1	6	7
COMPONENTE I	1	2	4	6
COMPONENTE J	10	26	12	23
COMPONENTE K	3	1	4	5
COMPONENTE L	3	3	8	11

Tabla 8

- **Comparativa inventario (datos inventario)**

Componentes	Bobina (m)	Formatos (m)	TOTAL	Delta
COMPONENTE A	13.809,50	4.800,00	18.609,50	-2.513,00
COMPONENTE B	10.225,00	1.197,98	11.422,98	-5.122,98
COMPONENTE C	-	-	7.856,00	- 2.106
COMPONENTE D	-	-	16.942,68	6.645,86
COMPONENTE E	-	-	2.493,40	10.069,10
COMPONENTE F	11.895,90	1.075,94	17.581,10	- 8.031,10
		650,00		
		1.536,84		
		0		
		2.422,42		
COMPONENTE G	-	-	7.658,36	3.479,15
COMPONENTE H	-	-	3.335,00	340,00
COMPONENTE I	-	-	3.335,00	-735,00
COMPONENTE J	46.727,30	260,85	55.095,65	- 95,65
		3.393,40		
		495,85		
		3.468,60		
		749,65		
COMPONENTE K	3.354,60	784,00	5.738,60	-3.838,60
		1.600,00		
COMPONENTE L	-	-	1.855,88	- 355,88

Tabla 9

- **Costes stock seguridad:**

Componentes	Stock Seguridad uds.	Medida	Coste unitario	Coste Stock Seguridad
COMPONENTE A	5.097	m	4,32 €	21.998,19€
COMPONENTE B	1.800	m	5,24 €	9.439,10 €
COMPONENTE C	1.250	uds.	0,26 €	323,75€
COMPONENTE D	4.639	m	0,69 €	6.401,19 €
COMPONENTE E	2.643	Kg	2,18 €	5.760,65 €
COMPONENTE F	3.650	m	4,40 €	16.059,06 €
COMPONENTE G	2.138	Kg	1,76 €	3.762,00 €
COMPONENTE H	900	uds.	2,38 €	2.141,56€
COMPONENTE I	600	uds.	4,86 €	2.916,00 €
COMPONENTE J	10.000	m	0,48 €	4.759,32 €
COMPONENTE K	1.000	uds.	4,79 €	4.793,34 €
COMPONENTE L	500	kg	2,18 €	1.090,00 €
TOTAL:				76.214,16 €

Tabla 10

3.3 Reducción del (S.S) hasta nivel establecido mediante la fórmula del EOQ

Esta reducción será el objetivo a medio plazo de la EMPRESA. Como se ha explicado anteriormente, la consecución de este objetivo se realizará en dos fases debido a que es un cambio demasiado grande para que pueda ser asumido a corto plazo sin consecuencias para sus clientes. No obstante, con la solución propuesta, esta medida será perfectamente aplicable.

Al partir de la modificación anterior, los únicos valores que se verán afectados en este punto serán los de las cantidades de stock de seguridad. Es decir, en el punto anterior se han modificado los tamaños de lote, aumentándolos para poder reducir el stock de seguridad de la empresa. Esto ha permitido reducir drásticamente los costes fijos, los cuales son muy perjudiciales para la empresa, convirtiendo parte de ellos en costes variables, fácilmente modificables en función de la demanda, y otra parte directamente se ha eliminado al tener un exceso de stock como se ha visto anteriormente.

Por tanto, en este punto únicamente se reducirán los valores del stock de seguridad hasta alcanzar los valores obtenidos mediante las fórmulas. Para obtener el valor de los nuevos stocks de seguridad, se ha utilizado la fórmula correspondiente al EOQ con demanda aleatoria y tiempo de suministro constante:

$$\text{SS} = k \cdot \sigma \cdot \sqrt{TS}$$

Siendo:

- K: una constante obtenida en función del nivel de servicio que la EMPRESA desea ofrecer, que en este caso es un 99%.
- TS: el tiempo de suministro.
- σ : la desviación típica de la demanda durante el periodo analizado, en este caso un año.

Aplicando esta mejora, la cantidad de stock de seguridad se reduciría en aproximadamente un 50% respecto a la mejora introducida el año anterior.

Los resultados obtenidos utilizando esta propuesta han sido:

- **Niveles de stock:**

Componentes	Días tránsito (TS)	Medida	Consumo/día	Stock Seguridad (Reducción Fórmula)		Tamaño Lote entrega 2	Stock Max	Stock Nivel Alarma	
COMPONENTE A	3	ms	1.574,70	1.815	-	11.000,00	12.815	6.539	-
COMPONENTE B	3	ms	630,11	553	-	4.500,00	5.053	2.443	-
COMPONENTE C	5	Uds.	388,00	370	-	4.500,00	4.870	2.310	-
COMPONENTE D	5	ms	2.198,23	5.832	-	18.950,00	24.782	16.824	-
COMPONENTE E	2	Kg	482,13	913	-	9.920,00	10.833	1.877	-
COMPONENTE F	3	ms	94,45	258	1.612	5.900,00	7.512	541	4.128
		ms	247,08	207				949	
		ms	135,86	332				739	
		ms	195,37	594				1.180	
		ms	165,92	221				719	
COMPONENTE G	2	kg	498,10	836	-	9.000,00	9.836	1.832	-
COMPONENTE H	1	Uds.	423,00	698	-	2.775,00	3.473	1.121	-
COMPONENTE I	1	Uds.	396,00	172	-	2.000,00	2.172	568	-
COMPONENTE J	10	ms	119,85	684	3.749	45.000,00	48.749	1.882	23.818
		ms	982,30	1.496				11.319	
		ms	101,05	667				1.678	
		ms	733,20	544				7.876	
		ms	70,50	358				1.063	
COMPONENTE K	3	Uds.	56,00	107	214	900,00	1.114	275	382
		Uds.	124,80	106				106	
COMPONENTE L	3	kg	92,33	280	-	1.000,00	1.280	557	-

Tabla 11

- **Entregas:**

Componentes	Días tránsito (TS)	Días tránsito desde pto de alarma	Días consumo previo punto alarma	Días de consumo lote de entrega
COMPONENTE A	3	3	4	7
COMPONENTE B	3	4	4	8
COMPONENTE C	5	5	7	12
COMPONENTE D	5	5	4	9
COMPONENTE E	2	2	19	21
COMPONENTE F	3	4	4	8
COMPONENTE G	2	3	16	19
COMPONENTE H	1	1	6	7
COMPONENTE I	1	2	4	6
COMPONENTE J	10	26	12	23
COMPONENTE K	3	1	4	5
COMPONENTE L	3	3	8	11

Tabla 12

- **Comparativa datos inventario**

Componentes	Bobina (m)	Formatos (m)	TOTAL	Delta
COMPONENTE A	13.809,50	4.800,00	18.609,50	-5.794,36
COMPONENTE B	10.225,00	1.197,98	11.422,98	-6.370,47
COMPONENTE C	-	-	7.856,00	-2.986,30
COMPONENTE D	-	-	16.942,68	7.839,79
COMPONENTE E	-	-	2.493,40	8.339,59
COMPONENTE F	11.895,90	1.075,94	17.581,10	-10.069,46
		650,00		
		1.536,84		
		0		
		2.422,42		
COMPONENTE G	-	-	7.658,36	2.177,73
COMPONENTE H	-	-	3.335,00	138,10
COMPONENTE I	-	-	3.335,00	-1.163,30
COMPONENTE J	46.727,30	260,85	55.095,65	- 6346,50
		3.393,40		
		495,85		
		3.468,60		
		749,65		
COMPONENTE K	3.354,60	784,00	5.738,60	-4.624,76
		1.600,00		
COMPONENTE L	-	-	1.855,88	-575,96

Tabla 13

- **Costes stock seguridad:**

Componentes	Stock Seguridad uds.	Coste unitario	Coste Stock Seguridad
COMPONENTE A	1815	4,32 €	7.834,73 €
COMPONENTE B	553	5,24 €	2.897,38 €
COMPONENTE C	370	0,26 €	95,75 €
COMPONENTE D	5.832	0,69 €	4.024,40 €
COMPONENTE E	913	2,18 €	1.990,32 €
COMPONENTE F	1.612	4,40 €	7090,80 €
COMPONENTE G	836	1,76 €	1.471,50 €
COMPONENTE H	698	2,38 €	1.661,14 €
COMPONENTE I	172	4,86 €	834,47 €
COMPONENTE J	3.749	0,48 €	1784,56 €
COMPONENTE K	214	4,79 €	1.025,01 €
COMPONENTE L	280	2,18 €	610,22 €
TOTAL:			31.320,28 €

Tabla 14

En conclusión, con esta modificación propuesta para la gestión y control de stocks, reduciendo el stock de seguridad y aumentando el tamaño de lote, es posible reducir significativamente el coste del almacenamiento del stock de seguridad, manteniendo los niveles de servicio marcados por la empresa. Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Comparación Stock Seguridad	INICIAL	AÑO 1	AÑO 2
Cantidad SS (Uds.)	68.430,09	34.215,04	17.043,24
Reducción respecto inicial (Uds.)	-	34.215,04	51.386,85
% Reducción respecto inicial	-	50,00%	75,09%
Coste SS (€)	152.488,32 €	76.244,16 €	31.320,28 €
Ahorro respecto año anterior (€)	- €	76.244,16 €	44.923,88 €
% Ahorro respecto año anterior	-	50,00%	58,92%
AHORRO TOTAL	121.168,04 €		
% AHORRO TOTAL	79,46%		

Tabla 15

Con todo esto realizado, se procedió a calcular el tamaño de lote económico (Economic Order Quantity) para ver si era posible mejorar los resultados obtenidos. En el caso de que fuese posible, esto no podría implementarse hasta la siguiente negociación contractual con el proveedor, ya que posiblemente supondría modificar la frecuencia de envíos o reducir el tamaño a un nivel inferior al mínimo marcado por el proveedor en el contrato actual.

Esta parte fue realmente complicada de calcular debido a que las fórmulas aplicadas para calcular el tamaño de lote económico con una demanda variable, lo que hacen es regular el tamaño de lote teniendo en cuenta únicamente la variación de la demanda. Esta fórmula no tiene en cuenta la fiabilidad del proveedor. No se utiliza ningún coeficiente para cuantificar la fiabilidad del proveedor, aunque sería necesario en este caso. Es por esto que los resultados obtenidos aplicando las fórmulas del Economic Order Quantity no son representativos al no incluir todos los parámetros necesarios para una empresa del sector de la automoción.

