

Trabajo Final de Carrera

*METODOLOGIA DE ANALISIS Y
MEJORA DE PROFITCENTER*

“MAMEP”

SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Juan Carlos Dueñas Marina

Ingeniería Organización Industrial

Director: Juan Antonio Castejón

Vic, Junio de 2015

Indice

1. Resumen TFC	4
2. Introducción	5
3. Objetivos	7
4. Exposición del TFC	8
<i>4.1. Origen del proyecto</i>	<i>8</i>
4.1.1. Operaciones vinculadas entre entidades del grupo	8
4.1.2. Definición de Resultado Administrativo y Resultado Técnico	10
4.1.2.1. Resultado administrativo	10
4.1.2.2. Resultado Técnico	11
<i>4.2. Capítulo Ventas</i>	<i>12</i>
4.2.1. Análisis de ventas por productos	16
<i>4.3. Capítulo coste de personal</i>	<i>22</i>
4.3.1. Coste Mano de Obra Directa (MOD)	26
4.3.1.1. Herramienta VSM (Value Stream Mapping).	30
4.3.1.2. Herramienta Lean denominada People Labor Cost Management.	38
4.3.1.3. Herramienta Lean denominada SMED (Single Minute Exchange of Die)	40
4.3.2 Coste de mano de obra indirecta	45
4.3.3 Inversiones y cálculo de pay-back	53
<i>4.4. Otros costes variables</i>	<i>57</i>
4.4.1. Costes de consumibles y suministros	59

4.4.2. Costes de energía	65
4.4.3 Costes de reparación y mantenimiento	73
4.5. Costes de transporte y embalaje	84
4.5.1. Costes de transporte	85
4.5.2. Costes de embalaje	87
4.6. Capítulo costes fijos	91
4.7. Capítulo equipos productivos (amortización /alquiler)	96
4.7.1. Compra de equipos productivos (Análisis del valor)	98
4.7.2. Reutilización	102
4.7.3. Desinversión	103
4.7.4. Periodo amortización	104
4.7.5. Alquiler	105
4.8. Capítulo Resultado financiero	106
5. Conclusiones	107
6. Glosario de términos	111
7. Bibliografía	117
8. Anexos	118

1.- Resumen TFC

Ingeniería Organización Industrial

Título: Metodología de Análisis y Mejora de Profitcenter "MAMEP" en sector automóvil.

Palabras clave: Resultado Técnico y Profitcenter.

Autor: Juan Carlos Dueñas Marina

Dirección: Juan Antonio Castejón

Fecha: Junio de 2015

Contexto desarrollo proyecto

El proyecto se desarrolla en un contexto de máxima complejidad en el sector del automóvil donde cada día las marcas (OEM's) nos exigen tener mayor competitividad y donde es necesario conocer en detalle cada uno de los puntos donde una planta productiva (Profitcenter) puede hacer acciones que mejoren su Resultado Técnico.

Definición de Resultado Técnico: Suma de todos los ingresos menos los costes para todas aquellas actividades, que se organizan desde la planta de producción dentro de los terrenos y edificios de la empresa. Dentro de este resultado hay costes variables directos e indirectos y costes fijos.

El desarrollo del proyecto se ha realizado combinando la experiencia de 10 años como Plant Manager en el sector y la formación adquirida durante la carrera.

Objetivo del TFC

Proporcionar herramientas de gestión MAMEP que permita a los directores de plantas productivas del sector, primero proyectar una situación de mejora en el Resultado Técnico de la planta y posteriormente aplicar las herramientas mediante una hoja de ruta para conseguir los objetivos proyectados.

Conclusiones.

Desarrollada la metodología MAMEP para los diferentes apartados que compone el Resultado Técnico de planta podemos decir que el objetivo se ha cumplido y con las herramientas implementadas hemos mejorado el Resultado Técnico de planta en un 6,4% y en 416 M€

2. Introducción

El presente proyecto se redacta con carácter de Trabajo Fin de Carrera (TFC), para la obtención por parte de quien lo suscribe del título de Ingeniero Organización Industrial y, como propuesta de valor, el proyecto se implementará en la empresa que dirijo en la actualidad. El proyecto se denomina *Metodología de Análisis y Mejora de Profitcenter "MAMEP" sector del automóvil*

En el diagrama mapa general 2.1 vemos los pasos a seguir para el desarrollo de esta metodología en función de los diferentes apartados donde la aplicamos:

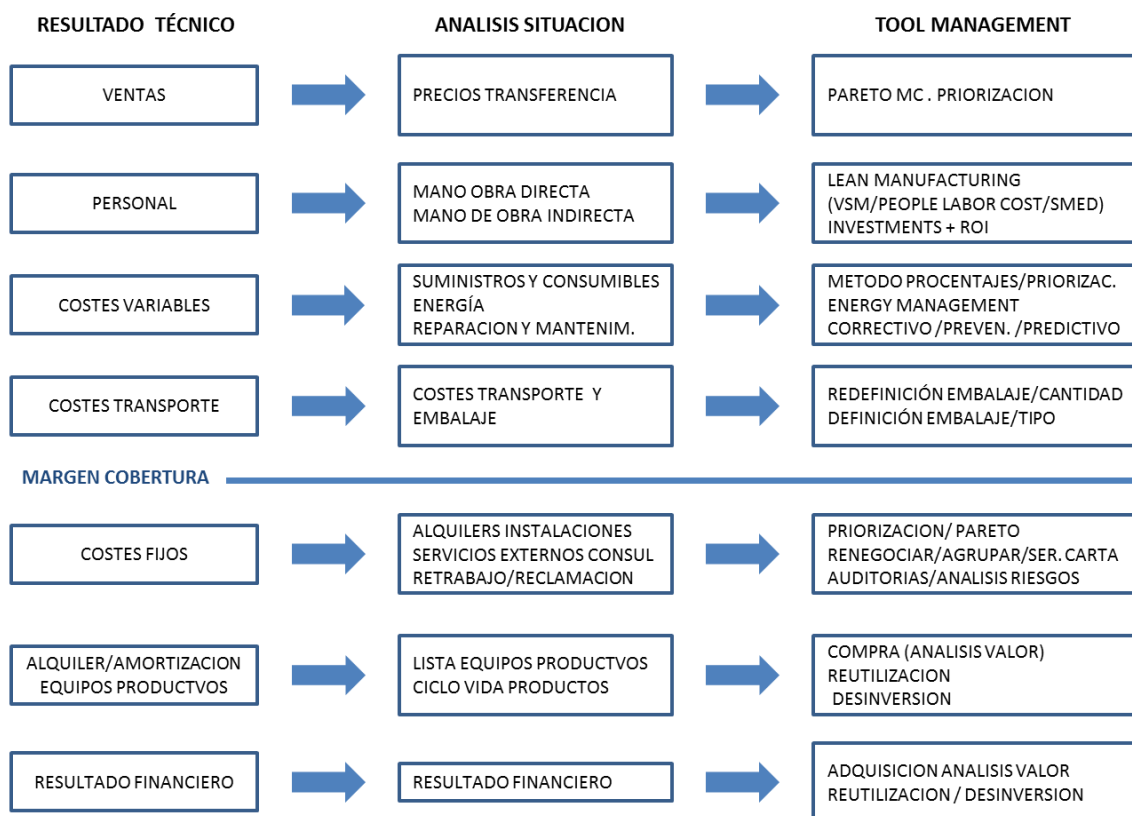


Diagrama mapa general 2.1

Definimos como *Profitcenter*: parte una empresa que es tratada como un negocio separado del cual se espera hacer beneficio. En nuestro caso hemos determinado que un Profitcenter es un producto concreto.

En el proyecto desarrollamos las herramientas aplicables a cada Profitcenter producto hasta el margen de cobertura. Después de dicho margen de cobertura las herramientas empleadas son para mejora del Profitcenter de Planta productiva, que es la suma de todos los Profitcenter de producto, y no se definen aplican de manera individualizada por producto.

Es iniciativa del que suscribe aprovechar los cambios existentes dentro del grupo multinacional en el que trabajo "LINDE + WIEMANN" (LW) para desarrollar este TFC aplicando un método analítico de estudio, definiendo el objeto a estudiar, observando el objeto de estudio definiendo sus partes y separando las partes hasta llegar a conocer sus principios.

Los principales cambios son debidos a factores externos que enumeramos a continuación:

- ✓ La producción global del sector del automóvil.
- ✓ Los mercados emergentes.
- ✓ La concentración de las empresas del sector.
- ✓ El cambio en el core business de los clientes.
- ✓ Relación estratégica entre el OEM (**O**riginal **E**quipment **M**anufacturer) y el proveedor.
- ✓ La forma de gestionar los pedidos por parte de los clientes.

A sí mismo con este TFC se pretende proyectar una industria moderna y adaptativa a los cambios basada en la calidad de los productos elaborados, que trate de reproducir de manera controlada los **procesos productivos y sus factores para que se lleven a cabo con eficiencia, eficacia lo que permitirá su sostenibilidad a largo plazo.**

3. Objetivos

- Mejorar el Resultado Técnico de los Profitcenter existentes en una planta productiva.
 - Mejorar el resultado global técnico de la planta productiva a través de la suma de los resultados técnicos mejorados de todos los Profitcenter existentes antes del margen de cobertura.
 - Establecer una sistemática de análisis de Profitcenter que ayude a desarrollar e implementar acciones de mejora.
 - Integrar a los departamentos actores implicados en el resultado del Profitcenter para que todos trabajen sobre los mismos objetivos y en la misma dirección.
- Matriz de relación concepto-funciones 3.1

Concepto	Funciones					
	<i>Producción</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>Calidad</i>	<i>Logística</i>	<i>Compras</i>	<i>Ingeniería Proyectos</i>
Costes de personal	X	X	X	X		X
Otros costes variables	X	X			X	
Costes de transporte	X			X		
Costes fijos	X	X	X	X	X	
Amortizaciones		X				X
Alquileres		X				X
Resultado Financiero	X	X				X

Matriz de relación concepto-funciones 3.1

- Aumentar la eficiencia, eficacia y competitividad de una planta productiva a través de mejora del Resultado Técnico de cada uno de los Profitcenter.
- Dar herramientas de gestión que permita a las personas responsables de las diferentes funciones de una empresa, gestionar los potenciales de mejora del Resultado Técnico de los Profitcenter.
- Fijar acciones de futuro para mejorar los Profitcenter aplicando el ciclo PDCA.

4. Exposición del TFC

4.1. Origen del proyecto

El origen del proyecto parte de un enfoque global que subraya la necesidad de unas líneas de investigación para la valoración de los Profitcenter.

Con el fin de saber cómo se ha llegado a determinar la necesidad de valoración de un Profitcenter, se ha definido previamente cuales son las operaciones vinculadas entre entidades del grupo.

4.1.1 Operaciones vinculadas entre entidades del grupo

Las operaciones vinculadas entre entidades de un grupo de empresas son las siguientes:

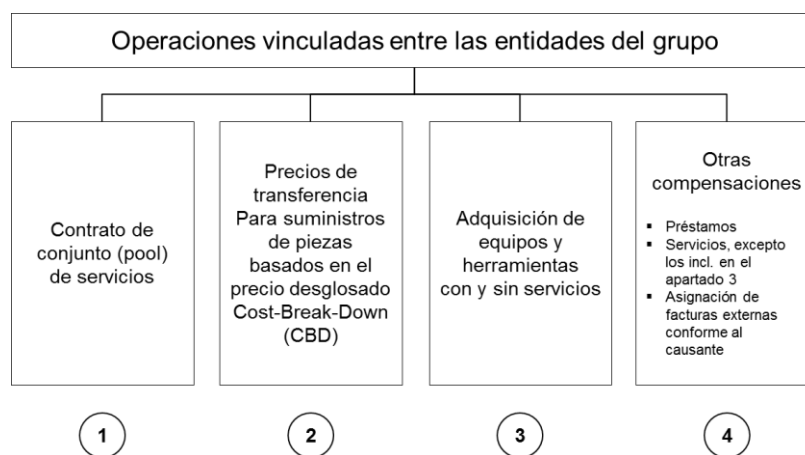


Diagrama operaciones vinculadas 4.1.1.1

Operaciones vinculadas aparecen cuando entre las empresas la participación es mayor del 25% del capital.

En el presente TFC los precios de transferencia para suministro de piezas entre plantas es el origen del que partiremos para aplicar la metodología MAMEP desarrollada y para una planta productiva significa que son las ventas.