No obstante, a modo únicamente indicativo para la próxima negociación contractual con los proveedores, el lote económico fue calculado en función de los datos obtenidos. Los resultados podrían servir de referencia, pero para conseguir unos resultados más precisos, sería necesario contar con la aprobación de los otros departamentos implicados y con el beneplácito del departamento de compras central de la EMPRESA a la hora de negociar con los proveedores, ya que actualmente no es posible saber hasta donde podrían reducirse los tamaños de lote, ni cómo podrían afectar las variaciones en la frecuencia de los envíos a los precios acordados para los componentes.

Para finalizar este apartado, es necesario destacar un concepto muy importante que aparece en la "Tabla 2" en durante el cálculo del nivel de stock. Este concepto es el de "Stock Nivel de Alarma", y es un concepto que actualmente la planta de la EMPRESA en Almussafes no utiliza, pero que es muy importante y es parte de las mejoras introducidas en el proyecto. De hecho, este es uno de los motivos por los que esta planta tiene un exceso de stock de seguridad.

Este concepto se utiliza para conocer el punto en el que es necesario que un pedido realizado a un proveedor haya salido de sus instalaciones, o no podrá llegar a tiempo al almacén de materia prima de la planta productiva. Es una idea similar a la del punto de pedido, pero con la

peculiaridad de que aquí realmente no se realiza ese pedido, sino que simplemente se comprueba que el pedido haya salido de las instalaciones del proveedor. El motivo por el que se utiliza este concepto y no el punto de pedido es que en el sector del automóvil es necesario tener los pedidos a los proveedores realizados con mucha antelación, ya que los fabricantes tienen exigencias muy altas con sus proveedores, y les proporcionan la información sobre las estimaciones de requerimientos con meses de antelación para que estos puedan a su vez contactar con sus proveedores.

Por este motivo es muy importante establecer un “Stock Nivel de Alarma” para cada componente y así poder evitar problemas de roturas de stock.

4. Value Stream Mapping y MTM

Tras el análisis del primer punto, se ha podido determinar cuál es la línea de producción más importante, así como el producto más representativo de la misma, ya que la gran mayoría de los productos tipo A correspondían a los componentes que se utilizan en la línea 5, donde se fabrican todos los modelos de la familia de techos “Techo T”. A pesar de que se conocía el dato de que el Techo T era el producto más demandado, era necesario comprobarlo mediante el análisis ABC.

Así pues, se ha elegido la línea que produce el producto más vendido, pero en su versión más elaborada, esto es, la versión que requiere más procesos. Estos procesos añadidos son una fase de curación especial por las diferencias respecto a la versión normal, y una fase de rebordeado y acabado, necesaria para la adición del cristal que forma el techo panorámico. Este producto se denomina Techo T-P

Esta línea es muy acertada a la hora de realizar el estudio ya que es, con una gran diferencia, la línea con una mayor producción, por lo que cualquier mejora supondrá un gran beneficio para la empresa.

El Techo T-P está constituido por cinco componentes, de los cuales cuatro de ellos forman parte del análisis ABC visto en el primer apartado del estudio. Los cuatro componentes son: Componente A, Componente D, Componente E, y Componente G. El quinto componente necesario para la producción de un techo es una placa de espuma. Estas placas son producidas en la propia planta, en el proceso de espumación, el cual se ha definido anteriormente pero como no forma parte de la línea productiva, no se analizará el proceso productivo ligado a su obtención. Además, se utiliza un adhesivo para la unión de los distintos componentes.

4.1 Value Stream Mapping

Pero para realizar mejoras en el proceso, primero es necesario conocer el proceso en profundidad. Para ello, se ha realizado el Value Stream Mapping (VSM en adelante) del proceso de producción, para conocer con detalle cual es el flujo de material, donde existen esperas o desperdicios, y cuáles son los procesos que realmente añaden valor al producto final. Todo esto es realmente importante, ya que es la base para descubrir las posibles ineficiencias en el proceso productivo y poder centrarse en mejorarlas.

Para realizar el VSM, en primer lugar, se ha realizado el diagrama de flujo de proceso, donde se puede ver de manera simple y esquemática todo el proceso que siguen los componentes, de manera que se puede ver en qué momento entran en el proceso de fabricación y se unen al producto, así como su origen o las esperas que sufre cada uno de estos componentes y materiales.

En este análisis se puede ver que la empresa tiene tres proveedores externos que suministran bobinas de tejido para las diferentes partes del proceso. Estas bobinas corresponden a los componentes: COMPONENTE A, COMPONENTE D, COMPONENTE D, y COMPONENTE G. Los componentes D, E, y G llegan a la planta en forma de bobina, y son cortados en el formato correspondiente en la línea de fabricación. Por el contrario, el componente A es enviado por el

proveedor a una empresa externa que se dedica a cortar la bobina en formatos y enviarlos a la planta, simplificando el proceso de producción ya que el material de este componente es más delicado que los otros componentes.

Tanto los componentes que llegan a la planta en forma de bobina, como el componente que llega a la planta ya cortado en pallets de 250 unidades, se almacenan en el mismo almacén de materia prima.

El otro componente básico en la producción de los techos es una espuma que se fabrica en las propias instalaciones de la EMPRESA a partir de los componentes químicos necesarios. Una vez que se produce el bloque de espuma, esta debe de pasar un tiempo de curación suficiente antes de que pueda ser cortado. Las placas de espuma obtenidas tras el corte se colocan de forma que cada pallet contenga 75 placas.

Los componentes D, y E son montados en unos soportes especiales que se acoplan directamente a la máquina de corte. El montaje se realiza en el almacén de materia prima y llega a la línea cuando la máquina de corte se queda sin bobinas para cortar. Por el contrario, el componente G se monta en la máquina directamente. Los tres componentes son cortados a la vez, con el mismo corte, obteniéndose tres formatos con la misma medida, que juntos forman lo que se conoce como el “sándwich”.

Una vez que estos componentes entran en producción, en forma de sándwich, no tienen esperas. No obstante, sí que existen esperas en los puestos donde estos entran en la línea productiva, debido a que el último componente puede tardar varias horas en llegar a utilizarse.

Finalmente, cuando el producto sale de la línea de producción tiene que estar unas horas en curación, antes de ser válido para la última etapa de rebordeado y acabado.

En el siguiente esquema pueden verse todas las operaciones que se desarrollan durante el proceso productivo, desde la entrada de los materiales a través de los distintos proveedores, hasta las esperas que hay entre los procesos.

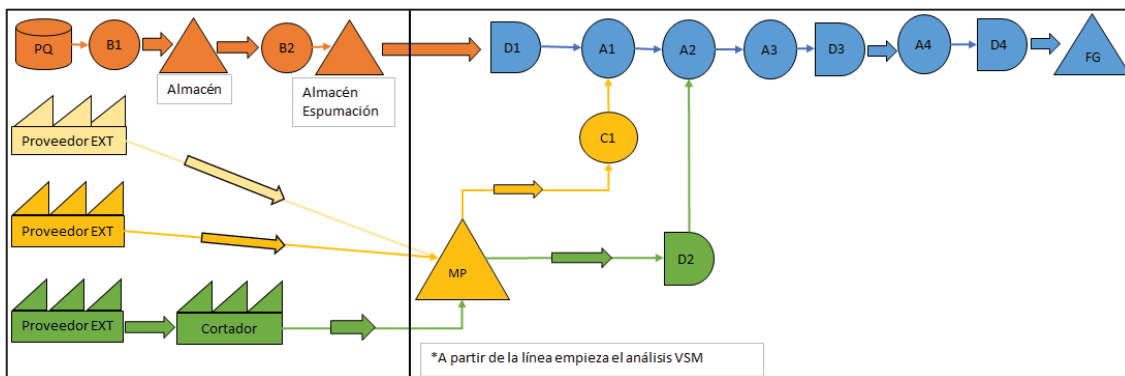


Figura 2

Este esquema está formado por una serie de símbolos con distinto significado:

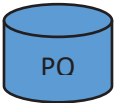

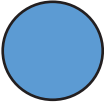
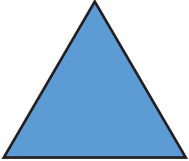

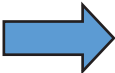
	Depósito productos químicos. Hay cuatro depósitos químicos en la planta.
	Proveedor externo. En este caso existen 3 proveedores de materia prima distintos y un proveedor de servicios (corte bobinas tela).
	Proceso de fabricación en la planta de la EMPRESA
	Almacén: En la planta existe un almacén de materia prima y un almacén de espumación, que alberga tanto los bloques de espuma como las placas de espuma ya cortadas. Finalmente, existe también un almacén de productos acabados, donde se almacenan los techos finalizados en racks de 30 techos cada uno
	Espera que sufre el material entre los procesos o antes de entrar al mismo.
	Transporte del material o producto entre las distintas fases de la producción

Figura 3

En el gráfico anterior pueden distinguirse distintas partes diferenciadas por colores. Estos colores hacen referencia a los distintos componentes básicos que dan forma al techo. Los colores amarillos hacen referencia a los proveedores de las fibras y telas aislantes que forman la base del techo. Estos proveedores envían sus productos directamente al almacén de materia prima de la EMPRESA.

Por otro lado, en color verde puede verse el proveedor de la tela cara vista, el cual envía las bobinas de tela a una empresa dedicada al corte de tejidos para que realice los cortes, y finalmente se envían los tejidos ya cortados en formatos al almacén de materia prima.

El color naranja define todos los procesos que tienen que ver con la formación de los bloques de espuma, así como el corte para formar las placas de espuma. Puede verse que para este proceso existen dos almacenes distintos. Un almacén exterior, con estanterías de tipo dinámico, donde se colocan los bloques de espuma para su secado y curación, y otro almacén donde se sitúan las placas de espuma, ya cortadas y ubicadas en pallets, hasta que pasan a la línea productiva.