Los precios de transferencia definidos corresponden al pago por parte del cliente del valor añadido cada fase del ciclo de fabricación del producto.

Para conseguir definir el pago del valor añadido se analizan los detalles de los diferentes contratos de diversos OEM llamados p. ej. **CBD (Cost Break Down)**, **PBD (Price Break Down)** etc... Con este análisis detallado se determinan las ventas/ingresos

Las siglas CBD son equivalentes a PBD y a CB, por lo que a partir de de este momento siempre utilizaremos CBD como acrónimo para definir los Cost Break Down del cualquier producto.

En los CBD's se documentan todas las partes de una oferta desde la cantidad de material necesario, handling del material, la chatarra, el valor añadido, el riesgo de fabricación, los overhead (gastos generales de estructura), las piezas hora y los savings (descuentos anuales).

A la hora de recibir el pedido, las ventas del Profitcenter asociadas al mismo serán sólo las que provienen del valor añadido, por lo que se pueden dar tres diferentes situaciones:

- a) Que el precio del valor añadido definido en el CBD sea mayor que el real, con lo cual en principio para ese producto el margen de cobertura debería ser positivo.
- b) Que el precio del valor añadido definido en el CBD sea menor que el real, con lo cual en principio para ese producto el margen de cobertura debería ser negativo.
- c) Que el precio del valor añadido definido en el CBD sea igual que el real, con lo cual en principio para ese producto el resultado de su PyG debería ser cero.

La sistemática para determinar los precios de transferencia es la descrita en el diagrama de proceso 4.1.a.2, que son la base para determinar las ventas/ingresos de una planta productiva y que es punto de partida para analizar el Resultado Técnico/administrativo de los Profitcenter.

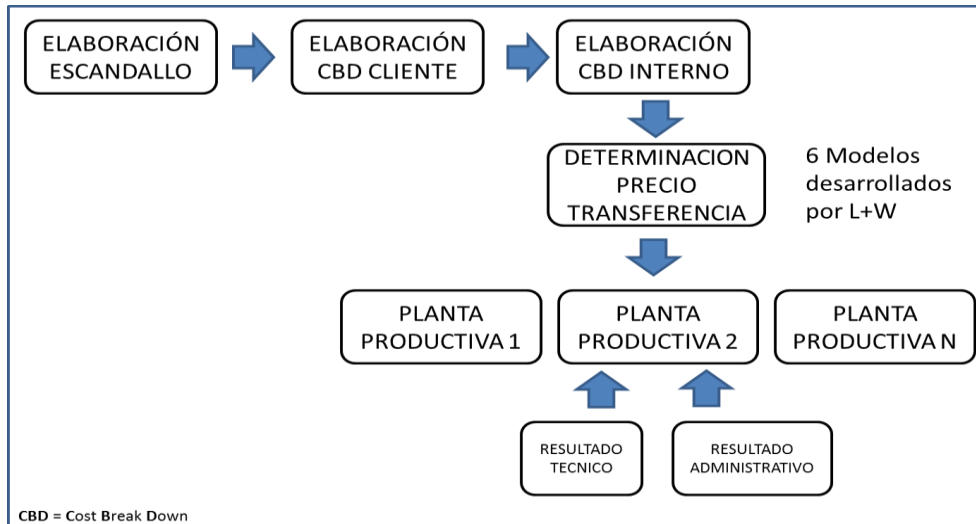
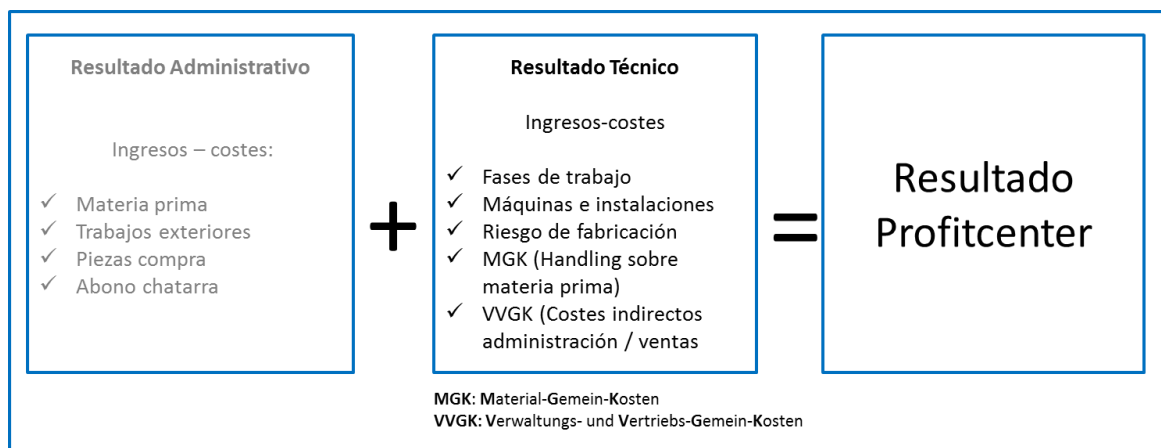


Diagrama proceso determinación precio de transferencia 4.1.1.2

4.1.2 Definición de Resultado Administrativo y Resultado Técnico

Para analizar más objetivamente los resultados de los Profitcenter se integra una innovación a día de hoy, que la literatura correspondiente actual no refleja. La base consta en simplificar el conjunto de la realidad empresarial.



Composición Resultado Profitcenter 4.1.2.1

4.1.2.1. Resultado administrativo

Suma de todos los ingresos menos costes para todas aquellas actividades, que se organizan desde la administración sin realizar valor añadido dentro de los terrenos y edificios de producción de la empresa.

Ejemplo: Compra / Venta de materia prima

La administración de la empresa que se encarga de la compra de la materia prima puede estar en el mismo país donde se va a fabricar o en otro. La administración compra la materia prima y organiza su transporte a la planta de producción. Esta compra puede concluir con beneficio (resultado positivo por la gestión de compra) o con pérdida.

Ejemplo compra de materia prima:

Según CBD el cliente paga por una tonelada de material	800 €
La administración de la empresa lo compra en el mercado por	-780 €
Resultado / beneficio por tonelada	<hr/> 20 €

Este resultado multiplicado por las toneladas a consumir al año da el resultado administrativo que se obtiene por la gestión de compra de material. Esto nada tiene que ver con el Resultado Técnico.

4.1.2.2. Resultado Técnico

Suma de todos los ingresos menos costes para todas aquellas actividades, que se organizan desde la planta de producción dentro de los terrenos y edificios de la empresa.

Ejemplo:

Dentro de la planta de producción se conforma la materia prima en fases de trabajo. Cada fase tiene un valor añadido, siguiendo las premisas de la definición de precios de transferencia, es igual al precio que se documenta con el cliente final dentro de CBD.

El Resultado Técnico de una planta productiva es la suma de los resultados técnicos de cada uno de los Profitcenter en lo que corresponde a los costes variables más los costes fijos, amortizaciones, alquileres y resultado financiero.

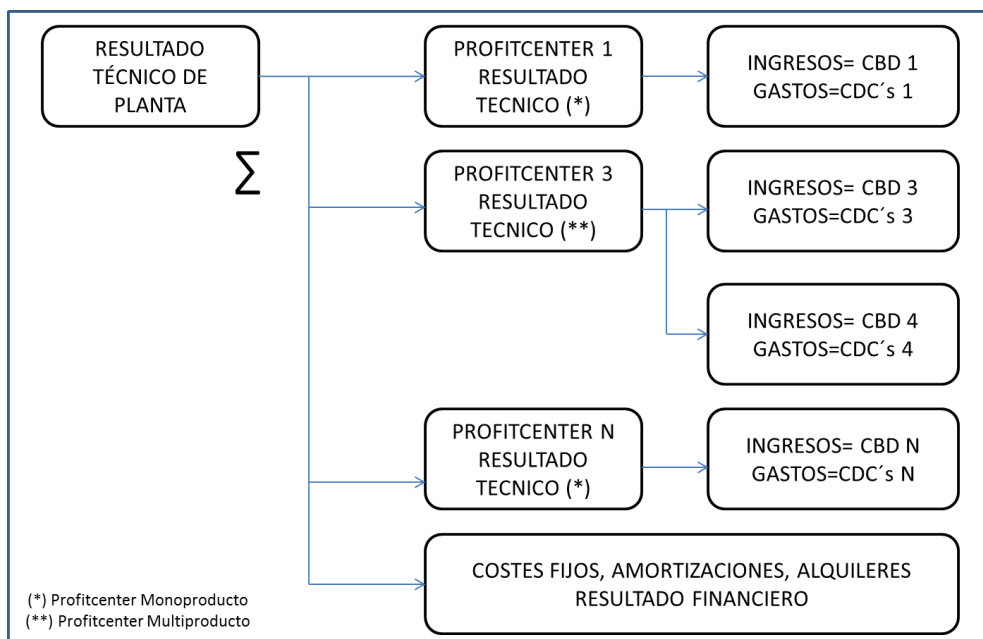


Diagrama de flujo 4.1.1.2.1: Resultado Técnico de planta: .

4. 2. Capítulo ventas

Los precios de transferencia definido según la figura 4.2.2 son las ventas/ingresos, que son el dato fuente a partir del cual se elaboran los resultados técnicos y administrativo de cada Profitcenter.

En este proyecto nos centraremos en como analizar el Resultado Técnico en base al sistema del Coste Variable –también conocido como Direct Cost- en el cual se imputan a los productos los costes variables de producción directos e indirectos a cada Profitcenter y también a analizar los costes fijos existentes.

El coste de fabricación del producto está formado por los costes de mano de obra directa y los costes indirectos de producción variables (mano obra indirecta, consumo de materiales auxiliares, energía, reparación y mantenimiento de máquinas y utillajes, transportes y embalajes).

La aplicación del sistema Coste Variable nos permite:

- Determinar cuál es el margen de contribución (margen de cobertura) que genera cada Profitcenter

- Definir qué acciones debemos hacer para obtener el máximo de beneficio de cada uno de ellos, aplicando herramientas de gestión (tool management) adecuadas como la que se van a desarrollar a lo largo del proyecto.
- Conocer en detalle de donde provienen los costes fijos, amortizaciones/alquileres y resultado financiero

$$\begin{aligned}
 & \text{Ventas} \\
 & - \text{Costes Variables} \\
 & \text{Margen de Contribución} \\
 & - \text{Costes Fijos} \\
 & \textbf{Resultado Técnico } \geq < 0
 \end{aligned}$$

En términos generales podemos decir que para mejorar el Resultado Técnico de un Profitcenter tenemos que actuar en tres variables como explico a continuación:

ACCION	MC	CF	CV	RT
REDUCIR COSTES FIJOS	=	↓	=	↑
REDUCIR COSTES VARIABLES	↑	=	↓	↑
VARIACION DE COSTES FIJOS Y VARIABLES	=	↓	↑	=
	↑	↑	↓	=
	↑	↓	↓	↑

MC = Margen Cobertura **CF** = Costes Fijos
CV = Costes Variables **RT** = Resultado Técnico

Variables resultado Técnico 4.2.1

a) Reducir los Costes Fijos

Si el resto de factores no varían, como son las ventas y los costes variables, una variación de los costes fijos hará variar el Resultado Técnico. Si los costes fijos decrecen se mejora el Resultado Técnico.

b) Reducir los Costes Variables.

Una modificación a la baja de los costes variables y el resto de los factores ventas y costes fijos no varían, supone que el Resultado Técnico se mejora y aumenta el Margen de Contribución.

c) Variación de los Costes Fijos y Variables conjuntamente

El efecto de mejora sobre el Resultado Técnico es evidente en el caso que los cambios de los costes variables y fijos sean en el mismo sentido. Si no lo son, existe la posibilidad de que un cambio compense el efecto del otro.

Para el desarrollo del Business Case de este proyecto partimos del Resultado Técnico de una planta productiva, que básicamente es una cuenta de resultados elaborada sobre el concepto de Coste Variable o Direct Costing Evolucionado como vemos en la tabla 4.2.2 denominada Resultado Técnico de planta productiva.