Finalmente, la línea de producción analizada en este estudio está definida por el color azul. Como se puede observar, las bobinas de componentes aislantes (color amarillo) son cortadas en una operación auxiliar, paralela a la línea de producción, y los tejidos ya cortados (formatos) entran a la línea en la primera operación (A1). Los formatos de tejidos de tela cara vista son utilizados en la segunda operación de la producción (A2).

En los siguientes apartados, únicamente se estudiarán los procesos productivos que tienen lugar en la línea de producción de la planta (color azul) y utilizando los productos y componentes ubicados ya en los almacenes de la planta.

El proceso de fabricación consta de las siguientes operaciones:

a) Producción bloque espuma [B1]:

Es el proceso en el que se forman los bloques de espuma que posteriormente se utilizarán como aislantes térmicos y acústicos en los techos. Los bloques se forman mediante la mezcla de 2 compuestos químicos en unos recipientes rectangulares de altura variable. Una vez los compuestos están mezclados, se cierra el recipiente y se calienta, produciéndose una reacción química en la cual se forma una espuma que aumenta rápidamente de volumen (por eso es necesario que el recipiente sea de altura variable).

Una vez la espuma ya se ha enfriado, se extrae del recipiente y se transporta a un almacén exterior, donde deben permanecer durante un tiempo determinado para que adquieran las propiedades necesarias (proceso de curación).

b) Corte bloque espuma [B2]:

Cuando los bloques de espuma han superado la etapa de curado, se transportan a la zona de corte, donde una máquina procede al corte en láminas del bloque. De cada bloque se extraen unas 75 placas de espuma con las especificaciones del techo seleccionado. Este número de placas puede variar ligeramente en el caso de que algún bloque tenga algún desperfecto en la cara superior o la inferior, pero en la mayoría de los casos las tolerancias que utiliza la EMPRESA son suficientes para asegurar esas 75 placas.

Posteriormente, las placas se colocan en un pallet y se almacenan en el almacén de espumación, donde permanecen hasta que son transportadas a la línea de producción.

c) Corte formatos componentes D, E, y F [C1]:

Los tres componentes se cortan en una máquina cortadora durante operación paralela a la línea de producción del techo. Los tres componentes llegan a la máquina en forma de bobina. Dos de ellos vienen montados en un soporte auxiliar que se acopla a la máquina y el otro se coloca directamente en la máquina.

Las bobinas se colocan de forma que la máquina corte 3 formatos de tejido del mismo tamaño de manera simultánea.

d) Formación del sándwich [A1]:

En esta etapa, los tres formatos de tejido obtenidos anteriormente se unen a la placa de espuma formando lo que se denomina como sándwich.

En primer lugar, entra una placa de espuma a la máquina, la cual impregna la placa en adhesivo. Posteriormente, el operario coloca los formatos obtenidos tras el corte en la máquina, y esta se encarga de juntar y adhesivar todas las partes formando el sándwich.

Todas las capas que componen este sándwich tienen como función principal otorgar aislamiento acústico y térmico al techo final, aportando cada una de las capas propiedades distintas, mejorando la sensación de confort en el coche.

La espera que existe antes de este proceso [D1] se debe a que las placas llegan a la línea en unos pallets con capacidad para 75 piezas. Se transportan dos pallets juntos, ya que así se minimiza el tiempo de máquina parada. No obstante, uno de ellos queda en espera, lo cual crea una espera para esas piezas.

e) Adición tela cara vista y conformado del techo [A2]:

Al inicio de esta etapa el operario recibe el sándwich y le coloca el tejido cara vista por encima. Este tejido (Componente A) es muy delicado y es por eso que se corta en un proveedor externo en lugar de cortarse en la propia línea. En este punto las piezas situadas en el pallet tienen una demora [D2] antes de entrar a formar parte de la línea.

Cuando el tejido está correctamente colocado, el operario coloca el sándwich en la prensa. A partir de este momento, el techo ya está formado y no se requieren componentes adicionales.

La prensa de conformado aplica presión y calor para unir de forma permanente las distintas capas que forman el techo. Esto hace que el adhesivo aplicado en las anteriores etapas del proceso se consolide, haciendo que la unión entre las capas sea fuerte y duradera.

Una vez que la prensa acaba el proceso, el operario retira el techo y lo coloca en una mesa para realizar un control de calidad visual mientras espera a que la siguiente máquina acabe.

f) Corte del techo [A3]:

Una máquina de corte por agua (waterjet), acaba de dar forma al techo recortando los bordes exteriores, y realizando además una serie de cortes precisos que sirven para colocar los diferentes elementos opcionales que pueden llevar los techos.

Existen 2 modelos básicos, una opción con techo cerrado y otra con techo abierto panorámico (opción elegida para el análisis), las cuales tienen diversas variaciones en función del acabado seleccionado para el mismo. Es decir, un techo panorámico puede tener algunas opciones diferentes en función de los requerimientos del cliente final, como puede ser redes para el transporte de animales en el maletero o incluso conductos de ventilación en los acabados más altos.

Por todo ello esta máquina supone un gran valor añadido para la EMPRESA, ya que le permite ofrecer a su cliente múltiples opciones diferentes en función del nivel de acabado seleccionado, a partir de un mismo producto.

Cuando la máquina finaliza el corte, el operario extrae el techo de la máquina y retira el borde exterior sobrante, limpiando también los cortes realizados por la máquina en la parte interior del techo.

Finalmente, el operario extrae el techo ya acabado de la mesa de recorte y lo coloca en el rack (unidad de almacenamiento de techos con capacidad para 30 unidades). Aquí se produce una espera [D3] ya que tienen que completarse 3 racks antes de

que se transporten a la zona de secado, donde los techos tendrán que pasar un determinado tiempo de secado antes de poder pasar a la siguiente etapa.

g) Rebordeado [A4]:

Es la última etapa en el proceso de fabricación del techo. Esta fase, que solo se realiza para los techos panorámicos, es clave a la hora de darle robustez al techo y un buen acabado exterior. Se aplica un tratamiento de calor y presión a la zona del ajuste entre el techo de cristal, el cual se implementará posteriormente en la cadena de producción del cliente, y el interior del techo, mejorando la calidad percibida por el usuario final.

Aquí el operario limpia los residuos producidos durante esta etapa y realiza otro control de calidad visual, bastante más exhaustivo que el anterior, para finalmente colocar los techos aceptados de nuevo en el rack. El proceso de fabricación termina cuando el operario de la carretilla retira el rack a la zona de almacenamiento de productos acabados. En esta tarea también existe una espera [D4], ya que hasta que no se completan 2 racks (60 techos), no se transportan hasta el almacén de productos acabados.

Para la realización del mapa de la cadena de valor durante el análisis VSM, se ha estudiado únicamente los procesos que se realizan dentro de las instalaciones de la planta. Es decir, se ha analizado el flujo de los componentes una vez que han llegado a los almacenes de la planta, esto es, a partir del almacén de materia prima, y excluyendo el proceso de espumación. Para este proceso, en donde se producen las placas de espuma, únicamente se ha tenido en cuenta a partir de que las placas de espuma, en pallets de 75 placas cada uno, estaban colocadas en el almacén de espumación. No se ha analizado el proceso de fabricación de los bloques de espuma debido a que se utiliza la misma línea de fabricación para producir todas las placas de los distintos modelos, formando una línea diferente a la analizada.

Por otro lado, en esta fase también se ha analizado el layout de la línea productiva, así como el de todo el proceso productivo. Esto ha servido para poder detectar desperdicios o ineficiencias en la producción, sobretodo en el ámbito de la manipulación y la producción. Una vez realizado se ha podido observar que el proceso está bastante bien optimizado. Los operarios no tienen que realizar desplazamientos largos o sin sentido, y el material fluye a lo largo de la línea de manera lógica y sin contratiempos. No obstante, los puestos de trabajo, así como los movimientos y el orden de los mismos realizados por el operario, serán objeto de análisis en el último punto de la memoria de este trabajo (estandarización del proceso).

Los resultados obtenidos en este análisis, se han incluido en la siguiente tabla, en donde se puede ver de forma rápida y sencilla la evolución de los componentes a lo largo de la línea.

Hay que tener en cuenta que los datos proporcionados por la siguiente tabla son válidos únicamente para los componentes del Techo T-P. Es decir, al haber analizado el VSM del proceso de formación del Techo T-P en la línea 5, se han excluido los datos referentes a los otros techos que utilizan los mismos componentes que el Techo T en su proceso de fabricación o en algunas partes de él, ya sean de la familia de Techos T o de otros modelos de techo. Por este motivo, los resultados de los requerimientos de la siguiente tabla varían respecto a los que aparecen en las tablas del análisis VSM.

4.1.1 Dock To Dock

Con todos estos datos presentes, a continuación, se realizará el análisis del Dock to Dock, con lo que se podrá obtener una vista mucho más detallada del tiempo que pasa cada componente en la línea de producción, lo que ayudará a descubrir los posibles desperdicios que existan en el proceso.

El Dock to Dock sirve para conocer el tiempo que permanece inmovilizado el material dentro de la línea productiva. En este caso, se estudiará el tiempo que permanecen inmovilizados los materiales utilizados en la fabricación del Techo T-P, desde que se reciben en el almacén de materia prima, hasta que salen del almacén de productos acabados.

Por tanto, al igual que en el apartado anterior, se estudiarán los procesos dentro de la línea de producción escogida para el análisis, descartando las operaciones anteriores, tal y como puede verse en la figura 1.

En el siguiente cuadro puede verse como están distribuidos los componentes y materiales utilizados para la fabricación de los techos en las distintas operaciones, así como en los almacenes, además del tiempo de espera promedio de cada uno de los materiales.

Para la situación inicial, la distribución de cada uno de los componentes en la línea productiva es la que se muestra en la siguiente tabla (Tabla 15) teniendo en cuenta que los valores que aparecen en la tabla son los días que los materiales permanecen inmovilizados en cada uno de los procesos del sistema productivo.