Ventas valor añadido precio transferencia	6.484	100 %
Coste de mano de obra directa	- 1.332	- 20,5 %
Coste de mano de obra indirecta	- 764	- 11,8 %
Coste de personal	- 2.096	- 32,3 %
Costes de consumibles y suministros	- 176	- 2,7 %
Coste de energía	- 158	- 2,4 %
Costes de reparación y mantenimiento	- 217	- 3,3 %
Otros costes variables	- 551	- 8,5 %
Total Costes de fabricación	- 2.647	- 40,8 %
Costes transportes y embalajes	- 237	- 3,7 %
Margen de cobertura industrial	3.600	55,5 %
Salarios administrativos	- 189	- 2,9 %
Retrabajos / Reclamaciones	- 50	- 0,8 %
Marketing y Gastos de viaje	- 6	- 0,1 %
Costes de formación	- 4	- 0,1 %
Servicios externos / Consultoría	- 76	- 1,2 %
Impuestos / Seguros	- 11	- 0,2 %
Alquileres instalaciones/Carretillas	- 357	- 5,5 %
Teléfono/ Material oficina	- 13	- 0,2 %
Otros gastos generales	- 2	- 0,0 %
Costes de consorcio grupo	- 986	- 15,2 %
Costes fijos	- 1.694	- 26,1 %
Resultado explotación	1.906	29,4 %

Amortizaciones	- 591	- 9,1 %
Alquileres	- 774	- 12 %
Resultado ordinario	541	8,3 %
Intereses e ingresos financieros		
Intereses y gastos financieros	-	
Resultado financiero	- 51	- 0,8 %
Resultado total I	490	7,6 %
Otros ingresos explotación		
Otros gastos explotación		
Otros resultados explotación	-	0%
Resultado total II	490	7,6 %
Ingresos extraordinarios	- 26	- 0,4 %
Gastos extraordinarios		
Resultado extraordinario	- 26	- 0,4 %
Resultado total III	464	7,2 %

Tabla 4.2.2: Resultado Técnico de planta productiva

Todos los valores de la tabla 4.2.2 están expresados en M€ que significa Miles de Euros, en adelante siempre utilizaremos M€ como unidad de moneda.

Todos los conceptos están definidos y se pueden ver en el glosario de términos del presente proyecto.

Sabemos a día de hoy, con la experiencia que tenemos, que para tener un Resultado Técnico de planta positivo, el margen de cobertura sobre el total de las ventas del valor añadido precio de transferencia de todos los Profitcenter debe estar entre un 50%-55%.

Este porcentaje debe ser suficiente para cubrir con garantías los costes fijos existentes, así como los resultados negativos financiero, extraordinario y otros resultados de explotación y además poder dar beneficios.

En la tabla 4.2.2 podemos observar que hay siete criterios sobre los que vamos a desarrollar los siguientes capítulos del proyecto.

Los diferentes criterios los podemos ver en el gráfico 4.2.3 así como su porcentaje de peso en relación a las ventas valor añadido precios transferencia que hemos visto en la tabla 4 anterior.

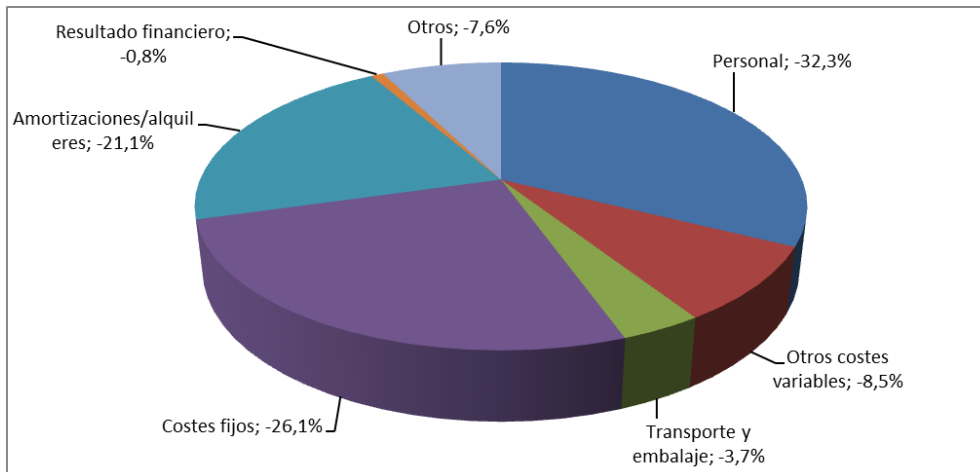


Gráfico 4.2.3: Distribución de costes en relación a ventas valor añadido precios transferencia

Analizando el gráfico observamos que los costes variables de personal directo e indirecto suponen el 32,3% del total de las ventas, siendo el valor de mayor peso. Seguido de los costes fijos con el 26,1% y el concepto de amortizaciones y alquileres de instalaciones productivas y generales de funcionamiento de fábrica con el 21,1%.

Estos tres apartados suponen el 79,5% del total de las ventas de precios de transferencia, por lo que trabajando en la mejora de estos tres puntos con las herramientas de gestión que se van a desarrollar en el presente proyecto podemos mejorar el Resultado Técnico de cada Profitcenter que nos interese y por consiguiente el Resultado Técnico total de la planta productiva.

Los denominados otros costes variables que representan el 8,5% sobre las ventas de precio de transferencia de valor añadido son la suma de los costes de consumibles y suministros, los de energía y los de reparación y mantenimiento.

Por último los costes de transporte suponen el 3,7% sobre el valor de las ventas de precios de transferencia y el resultado financiero que supone el 0,8% de la ventas.

4.2.1. Análisis de ventas por productos

En la tabla 4.2.1.1 “Distribución de venta por productos”, vemos cómo están distribuidas las ventas de valor añadido de precio de transferencia por Profitcenter

(según nuestra definición de Profitcenter) en valor absoluto de ventas. Para determinar la importancia que tiene cada producto en porcentaje, con respecto al total de ventas sobre las ventas aplicamos el “*método de los porcentajes*”.

Productos	Ventas PT (M€)	%	% Acumulado	Margen de cobertura (M€)	Real MC %	Objetivo MC
G	1.701	26,2%	26,2%	1.075	29,9%	18%
I	1.224	18,9%	45,1%	702	19,5%	18%
H	1.004	15,5%	60,6%	589	16,4%	18%
J	696	10,7%	71,3%	441	12,2%	18%
E	634	9,8%	81,1%	215	6,0%	18%
F	315	4,9%	86,0%	208	5,8%	18%
A	258	4,0%	89,9%	140	3,9%	18%
C	252	3,9%	93,8%	130	3,6%	18%
K	174	2,7%	96,5%	26	0,7%	18%
B	162	2,5%	99,0%	87	2,4%	18%
D	65	1,0%	100,0%	-2	-0,1%	18%
	6.485			3.601	55,5%	

Tabla 4.2.1.1: Distribución de ventas por productos

Estos datos nos dan una información relevante de cuáles son los productos, que en nuestro caso coinciden con los Profitcenter, sobre los que más ventas tenemos.

Para identificar los productos que corresponden al 80% del total de las ventas aplicamos el “*método de Pareto*” observando que los productos relevantes son G, I, H, J y E para ello

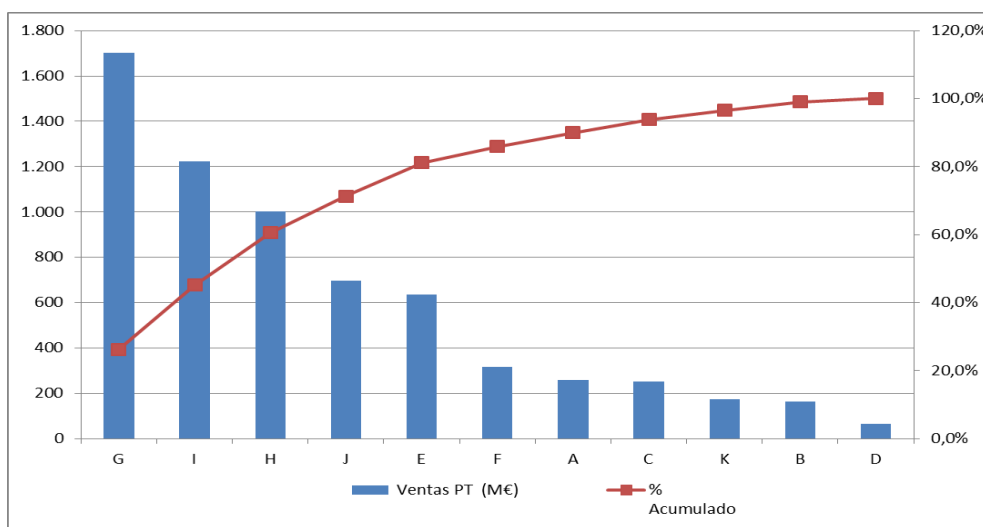


Gráfico 4.2.1.2 Pareto ventas productos

En la tabla 4.2.1.1. vemos el margen de cobertura en valor absoluto columna “*Margen de cobertura (M€)*” y en porcentaje de cada uno de los productos denominados relevantes en la columna llamada “*Real MC %*”

Hemos establecido que en productos con alto valor añadido el margen de cobertura objetivo debe ser de un 18% y que todos los productos que estén por debajo de ese margen de cobertura deben ser objeto de un análisis más profundo y detallado.

Las premisas iniciales para un estudio más profundo de los productos son:

1. Análisis de los productos que estén dentro del 80% del total del valor de las ventas de precio de transferencia.
2. Análisis de los que seleccionados previamente tienen un margen de cobertura por debajo de un 18%.

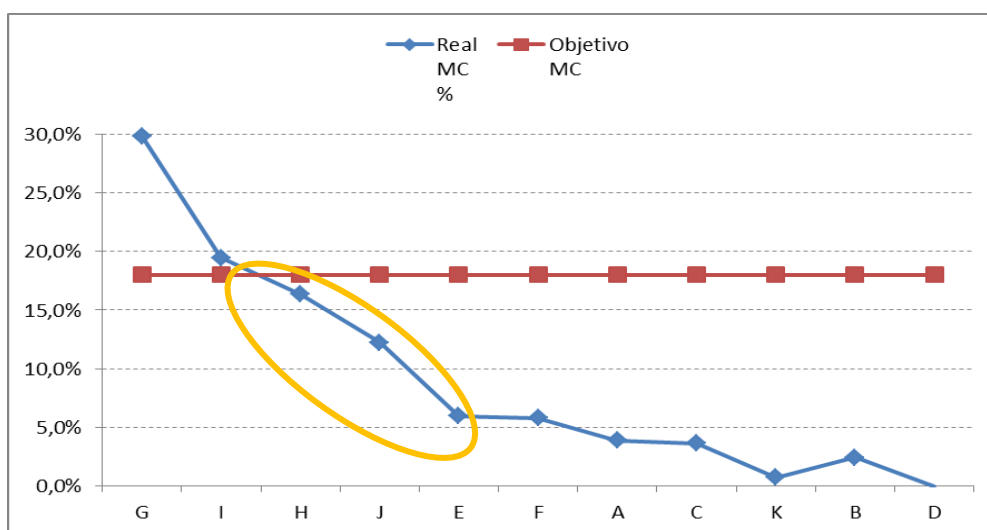


Gráfico 4.2.1.3 Selección de Profitcenter

Una vez seleccionados los productos donde se tiene que actuar para mejorar el margen de cobertura de los mismos, que en nuestro caso son H, J y E Profitcenter monoproducto, nos hacemos las siguientes preguntas,:

- ✓ ¿Qué metas debo fijar?

- ✓ ¿Dónde tengo que actuar en los diferentes apartados de costes variables (MOD, MOI, energía, mantenimiento, transportes, consumibles)?
- ✓ ¿Cómo tengo que actuar?
- ✓ ¿Qué resultado espero obtener?
- ✓ ¿Cuánto tiempo necesito para implantar las acciones de mejora?
- ✓ ¿Cuántos años de vida le queda al producto?
- ✓ ¿En qué apartados de los costes fijos tengo que mejorar?
- ✓ ¿Cómo puedo gestionar mis amortizaciones/alquileres?

Antes de iniciar cualquier actividad para responder a estas preguntas se debe hacer una proyección para prever de donde debemos actuar para mejorar el resultado técnico de cada Profitcenter.

En la tabla 4.2.1.4 “Situación inicial” vemos cual es la situación actual de costes variables de personal (mano de obra directa, mano de obra indirecta), costes variables correspondientes a consumibles y suministros, energía y reparación/mantenimiento, costes variables de transporte y embalajes de los Profitcenter y la compararemos con la proyección realizada (ver tabla 4.2.1.5: “Situación proyectada”) de manera que nos ayude a decidir cómo y donde debemos actuar.