Procesos	Componente A	Componente D	Componente E	Componente G
MP	1,389	10,167	24,439	14,933
D1	-	-	-	-
C1	-	0,240	0,054	0,048
A1	-	0,001	0,001	0,001
D2	0,094	0,094	0,094	0,094
A2	0,001	0,001	0,001	0,001
A3	0,001	0,001	0,001	0,001
D3	0,023	0,023	0,023	0,023
A4	0,001	0,001	0,001	0,001
D4	0,333	0,333	0,333	0,333
Almacén Acabados	0,500	0,500	0,500	0,500
DTD	2,341	11,360	25,446	15,935

Tabla 16

Para mejorar estos datos, se han aplicado los conocimientos obtenidos en el apartado 3 de esta memoria, en la que se descubrió que la empresa tenía hasta un 75% de exceso de material en sus almacenes. Por tanto, aplicando este dato, y sabiendo que el mayor tiempo de inmovilizado del material corresponde al tiempo en el que el material está en el almacén de materia prima,

se ha recortado el nivel de stock de los componentes almacenados en de dicho almacén y se han analizado los resultados obtenidos en la siguiente tabla (Tabla 16).

Además, el hecho de que se trate de un proceso unitario, es decir, únicamente se existe una unidad por operación en cada ciclo, hace que sea difícil reducir el inventario de materias primas durante el proceso (o WIP).

Procesos	Componente A	Componente D	Componente E	Componente G
MP	1,389	2,533	6,088	3,720
D1	-	-	-	-
C1	-	0,240	0,054	0,048
A1	-	0,001	0,001	0,001
D2	0,094	0,094	0,094	0,094
A2	0,001	0,001	0,001	0,001
A3	0,001	0,001	0,001	0,001
D3	0,023	0,023	0,023	0,023
A4	0,001	0,001	0,001	0,001
D4	0,333	0,333	0,333	0,333
Almacén acabados	0,500	0,500	0,500	0,500
DTD	2,341	3,726	7,095	4,721

Tabla 17

Puede verse como al reducir el nivel de inventario, se han reducido los días de inmovilizado de material en algo más de 18 días, lo cual es una mejora considerable.

Esta reducción del 75% del nivel de inventario es factible tal y como se ha demostrado en el apartado anterior, por tanto únicamente habría que aplicarla en este apartado para ver cómo afectaría dicha reducción. No obstante, en este caso, esta mejora en el Dock to Dock no lleva implícita una mejora en cuanto al ahorro en los costes del material inmovilizado, ya que esta reducción se cuantificó para el total de componentes en el apartado 3 de este proyecto.

Por tanto, sí que se puede observar una mejora en cuanto a la eficiencia de la línea productiva ya que se ha logrado reducir en más de 18 días el Dock to Dock.

4.1.2 OEE

El O.E.E (Overall Equipment Effectiveness) es un indicador que sirve para tener una visión global de la eficiencia del proceso productivo, teniendo en cuenta tres aspectos clave en la producción: Disponibilidad, Eficiencia, y Calidad, con los cuales se obtiene un único valor que representa el funcionamiento global del proceso:

➤ $O.E.E = \text{Disponibilidad} \times \text{Productividad} \times \text{Calidad}$

Ecuación 1

• $\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Disponible Neto}}$

Ecuación 2

• $\text{Productividad} = \frac{\text{Tiempo de Ciclo medido} \cdot \text{Total de piezas producidas}}{\text{Tiempo Operativo}}$

Ecuación 3

• $\text{Calidad} = \frac{\text{Total piezas producidas} - \text{Scrap}}{\text{Total piezas producidas}}$

Ecuación 4

- Total piezas producidas = OK y No OK.
- Tiempo operativo = Tiempo real trabajo del equipo.
- Tiempo ciclo medido = Tiempo de ciclo por pieza en cada operación definida.

Este indicador se utiliza como parte del análisis VSM y permite comparar la producción estándar con la producción real en unidades por hora (UPH), que es la forma en la que se expresa la capacidad de la línea productiva. Para ello es necesario tener un estándar bien definido, ya que si esto no se cumple, se pueden obtener valores de O.E.E irreales.

El valor mínimo esperado para una empresa industrial competitiva sería un valor de O.E.E cercano al 85%. Este valor se conseguiría teniendo un valor de Disponibilidad del 90%, una eficiencia del 95% y un nivel de calidad del 99%. Por este motivo, valores de O.E.E comprendidos entre el 85-93% son adecuados y exigibles para una industria con procesos no automatizados. Únicamente en estos casos será posible superar ese umbral y acercarse a un O.E.E del 100%.

Para el caso del proceso productivo analizado en las instalaciones de la EMPRESA, según los datos proporcionados por el departamento de ingeniería tenían valores de O.E.E cercanos al 104%, lo cual no es posible, ya que ningún proceso puede superar el 100% pues esto supone que se está fabricando por encima del estándar definido previamente. En el proceso productivo analizado existen bastantes partes en donde el proceso es manual, por lo que no es posible obtener los valores proporcionados por la EMPRESA. Como de los tres aspectos clave, ni la calidad, ni la disponibilidad son susceptibles de superar el 100%, la única posibilidad es que los tiempos de ciclo ideales tomados por la EMPRESA sean erróneos. Es decir, como la empresa realiza las mediciones de los tiempos de ciclo para realizar la estandarización del método de trabajo mediante cronometraje, es posible que se hayan desvirtuado los resultados al añadir las correcciones y los suplementos.

En este punto, los datos existentes en lo relativo al cálculo del O.E.E son:

Productividad	117%
Disponibilidad	90%
Calidad	99%
O.E.E	104%
UPH STD	43 uds/h
UPH Real	45 uds/h

Tabla 18

Teniendo en cuenta las fórmulas anteriores para el cálculo del O.E.E, teniendo una disponibilidad del 90%, una calidad del 99% y un O.E.E definido por la EMPRESA de un 104%, la productividad tiene que ser de un 117%.

La productividad de un 117% concuerda con el hecho de que según los datos estén fabricando por encima del estándar, y esto es así porque el estándar está mal definido y debe ser corregido. Para solventar este problema, se ha realizado una estandarización del proceso productivo aplicando el método MTM y teorías de economía del movimiento. Una vez se haya definido un estándar correcto, se podrá especificar el objetivo de producción en unidades por hora que se debe alcanzar para conseguir un nivel mínimo de O.E.E del 85%. Esto es así debido a que el único valor de la ecuación del O.E.E que puede variar sin cambiar completamente el proceso es el de la productividad.

4.2 Estandarización del proceso mediante aplicación del método MTM

Habiendo realizado ya el análisis de todo lo relacionado con los materiales, la última parte del trabajo será estudiar cómo trabaja la línea productiva, y analizar si es posible mejorar los resultados productivos obtenidos por la EMPRESA en la línea analizada previamente en el VSM.

En el punto 4.1 de la memoria se explicaron los procesos que tenían lugar en cada uno de los procesos que tenían lugar en la línea productiva. En este apartado, se ha puesto atención en todos los movimientos realizados por los operarios en cada uno de los puestos de trabajo. Para ello, se ha utilizado el método MTM para la descripción de los puestos de trabajo, y posteriormente se ha aplicado economía de movimientos para mejorar los resultados obtenidos inicialmente.

En primer lugar, es necesario entender la distribución de las tareas de los operarios a lo largo de la línea productiva, por lo que se han detallado las operaciones que realizan en los cuatro procesos principales:

- a) Formación del sándwich (A1/C1): En este proceso el operario A realiza dos tareas. En primer lugar, acciona la máquina cortadora (operación C1) y posteriormente coloca los tejidos ya cortados en la máquina adhesivadora

sobre un cartón para formar el sándwich (A1). Este cartón es necesario para que el tejido pueda ser arrastrado por los rodillos de la máquina, pero en la siguiente operación se retira y es reutilizado en las siguientes operaciones.

Este operario también se encarga de reemplazar las bobinas de tejido de la máquina cortadora cuando estas se agotan.

- b) Adición tejido cara vista y Conformado del techo (A2): Aquí el operario B recoge el sándwich que llega por la cinta transportadora y le añade el tejido cara vista. Posteriormente el operario introduce el techo en la prensa de conformado, lo coloca con ayuda del operario C, y extrae el cartón (colocándolo en un recipiente para los cartones para reutilizar).

Cuando la prensa de conformado finaliza su proceso, el operario C, que está situado en el otro lado de la prensa, recoge el techo y lo coloca en una mesa para realizar un control de calidad visual mientras espera a que termine la siguiente máquina. Esta espera es debida a la diferencia de tiempos de ciclo entre la prensa de conformado y la máquina de corte.

- c) Corte del techo (A3): Si el techo no tiene defectos y supera el control de calidad, el operario C coloca el techo en la máquina de corte con ayuda del operario D. Esta máquina, conocida como Waterjet, es una máquina de corte de alta precisión que utiliza agua a presión para realizar los cortes limpiamente. Es necesario utilizar máquinas de corte de este tipo ya que por las características técnicas de los tejidos que componen los techos, no dañan los tejidos de los techos.

Una vez realizado el corte, el operario D extrae el techo, retira los bordes sobrantes y limpia los agujeros y cortes realizados por la máquina. Finalmente, realiza un control de calidad visual al techo, y si todo está correcto, coloca el techo en el rack. Cuando se completa el rack, se transporta a la zona de rebordeado para iniciar el último proceso.

- d) Rebordeado (A4): La última etapa del proceso productivo se realiza en una zona un poco alejada de la línea ya que por motivos de espacio no podía ser colocada a continuación del último proceso. Además, ya que los techos panorámicos no están tan solicitados como los no panorámicos, es útil separar este proceso, ya que esto permite una mayor versatilidad en la línea.

En esta etapa el operario E coloca el techo en la máquina de rebordeado, y una vez finalizado el proceso automatizado, extrae el techo y limpia los residuos generados por la máquina. Finalmente realiza un último control de calidad y coloca los techos ya acabados en el rack.

Una vez vistos las operaciones que realiza cada uno de los operarios, se puede realizar utilizar el método MTM para analizar con todo detalle las acciones realizadas por cada operario durante el proceso y el tiempo que tarda en cada una de ellas.

El método MTM (Methods Time Measurement) permite calcular los tiempos teóricos de realización de actividades por parte de los operarios. Se utiliza para el análisis de operaciones o tareas manuales mediante su descomposición en movimientos básicos, a los cuales se les asigna

un tiempo determinado basándose en las condiciones y en la naturaleza de su ejecución. En concreto, para la realización de este estudio se ha utilizado el MTM-2 que es una versión actualizada del sistema MTM original, y que además está más preparado para la producción en cadena.

Este método supone un avance respecto al método del cronometraje ya que facilita enormemente la creación de un estándar, ya que no requiere de un observador externo valore el ritmo de trabajo de los operarios, además de simplificar el análisis de los datos obtenidos.

Hay que tener en cuenta que la EMPRESA no tiene implantado el método MTM para realizar el estudio de tiempos de sus líneas de producción. En la planta se emplean el método del cronometraje de los operarios para posteriormente definir las acciones e incrementar el ritmo de los mismos. Esto es una debilidad ya que no pueden aplicar economía de movimientos para eliminar las operaciones que no añaden y reducir los tiempos de desplazamientos. Con el sistema de cronometraje no es posible definir correctamente estas acciones, y además no puede aplicarse un estándar. Se marca un ritmo objetivo y el observador que mide al operario define con su propio criterio si el operario se acerca o no a ese objetivo o no. Todo esto influye en que el estándar definido por la EMPRESA no sea correcto y en consecuencia el O.E.E sea erróneo.

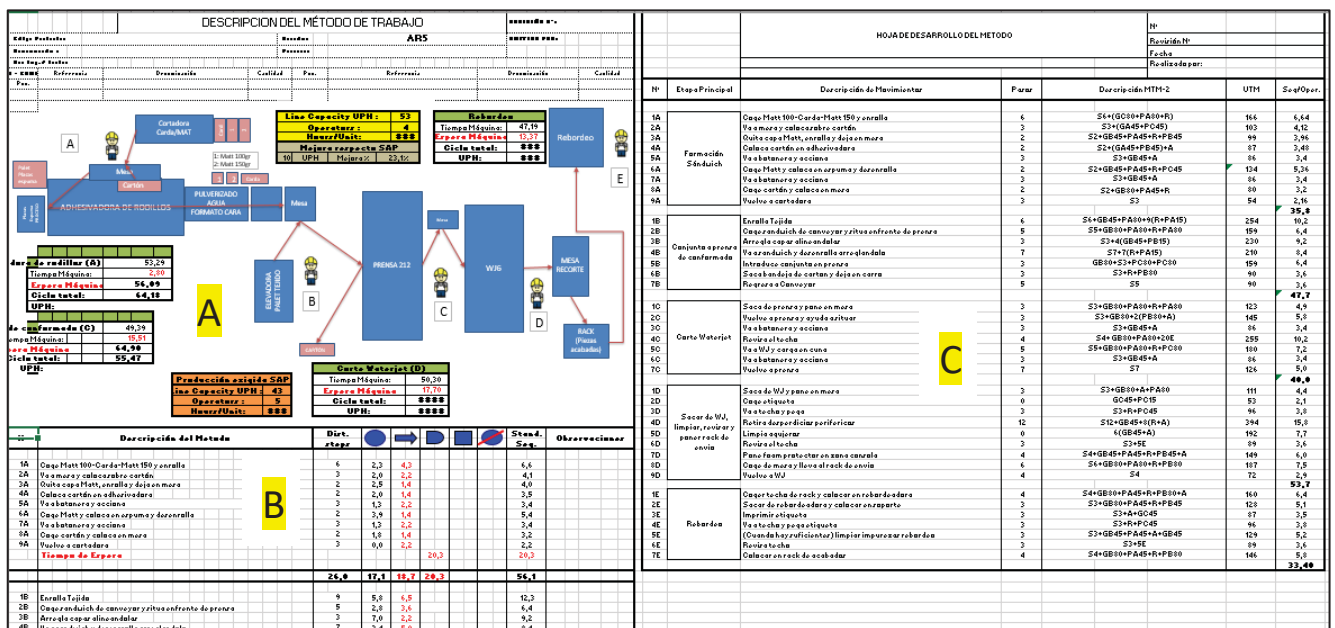


Figura 4

Al aplicar el método MTM se han obtenido unos resultados que se han expresado en las siguientes tablas. En la primera tabla (Tabla 19), se definen todas las acciones realizadas por cada uno de los operarios en las etapas correspondientes, incluyendo el desplazamiento en pasos que realiza en cada una de ellas y la descripción de las acciones mediante el MTM para poder cuantificar el tiempo por operación. Finalmente se ha calculado el tiempo empleado en cada una de las tareas y la suma total de tiempo empleado en cada etapa. En la segunda tabla (Tabla 20), se puede ver como se ha realizado el cálculo de los valores de los UTM en función de las distintas operaciones que realizaba el operario en cada uno de los distintos procesos.

En la figura superior (Figura 3) puede verse la presentación de la hoja de trabajo en la que se ha realizado el estudio MTM. Por las limitaciones en relación al formato de este trabajo, no ha sido posible presentar este estudio en el formato original. No obstante es importante destacarlo, ya que en la aplicación práctica es muy útil trabajar con él en un formato A3. A continuación se detallarán las tres partes principales que componen el estudio MTM.

- A: Layout o esquema general de la planta. (Figura 4)
- B: Descripción del método. (Tabla 19)
- C: Cálculo y desarrollo de los valores UTM del MTM. (Tabla 20)

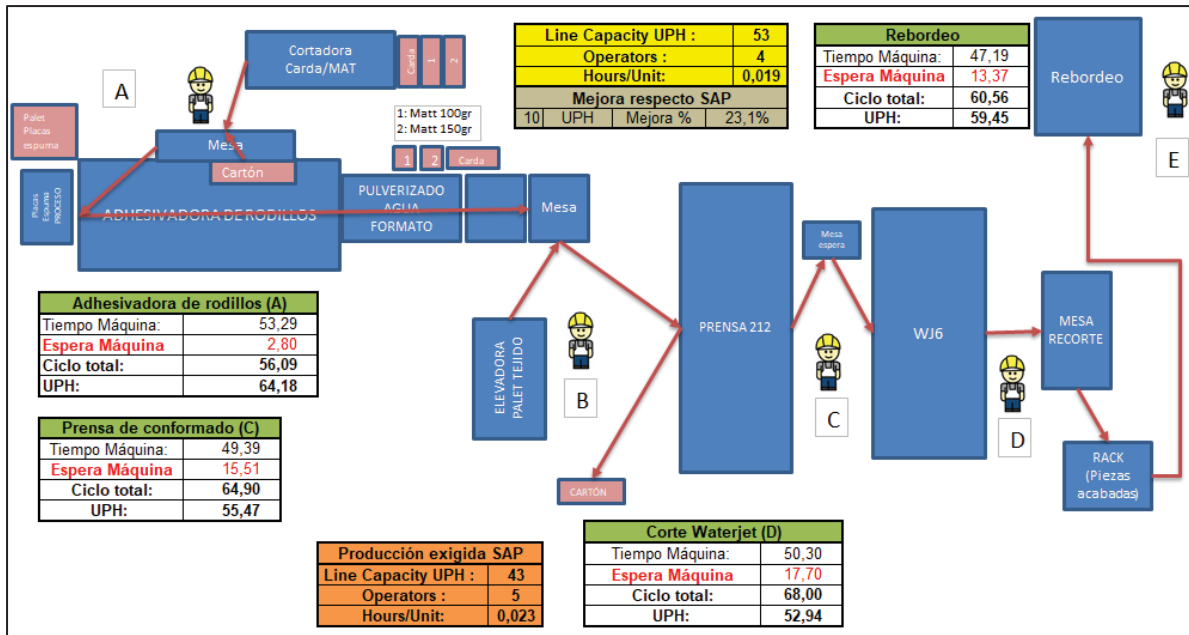


Figura 5

Nº	Descripción del Método	Distancia (steps)	●	➔	◐	■	⊘	Stand. Seg.
1A	Coge Matt 100-Carda-Matt 150 y enrolla	6	2,3	4,3				6,6
2A	Va a mesa y coloca sobre cartón	3	2,0	2,2				4,1
3A	Quita capa Matt, enrolla y deja en mesa	2	2,5	1,4				4,0
4A	Coloca cartón en adhesivadora	2	2,0	1,4				3,5
5A	Va a botonera y acciona	3	1,3	2,2				3,4
6A	Coge Matt y coloca en espuma y desenrolla	2	3,9	1,4				5,4
7A	Va a botonera y acciona	3	1,3	2,2				3,4
8A	Coge cartón y coloca en mesa	2	1,8	1,4				3,2
9A	Vuelve a cortadora	3	0,0	2,2				2,2
	Tiempo de Espera				20,3			20,3
TOTAL		26,0	17,1	18,7	20,3			56,1

1B	Enrolla Tejido	9	5,8	6,5				12,3
2B	Coge sándwich de conveyor y sitúa enfrente de prensa	5	2,8	3,6				6,4
3B	Arregla capas alineándolas	3	7,0	2,2				9,2
4B	Va a sándwich y desenrolla arreglándolo	7	3,4	5,0				8,4
5B	Introduce conjunto en prensa	3	4,2	2,2				6,4
6B	Saca bandeja de cartón y deja en carro	3	1,4	2,2				3,6
7B	Regresa a Conveyor	5	0,0	3,6				3,6
	Tiempo de Espera				15,1			15,1
	TOTAL	35,0	24,6	25,2	15,1	0,0	0,0	64,9
1C	Saca de prensa y pone en mesa	3	2,8	2,2				4,9
2C	Vuelve a prensa y ayuda a situar	3	3,6	2,2				5,8
3C	Va a botonera y acciona	3	1,3	2,2				3,4
4C	Revisa el techo	4				10,2		10,2
5C	Va a WJ y carga en cuna	5	3,6	3,6				7,2
6C	Va a botonera y acciona	3	1,3	2,2				3,4
7C	Vuelve a prensa	7	0,0	5,0				5,0
	Tiempo de Espera				25,0			28,0
	TOTAL	28,0	12,6	17,3	25,0	10,2	0,0	68,0
1D	Saca de WJ y pone en mesa	3	2,3	2,2				4,4
2D	Coge etiqueta	0	2,1	0,0				2,1
3D	Va a techo y pega	3	1,7	2,2				3,8
4D	Retira desperdicios periféricos	12	0,0	8,6			7,1	15,8
5D	Limpia agujeros	0	0,0	0,0			7,7	7,7
6D	Revisa el techo	3				3,6		3,6
7D	Pone foam protector en zona consola	4	0,0	2,9			3,1	6,0
8D	Coge de mesa y lleva al rack de envió	6	3,2	4,3				7,5
9D	Vuelve a WJ	4	0,0	2,9				2,9
	Tiempo de Espera				14,3			14,3
	TOTAL	35,0	9,2	23,0	14,3	3,6	17,9	68,0
1E	Coger techo de rack y colocar en rebordeadora	4	3,5	2,9				6,4
2E	Sacar de rebordeadora y colocar en soporte	3	3,0	2,2				5,1
3E	Imprimir etiqueta	3	1,3	2,2				3,5
4E	Colocar etiqueta	3	1,7	2,2				3,8
5E	(Cuando hay suficientes) limpiar impurezas rebordeo	3	3,0	2,2				5,2
6E	Revisa techo	3				3,6		3,6
7E	Colocar en rack de acabados	4	3,0	2,9				5,8
	Tiempo de Espera				27,2			27,2
	TOTAL	23,0	15,4	14,4	27,2	3,6	0,0	60,6
	TOTAL PROCESO PRODUCTIVO	147	79	99	102	17	18	317,6
	NOT ADDED VALUE			31%	32%	5%	6%	