Los criterios de reparto de los costes indirectos de la mano de obra indirecta (MOI), consumo y suministros, energía, reparación y mantenimiento y costes de transporte y embalaje se definen en cada uno de los capítulos desarrollados en el presente TFC.

Productos	MOD M€	MOI M€	Costes de Personal (ME)	Consum. y suminis M€	Energía M€	Repara y manteni M€	Costes variables (M€)	Costes de produc. (M€)	Transpor y embalaje(M€)	Margen de cobertura (M€)	Real MC %
H	-240	-97	-336	-27	-23	-29	-79	-415	0,0	589	16,4%
J	-114	-62	-175	-18	-18	-28	-64	-239	-16,0	441	12,2%
E	-115	-85	-199	-24	-21	-27	-72	-271	-148,0	215	6,0%
	-1.331	-765	-2.096	-176	-158	-217	-551	-2.647	-237,0	3.601	55,5%

Tabla 4.2.1.4: Situación inicial

Productos	MOD M€	MOI M€	Costes de Personal (ME)	Consum. y suminis M€	Energía M€	Repara y manteni M€	Costes variables (M€)	Costes de produc. (M€)	Transpor y embalajes (M€)	Margen de cobertura (M€)	Real MC %	Objetivo MC
H	-200	-72	-271	-22	-18	-24	-64	-335	0,0	669	17,5%	18%
J	-74	-50	-123	-13	-13	-28	-54	-177	-16,0	503	13,1%	18%
E	-75	-73	-147	-24	-16	-27	-67	-214	-118,0	302	7,9%	18%
	-1.211	-715	-1.926	-166	-143	-212	-521	-2.447	-207,0	3.831	59,1%	

Tabla 4.2.1.5: Situación proyectada

En la comparación de las dos tablas actuando sobre los conceptos de mano de obra directa (MOD), mano de obra indirecta (MOI), otros costes variables y transportes y embalajes mejoramos el margen de cobertura en 230 M€ que supone pasar el 55,5% al 59,1%.

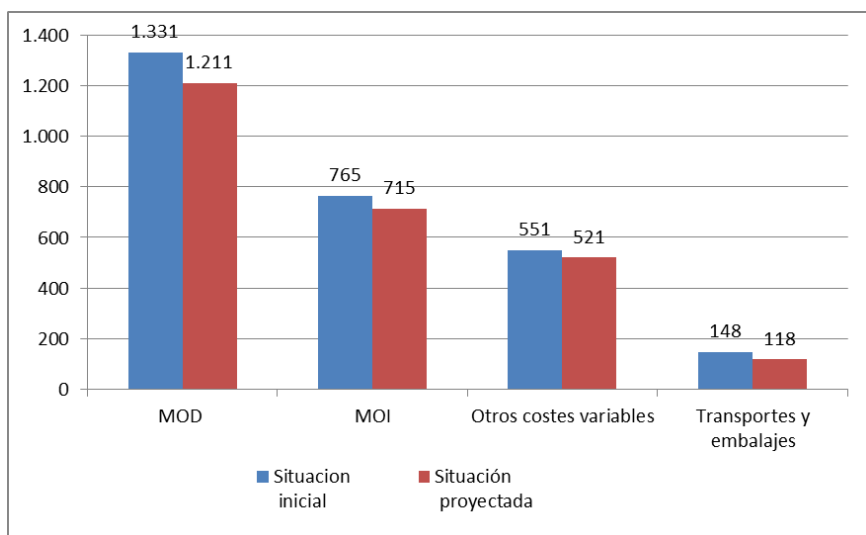


Gráfico 4.2.1.6: Situación proyectada individualizada

En el gráfico 4.2.1.6 “Situación proyectada individualizada” se ve de forma más detallada la mejora de costes de cada concepto

Otro punto a destacar es que en la proyección hemos mejorado los márgenes de cobertura de los productos analizados como se puede examinar en el siguiente gráfico 4.2.1.7 “Margen cobertura Profitcenter inicial vs proyectado”

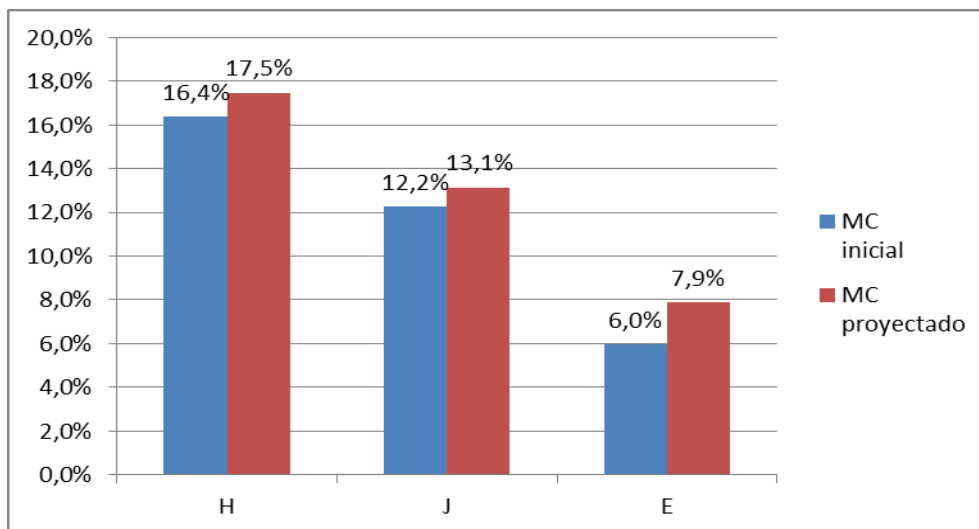


Gráfico 4.2.1.7: Margen cobertura de Profitcenter inicial vs proyectado

Vemos que aunque haya habido mejora no se ha alcanzado el 18% que es el valor objetivo del margen de cobertura de cada Profitcenter, esto es debido a que el tanto por ciento de margen de cobertura de cada Profitcenter, al estar relacionado al margen de cobertura total de planta, varía si varían los márgenes de cobertura de los otros Profitcenter.