Tabla 19

Se han estudiado las acciones realizadas por el operario en cada operación en cinco categorías distintas:






	Operaciones que añaden valor
	Desplazamiento
	Esperas
	Control de calidad
	Operaciones que no añaden valor

Figura 6

Al separar cada acción en estas cinco categorías fundamentales, es posible estudiar en profundidad cada tarea y obtener conclusiones mucho mejores que utilizando el método del cronometraje, ya que ahora las actividades están perfectamente detalladas y catalogadas por categorías.

Se puede ver que en muy pocas tareas existen operaciones que no añaden valor y esto es debido a que el proceso se lleva realizando de un modo similar desde hace bastante tiempo y poco a poco se ha ido depurando. No obstante, existen varias operaciones en las que hay esperas excesivas, que podrían reducirse o eliminarse modificando algunos puestos de trabajo o variando el orden de algunas de las operaciones. Otro posible punto de mejora sería modificar el layout para reducir los desplazamientos de los operarios, pero en este caso no era una opción ya que la EMPRESA no deseaba modificar la disposición de las zonas de trabajo debido a la escasa separación entre las diferentes líneas productivas de la planta.

En cualquier caso, se ha podido comprobar que los tiempos de proceso obtenidos mediante el análisis MTM son sensiblemente inferiores a los que utilizan como referencia en el departamento de producción, obteniendo niveles de producción más elevados. Esto se debe a que, al utilizar el método del cronometraje, se han aplicado los coeficientes de corrección de manera errónea y además se ha dado cierta holgura en algunas operaciones para equilibrar algunas tareas frecuentes.

En la siguiente tabla (Tabla 20) se detalla todo el proceso de descripción de los movimientos y cálculo de los valores UTM en función de los coeficientes asignados para cada una de las actividades, teniendo en cuenta la naturaleza de la acción, la distancia recorrida en dicha acción, y su dificultad.

Nº	Etapa Principal	Descripción de Movimientos	Pasos	Descripción MTM-2	UTM	Seg/Oper.
1A	Formación Sándwich	Coge Matt 100-Carda-Matt 150 y enrolla	6	S6+(GC80+PA80+R)	166	6,64
2A		Va a mesa y coloca sobre cartón	3	S3+(GA45+PC45)	103	4,12
3A		Quita capa Matt, enrolla y deja en mesa	2	S2+GB45+PA45+R+PB45	99	3,96
4A		Coloca cartón en adhesivadora	2	S2+(GA45+PB45)+A	87	3,48
5A		Va a botonera y acciona	3	S3+GB45+A	86	3,4
6A		Coge Matt y coloca en espuma y desenrolla	2	S2+GB45+PA45+R+PC45	134	5,36
7A		Va a botonera y acciona	3	S3+GB45+A	86	3,4
8A		Coge cartón y coloca en mesa	2	S2+GB80+PA45+R	80	3,2
9A		Vuelve a cortadora	3	S3	54	2,16
						35,8
1B	Conjunto a prensa de conformado	Enrolla Tejido	6	S6+GB45+PA80+9(R+PA15)	254	10,2
2B		Coge sándwich de conveyor y sitúa enfrente de prensa	5	S5+GB80+PA80+R+PA80	159	6,4
3B		Arregla capas alineándolas	3	S3+4(GB45+PB15)	230	9,2
4B		Va a sándwich y desenrolla arreglándolo	7	S7+7(R+PA15)	210	8,4
5B		Introduce conjunto en prensa	3	GB80+S3+PC80+PC80	159	6,4
6B		Saca bandeja de cartón y deja en carro	3	S3+R+PB80	90	3,6
7B		Regresa a Conveyor	5	S5	90	3,6
						47,7
1C	Corte Waterjet	Saca de prensa y pone en mesa	3	S3+GB80+PA80+R+PA80	123	4,9
2C		Vuelve a prensa y ayuda a situar	3	S3+GB80+2(PB80+A)	145	5,8
3C		Va a botonera y acciona	3	S3+GB45+A	86	3,4
4C		Revisa el techo	4	S4+ GB80+PA80+20E	255	10,2
5C		Va a WJ y carga en cuna	5	S5+GB80+PA80+R+PC80	180	7,2
6C		Va a botonera y acciona	3	S3+GB45+A	86	3,4
7C		Vuelve a prensa	7	S7	126	5,0
						40,0
1D	Sacar de WJ, limpiar, revisar y poner rack de envió	Saca de WJ y pone en mesa	3	S3+GB80+A+PA80	111	4,4
2D		Coge etiqueta	0	GC45+PC15	53	2,1
3D		Va a techo y pega	3	S3+R+PC45	96	3,8
4D		Retira desperdicios periféricos	12	S12+GB45+8(R+A)	394	15,8
5D		Limpia agujeros	0	6(GB45+A)	192	7,7
6D		Revisa el techo	3	S3+5E	89	3,6
7D		Pone foam protector en zona consola	4	S4+GB45+PA45+R+PB45+A	149	6,0
8D		Coge de mesa y lleva al rack de envió	6	S6+GB80+PA80+R+PB80	187	7,5
9D		Vuelve a WJ	4	S4	72	2,9
						53,7
1E	Rebordeo	Coger techo de rack y colocar en rebordeadora	4	S4+GB80+PA45+R+PB80+A	160	6,4
2E		Sacar de rebordeadora y colocar en soporte	3	S3+GB80+PA45+R+PB45	128	5,1
3E		Imprimir etiqueta	3	S3+A+GC45	87	3,5
4E		Va a techo y pega etiqueta	3	S3+R+PC45	96	3,8
5E		(Cuando hay suficientes) limpiar impurezas rebordeo	3	S3+GB45+PA45+A+GB45	129	5,2
6E		Revisa techo	3	S3+5E	89	3,6
7E		Colocar en rack de acabados	4	S4+GB80+PA45+R+PB80	146	5,8
						33,40

Tabla 20

Tras realizar el análisis se observa que la capacidad de la línea es de 53 UPH, lo que es un incremento de 8 UPH si se aplicase el método definido en este análisis en comparación con el método actual.

Con estos nuevos datos, se puede calcular el nuevo estándar y con ello definir un objetivo de producción en unidades por hora.

Teniendo en cuenta que el anterior O.E.E era del 104%, con unos valores de disponibilidad del 90% y de calidad del 99%, el nivel de productividad actual según los datos de la EMPRESA sería del 117%, cosa que no es posible.

Así pues, comparando la capacidad real anterior con el nuevo estándar, se puede ver que el nivel de productividad real es del 85%, con lo que se obtendría un O.E.E del 75,7%. Este O.E.E es el real, el que ahora mismo tiene la línea productiva. La diferencia es que la EMPRESA actualmente no tiene bien definido el estándar, por eso creen tener un valor de O.E.E del 104%, pero realmente están trabajando con un O.E.E del 75,7%, lo cual es insuficiente.

El objetivo sería alcanzar un nivel de O.E.E global del 85%, y sabiendo que no se han variado el nivel de calidad ni el de disponibilidad (situados en un 99% y un 90% respectivamente), el nivel de productividad necesario para alcanzar dicho valor de O.E.E sería del 95%. Conociendo el nivel de productividad deseado y la producción que se puede alcanzar con los resultados del estudio de métodos y tiempos, podemos obtener que el valor estándar de la producción es de 51 UPH.

Todos estos datos pueden verse de forma más simplificada en la tabla 21:

Comparativa datos	Datos actuales según empresa	Datos actuales con estándar real	Datos Mejora
Productividad	117%	85%	95%
Disponibilidad	90%	90%	90%
Calidad	99%	99%	99%
O.E.E	104%	75,7%	85%
UPH STD (estándar)	43 UPH	53 UPH	53 UPH
UPH Real	45 UPH	45 UPH	51 UPH

Tabla 21

En esta tabla puede verse la diferencia entre los datos ofrecidos por la empresa, los datos actuales tras calcular correctamente el estándar, y finalmente los datos obtenidos tras la mejora. Como puede observarse, los datos del O.E.E y de la productividad proporcionados por la empresa no son correctos, ya que se obtienen comparando su producción real con un estándar erróneamente calculado. Es por este motivo que los datos actuales reales son los que aparecen en la columna "Datos actuales con estándar real", y son claramente inferiores a los obtenidos al aplicar la mejora propuesta.

La aplicación de este estándar de trabajo supondría que se completarían los requerimientos diarios de producción en 3,53 horas, reduciendo el tiempo de producción diario respecto del estándar de producción anterior en 0,47 horas.

Por otro lado, este aumento de la productividad supone que los trabajadores podrán producir el requerimiento diario necesario para satisfacer la demanda del cliente en 0,47 horas menos al día, lo que implica un significativo ahorro en mano de obra. Conociendo que en la línea trabajan 5 operarios con un salario medio de 20 euros por hora, y que los gastos de energía y producción ascienden a 50 euros por hora, el ahorro anual será de 16920 €/año. Todos estos cálculos se detallan en la tabla 22.

RESUMEN MEJORAS	
Requerimiento diarios	180 techos/día
UPH reales previa mejora	45 uds/h
Tiempo de producción total previa mejora	$180 / 45 = 4$ horas de producción diarias
UPH reales mejora	51 uds/h
Tiempo de producción total mejora	$180 / 51 = 3,53$ horas de producción diarias
Reducción tiempo de producción	$4 - 3,53 = 0,47$ horas/día
Coste mano de obra	$20 \text{ [€/h]} \times 5 \text{ [operarios]} = 100 \text{ €/h}$
Coste producción y energía	50 €/h
Ahorro Mejora MTM	$(100 \text{ [€/h]} + 50 \text{ [€/h]}) \times 0,47 \text{ [h/día]} \times 240 \text{ [días]}$ = 16.920 €/año

Tabla 22

Hay que tener en cuenta que en este estudio únicamente se ha analizado la línea 5, la cual es la más importante, y en concreto el modelo Techo T-P, que es el más laborioso de los que se elaboran en dicha línea, pero no el más fabricado. En concreto, la producción del Techo T-P, corresponde solamente al 19% de la producción de toda la línea, y como todas las mejoras que se han presentado en este estudio son mejoras aplicables a todos los productos de la línea, el valor económico del ahorro de dichas mejoras corresponde únicamente al 19% del potencial ahorro total aplicable a esta línea productiva.

Para el desarrollo de este apartado se ha utilizado la metodología DMAIC. Esta herramienta busca conseguir una mejora continua de los procesos, y consta de 5 etapas: definir, medir, analizar, mejorar, y controlar. La gran utilidad del DMAIC es que permite resolver problemas con respuestas no identificadas, ya que durante la aplicación del mismo, se podrán hallar poco a poco dichas respuestas como parte de la mejora continua.

Las etapas que se han seguido para la aplicación de esta metodología en este estudio han sido:

- **Definir:** En primer lugar, hay que definir las necesidades de la EMPRESA y los objetivos a conseguir. Estas necesidades eran las de mejorar la eficiencia de la línea productiva a través del estudio detallado de la línea de producción más importante según los datos obtenidos en el apartado 3 del proyecto.
- **Medir:** En segundo lugar, se analizó la línea productiva in situ, comprobando todos los procesos para ver si existían esperas o desperdicios que pudieran afectar negativamente a la productividad de dicha línea. Se tomaron muestras de los tiempos de las máquinas de toda la línea, y se realizó un esquema del layout del proceso para poder analizar el flujo del material a través del proceso. Además, se contabilizaron los inventarios existentes en cada uno de los procesos, así como el tiempo de permanencia en el sistema, lo que permitió obtener los datos del Dock to Dock. Por último, se realizó un estudio de métodos y tiempos aplicando MTM para establecer el estándar de cada uno de los puestos de trabajo.
- **Analizar:** A continuación, con todos los datos recolectados en la etapa anterior, se determinaron las deficiencias concretas que había que solucionar para resolver el problema definido en la primera tarea. Para ello se analizaron los datos obtenidos del Dock to Dock, del flujo de los materiales a través del proceso, y finalmente se compararon los datos obtenidos tras realizar el estudio MTM con los datos ofrecidos por el departamento de ingeniería. Después de definir todos los aspectos de la línea productiva que eran susceptibles de mejora, se planificaron las acciones para lograr esas mejoras.

Cabe indicar que las dos últimas etapas (mejorar y controlar) no fueron realizadas, ya que como a la fecha de fin de las prácticas en la empresa, no se habían implementado dichas mejoras, no se pudo poner en marcha ninguna de las acciones desarrolladas, y por tanto, no pudieron mejorarse ni controlarse dichas acciones.

5. PRESUPUESTO

Para la elaboración de este presupuesto se tiene que tener en cuenta que, durante el desarrollo del estudio, este proyecto no ha requerido inversión en nuevas tecnologías o nueva maquinaria, ni tampoco ha requerido cambios a nivel de la distribución en la planta productiva ni en el almacén. Es por ello que el presupuesto de este proyecto no es más que el salario abonado por las horas de trabajo invertidas en el desarrollo del mismo.

Todos los cambios propuestos en el estudio han sido realizados aplicando variaciones en el nivel de stock, y mejorando los métodos de análisis de los movimientos de los empleados para poder ajustar los niveles de producción.

5.1 Gastos

Por este motivo los costes del proyecto únicamente son los de mi asistencia durante 4 meses para la realización de este proyecto y el soporte ofrecido por mi tutora (responsable del departamento de logística) en la empresa, así como el de los responsables de otros departamentos como el de ingeniería o el de producción.

Detallando los gastos del proyecto:

- Asistencia a la EMPRESA durante 4 meses de prácticas, 8 horas al día, 5 días a la semana para la realización de este proyecto: 480 horas totales de trabajo.
- Asesoramiento de la tutora en la empresa durante 6 horas a la semana durante los 4 meses de duración de las prácticas.
- Consultas puntuales cuantificadas en unas 6 horas mensuales a cada uno de los responsables de los departamentos de ingeniería, producción, calidad, y recursos humanos, durante los 4 meses de duración de las prácticas.

Gasto	Horas totales	Coste horario	Coste total
Asistencia propia	480 horas	10 €/hora	4.800 €
Asesoramiento tutora	96 horas	60 €/hora	5.760 €
Consultas responsables otros departamentos	96 horas	60 €/hora	5.760 €
COSTE TOTAL PROYECTO			16.320 €

Tabla 23

A la hora de implantar este proyecto, se deberían de tener en cuenta los siguientes costes asociados, a pesar de que no han sido detallados en este presupuesto ya que únicamente se han definido los costes de realización del proyecto y no los de su implantación:

- Costes de modificación en el programa informático para la detección del nivel de alarma, centralizado con el almacén de MP: 10.000 €
- Formación y entrenamiento en técnicas MTM: 15.000 €

Estas dos operaciones son muy importantes si se quiere implementar con éxito las mejoras presentadas en este proyecto. Por un lado, la modificación del software actual es crucial para conseguir llevar un control a tiempo real del inventario disponible en el almacén, conectado a su vez con la información disponible hasta el momento de los requerimientos de los clientes en los periodos próximos. Esto permitirá a la EMPRESA tener un control completo sobre sus stocks, ahorrando dinero y mejorando la eficiencia del proceso.

5.2 Ahorros

Para poner en contexto estos gastos es necesario tener en cuenta el ahorro potencial obtenido al aplicar las mejoras propuestas en el proyecto, el cual proporcionará a la empresa dos ahorros principales como se ha visto a lo largo de este estudio:

- Ahorro Reducción Nivel Stock de Seguridad: 121.168,04 €
- Ahorro estandarización del método: 16.920 €/año

Como puede observarse, el ahorro proporcionado por la reducción del nivel de stock de seguridad es un ahorro que se produce de manera puntual pero que no se sostiene en el tiempo. Sin embargo, el ahorro que resulta de la estandarización del método mediante la aplicación del MTM, es una mejora consistente en el tiempo. Además, si se implementa de manera correcta formando a los empleados, el proceso irá mejorando y siendo más eficiente a lo largo del tiempo.

No obstante, habría que tener en cuenta que la reducción del nivel de stock de seguridad sí que proporciona un ahorro significativo a lo largo del tiempo en costes de almacenamiento, pero no ha podido ser cuantificada ya que la EMPRESA no tenía calculado el coste del almacenamiento en su almacén de materia prima.

Teniendo en cuenta que la duración del proyecto es de dos años, se han calculado los ahorros anuales para esos dos años, como puede verse en la siguiente tabla:

Concepto	Ahorro año 1	Ahorro Año 2	AHORRO TOTAL
Reducción Nivel Stock seguridad	76.244,16 €	44.923,88 €	121.168,04 €
Mejora MTM: coste Mano Obra	16.920 €	16.920 €	33.840 €
Ahorro anual	93.164,16 €	61.843,88 €	155.008,04 €

Tabla 24

5.3 Retorno anual de la inversión

Muestra el periodo de tiempo en el que se recuperaría la inversión.

El retorno de la inversión será: Retorno = (Coste total / Ahorro total)

Retorno = 16.320 / 155.088,04 = 0,11 años = 1,26 meses

Se puede ver que este proyecto tiene es muy rentable para la empresa, ya que los costes son muy bajos en comparación con los ahorros obtenidos.

6. CONCLUSIONES FINALES

Como se indicó al inicio del trabajo, este proyecto tenía dos objetivos principales. Por un lado, el objetivo académico de poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante los estudios del Grado de Ingeniería en Organización Industrial, en un entorno de trabajo real y solventar los posibles problemas e inconvenientes que aparecen en dicho entorno. El otro objetivo del proyecto era el de aplicar toda la información obtenida durante el desarrollo del trabajo para conseguir una mejora tangible en la empresa real en la que se ha realizado el proyecto.

Por este motivo, las mejoras planteadas fueron expuestas a los responsables de los departamentos afectados en la EMPRESA, y aprobaron su aplicación. No obstante, el tiempo de desarrollo de este proyecto no ha permitido analizar los resultados de la aplicación real de estas mejoras, ya que no fueron implementadas antes del fin de las prácticas en la EMPRESA, por lo que las conclusiones únicamente podrán ser entorno a los resultados esperados de las mejoras propuestas.

El desarrollo de este trabajo, se ha basado en realizar en primer lugar un análisis de inventario de la situación inicial, proponiendo las mejoras correspondientes, y posteriormente un análisis VSM, que ha permitido ver las diversas deficiencias que existían en el proceso productivo del Techo T-P.

En cuanto a los resultados obtenidos, lo más destacable es la reducción de alrededor de un 75% en la cantidad de stock de seguridad necesario en el almacén de la planta. Como ya se ha indicado anteriormente, esto es debido a que, al estar en un sector con unas exigencias muy altas por parte de los clientes, y además la planta no tiene problemas de espacio en el almacén, siempre han trabajado con exceso de material en el almacén.

La aplicación de este estudio permitirá a la empresa ahorrar casi un 80% del coste generado por los gastos fijos que supone mantener los stocks de seguridad en unos valores altos, mientras que se han elevado los gastos variables, los cuales pueden gestionarse de una manera más eficiente.

Además, se ha establecido una determinada cantidad de stock nivel de alarma, la cual facilita a la empresa la correcta gestión de stocks, permitiendo reducir las cantidades del stock de seguridad sin ver perjudicado su nivel de servicio al cliente.

Por otro lado, la realización del VSM ha sido clave a la hora de conseguir una imagen global del proceso, cuantificando todos los aspectos relacionados con la producción del Techo T-P. Junto con el análisis del Dock to Dock, del O.E.E, y de la aplicación del método MTM para la estandarización del proceso, se han logrado ahorros significativos, además de mejorar la eficiencia global del proceso.

En concreto, el estudio del VSM ha puesto de manifiesto un problema grave en la productividad de la empresa, ya que no tenían un estándar definido para las tareas de cada puesto de trabajo. Por este motivo, se aplicó el método del MTM para resolver esa debilidad del proceso productivo de la EMPRESA. Al aplicar el método del MTM se han detallado y especificado todas las acciones que debe realizar el operario para completar con éxito la tarea asignada a cada puesto de trabajo. Además, al obtener unos tiempos estandarizados según este método, se ha visto que

los tiempos utilizados actualmente no son correctos, al no incluir todas las tareas realizadas por los operarios, además de añadir suplementos para compensar esas deficiencias, desvirtuando los resultados medidos y haciendo que los tiempos estándar con los que trabaja producción no sean los adecuados. Así pues, mediante la aplicación de este método se ha conseguido definir correctamente el estándar y también mejorar la productividad.

Por tanto se puede decir que se han cumplido los objetivos del trabajo, ya que se han aplicado multitud de técnicas vistas durante los estudios cursados en la universidad para descubrir un problema existente en una empresa real y solucionarlo de una forma eficiente.

7. REFERENCIAS

- Referencias ámbito académico: En este punto se incluye la información proporcionada por los profesores en cada una de las asignaturas referenciadas, así como los conocimientos adquiridos en las mismas. Entre paréntesis se indica el código de la asignatura.
 - Creación y dirección de equipos de alto rendimiento (11505).
 - Dirección estratégica (11507)
 - Diseño y gestión de almacenes (11509)
 - Estudio del trabajo (11492)
 - Fundamentos de organización de empresas (11486)
 - Gestión de calidad total (11508)
 - Planificación de producción e inventario (11494)
 - Programación y control de producción y operaciones (11493)

- Referencias externas ámbito al ámbito académico: Información obtenida por otros medios.
 - <http://www.5fuerzasdeporter.com/>
 - <https://www.iebschool.com/blog/las-5-fuerzas-porter-marketing-digital/>
 - [https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-\(inventario\)](https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-(inventario))
 - LIBRO DIRECCION ESTRATEGICA: Guerras, L.A; Navas, J.E. (2015): “La dirección estratégica de la empresa. Teoría y aplicaciones”

8. Anexo 1: Tabla análisis ABC

Componente	Precio Unitario	Consumo Unid./mes	Índice Consumo	% IC vs Total	Ac.	Zona
A	4,28 €	29.784,00	127.471,43 €	16,896%	16,896%	A
B	2,45 €	32.342,00	79.237,90 €	10,503%	27,399%	A
C	2,40 €	23.521,00	56.450,40 €	7,482%	34,881%	A
D	5,23 €	9.868,00	51.619,09 €	6,842%	41,723%	A
E	2,35 €	19.639,00	46.151,65 €	6,117%	47,841%	A
F	0,26 €	113.655,00	29.436,64 €	3,902%	51,742%	A
G	0,69 €	40.659,00	28.029,57	3,715%	55,458%	A
H	2,29 €	11.740,00	26.884,60 €	3,564%	59,021%	A
I	4,32 €	5.747,00	24.827,04 €	3,291%	62,312%	A
J	2,47 €	9.534,00	23.548,98 €	3,121%	65,433%	A
K	1,86 €	10.212,00	18.994,31	2,518%	67,951%	A
L	2,38 €	7.725,00	18.381,74 €	2,436%	70,388%	A
M	2,82 €	6.100,00	17.202,00 €	2,280%	72,668%	A
N	4,86 €	3.447,00	16.742,41 €	2,219%	74,887%	A
O	2,47 €	6.509,00	16.077,23 €	2,131%	77,018%	A
P	0,56 €	25.585,00	14.262,59 €	1,890%	78,908%	A
Q	4,72 €	2.798,00	13.219,87 €	1,752%	80,661%	B
R	5,80 €	2.200,00	12.761,11 €	1,691%	82,352%	B
S	5,38 €	2.202,00	11.835,80 €	1,569%	83,921%	B
T	2,29 €	4.840,00	11.083,60	1,469%	85,390%	B
U	2,29 €	4.213,00	9.647,77	1,279%	86,669%	B
V	2,29 €	3.360,00	7.694,40 €	1,020%	87,689%	B
W	0,84 €	7.240,00	6.059,88 €	0,803%	88,492%	B
X	2,29 €	2.480,00	5.679,20 €	0,753%	89,245%	B
Y	0,46 €	11.396,00	5.259,08 €	0,697%	89,942%	B
Z	2,62 €	1.965,00	5.140,52 €	0,681%	90,623%	C
AA	0,65 €	7.726,00	5.054,62 €	0,670%	91,293%	C
AB	1,95 €	2.595,00	5.052,47 €	0,670%	91,963%	C
AC	0,75 €	5.616,00	4.218,87 €	0,559%	92,522%	C
AD	2,74 €	1.425,00	3.900,60 €	0,517%	93,039%	C
AE	2,18 €	1.667,00	3.635,63 €	0,482%	93,521%	C
AF	1,17 €	2.960,00	3.472,61 €	0,460%	93,981%	C
AG	2,26 €	1.500,00	3.386,39 €	0,449%	94,430%	C
AH	4,46 €	748,00	3.334,31 €	0,442%	94,872%	C
AI	5,52 €	561,00	3.096,72 €	0,410%	95,282%	C
AJ	0,59 €	4.956,00	2.912,14 €	0,386%	95,668%	C
AK	5,70 €	504,00	2.872,80 €	0,381%	96,049%	C

AL	0,80 €	3.220,00	2.577,93 €	0,342%	96,391%	C
AM	4,05 €	625,00	2.530,83 €	0,335%	96,726%	C
AN	2,07 €	1.068,00	2.215,03 €	0,294%	97,020%	C
AO	0,05 €	37.650,00	1.954,29 €	0,259%	97,279%	C
AP	1,04 €	1.441,00	1.495,16 €	0,198%	97,477%	C
AQ	0,94 €	1.441,00	1.353,70 €	0,179%	97,657%	C
AR	0,07 €	16.667,00	1.238,19 €	0,164%	97,821%	C
AS	40,97 €	30,00	1.228,95 €	0,163%	97,984%	C
AT	0,62 €	1.867,00	1.153,81 €	0,153%	98,137%	C
AU	1,72 €	623,00	1.070,94 €	0,142%	98,279%	C
AV	0,05 €	19.500,00	921,18 €	0,122%	98,401%	C
AW	0,48 €	1.867,00	904,75 €	0,120%	98,521%	C
AX	0,06 €	15.292,00	889,33 €	0,118%	98,638%	C
AY	2,88 €	292,00	840,97 €	0,111%	98,750%	C
AZ	1,73 €	466,00	806,65 €	0,107%	98,857%	C
BA	49,73 €	15,00	745,95 €	0,099%	98,956%	C
BB	2,01 €	355,00	714,62 €	0,095%	99,050%	C
BC	0,18 €	3.700,00	676,73 €	0,090%	99,140%	C
BD	0,83 €	632,00	526,08 €	0,070%	99,210%	C
BF	2,49 €	200,00	497,87 €	0,066%	99,276%	C
BG	0,05 €	10.000,00	451,20 €	0,060%	99,336%	C
BH	0,86 €	510,00	438,96 €	0,058%	99,394%	C
BI	0,41 €	1.067,00	435,21 €	0,058%	99,452%	C
BJ	0,02 €	18.720,00	393,12 €	0,052%	99,504%	C
BK	1,97 €	167,00	329,32 €	0,044%	99,547%	C
BL	0,12 €	2.400,00	299,26 €	0,040%	99,587%	C
BM	0,03 €	10.845,00	297,48 €	0,039%	99,626%	C
BN	0,23 €	1.125,00	262,13 €	0,035%	99,661%	C
BO	0,63 €	407,00	256,09 €	0,034%	99,695%	C
BP	0,10 €	2.084,00	217,15 €	0,029%	99,724%	C
BQ	0,37 €	579,00	212,78 €	0,028%	99,752%	C
BR	0,80 €	264,00	212,03 €	0,028%	99,780%	C
BS	0,03 €	6.400,00	206,59 €	0,027%	99,808%	C
BT	0,67 €	250,00	168,45 €	0,022%	99,830%	C
BU	0,54 €	250,00	135,38 €	0,018%	99,848%	C
BV	0,01 €	15.750,00	120,60 €	0,016%	99,864%	C
BW	0,74 €	158,00	117,50 €	0,016%	99,879%	C
BX	0,09 €	1.167,00	108,43 €	0,014%	99,894%	C
BY	0,39 €	250,00	97,75 €	0,013%	99,907%	C
BZ	0,06 €	1.500,00	88,05 €	0,012%	99,918%	C
CA	0,07 €	1.250,00	85,00 €	0,011%	99,930%	C
CB	0,04 €	2.000,00	70,86 €	0,009%	99,939%	C
CC	1,72 €	38,00	65,32 €	0,009%	99,948%	C

CD	2,95 €	22,00	64,89 €	0,009%	99,956%	C
CE	0,07 €	900,00	62,93 €	0,008%	99,965%	C
CF	0,03 €	1.997,00	50,28 €	0,007%	99,971%	C
CG	0,04 €	1.250,00	49,88 €	0,007%	99,978%	C
CH	0,96 €	42,00	40,41 €	0,005%	99,983%	C
CI	0,05 €	667,00	33,35 €	0,004%	99,988%	C
CJ	0,07 €	350,00	25,52 €	0,003%	99,991%	C
CK	0,10 €	250,00	25,32 €	0,003%	99,994%	C
CL	19,08 €	1,00	19,08 €	0,003%	99,997%	C
CM	0,05 €	167,00	8,31 €	0,001%	99,998%	C
CN	0,01 €	690,00	6,74 €	0,001%	99,999%	C
CO	0,07 €	63,00	4,38 €	0,001%	100,000%	C
CP	0,08 €	42,00	3,53 €	0,000%	100,000%	C