La mejora en tanto por ciento del margen de cobertura inicial versus el proyectado de cada Profitcenter se ve en la tabla 4.2.1.8 “Margen cobertura inicial versus proyectado”

Productos	MC inicial	MC proyectado	Mejora %	Mejora M€
H	16,4%	17,5%	1,1%	80
J	12,2%	13,1%	0,9%	62
E	6,0%	7,9%	1,9%	87
				230

Tabla 4.2.1.8: Margen cobertura inicial versus proyectado

A modo de ejemplo podemos estudiar el margen de cobertura de un Profitcenter, manteniendo el margen de cobertura inicial para confirmar si se ha llegado al margen

objetivo del 18% (ver tabla 4.2.1.9 "Estudio de margen cobertura Profitcenter versus margen cobertura inicial").

Productos	Margen cobertura inicial en valor absoluto M€	Margen cobertura proyectado en valor absoluto M€	Margen cobertura en %
H	3.601	669	18,6%
J	3.601	503	14,0%
E	3.601	302	8,4%

Tabla 4.2.1.9: Estudio de margen cobertura Profitcenter versus margen cobertura inicial

Si comparamos los porcentajes de margen de cobertura proyectado de la tabla 4.2.1.9 con el resultado de margen de cobertura visto en la tabla 4.2.1.8, el producto H pasa de un 17,4% a un 18,6% con lo que el objetivo estaría cumplido y de los otros dos productos el objetivo no se habría cumplido pero, en el Profitcenter J pasamos del 13,1% al 14 % y en el Profitcenter E del 7,9% al 8,4%

En los próximos capítulos se explicaran con más detalle siguiendo el ejemplo de business case que acciones específicas he ejecutado para mejorar el margen de cobertura proyectado aplicando en cada capítulo las herramientas de gestión necesarias.

4. 3. Capitulo coste de personal

El coste de personal, recoge todas aquellas cantidades que efectivamente han supuesto la aplicación del trabajo de la mano de obra. Esto quiere decir que incluiremos en el cálculo del coste de personal los siguientes conceptos:

- Salario base neto anual (incluyendo el mes de vacaciones).
- Pluses (peligrosidad, toxicidad, puntualidad, turnos, nocturnidad, etc.), primas y complementos (por antigüedad, productividad, tipo de actividad, horas extras, comisiones, etc.).

- Cargas sociales y retenciones (Seguridad Social, IRPF, etc., tanto por cuenta de la empresa como por cuenta del trabajador).
- Gratificaciones al personal (por la realización de tareas especiales, logro de objetivos, participación en beneficios, etc., y todo debidamente periodificado).
- Pagas extraordinarias (la parte proporcional del periodo).
- Compensaciones no salariales al personal (costes de los comedores, transportes, instalaciones deportivas, etc.).
- Indemnizaciones y aportaciones a planes de pensiones y similares.

El coste total de personal está formado por el coste de mano de obra directa y de la mano de obra indirecta, que en nuestro business case profitcenter H corresponde al personal de las funciones de producción, mantenimiento, calidad y logística.

Previo al inicio de la explicación de la herramienta de gestión a aplicar para mejorar la MOD del Profitcenter “H” explicaré, cuál es el producto, su proceso de fabricación, su función y su lay-out.

El producto tiene varias acepciones y se puede llamar cockpit, cross car beam o soporte salpicadero. En la figura 4.3.1 podemos ver su estructura.

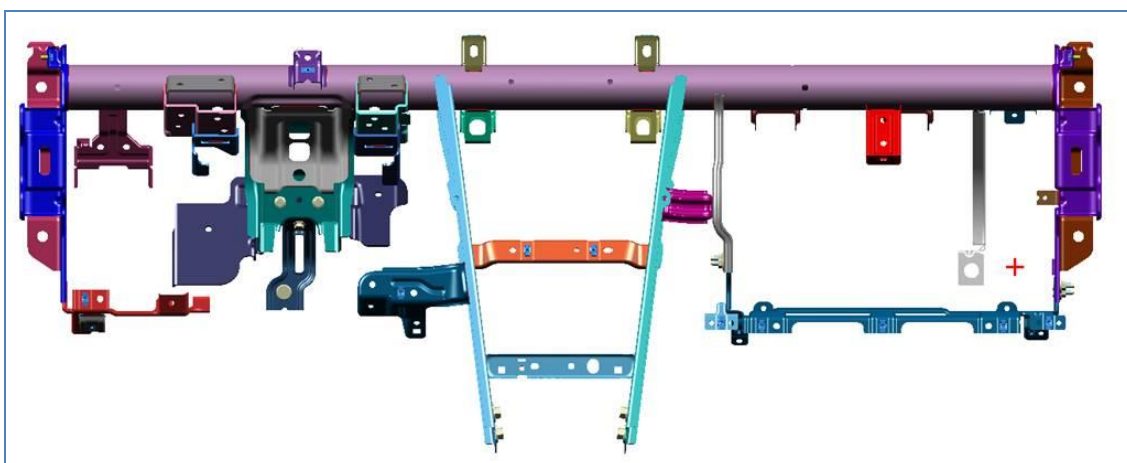


Figura 4.3.1: Cockpit, cross car beam, soporte salpicadero

El producto está formado por varias piezas metálicas estampadas con la geometría necesaria para que cumplan la función definida en la fase de diseño. Estas piezas individuales son unidas entre sí, mediante el proceso de soldadura por fusión al arco metálico protegido por gas de manera que se forma el producto cockpit.

Su función es la soportar todos los elementos necesarios para la conducción y comunicación de un coche como son la columna de la dirección, los airbags, la guantera, la radio, la caja de los fusibles, salida tubos climatización y los cables de conexión necesarios para llevar las señales electrónicas.

En la foto 4.3.2 “integración de producto cockpit en el coche” podemos ver donde se monta el producto cockpit en el coche y que sirve de soporte para lo comentado en el párrafo anterior.



Foto 4.3.2: Integración de producto cockpit en el coche

El lay-out de fabricación se describe en la figura 4.3.3. Está formado por dos células universales de soldadura y una de revisión de cordones de soldadura además de montaje de soporte guantera mediante proceso de atornillado.

El flujo de proceso se indica con flechas y la cantidad de MOD necesaria es de 4 personas que van rotando en los diferentes puestos de trabajo.

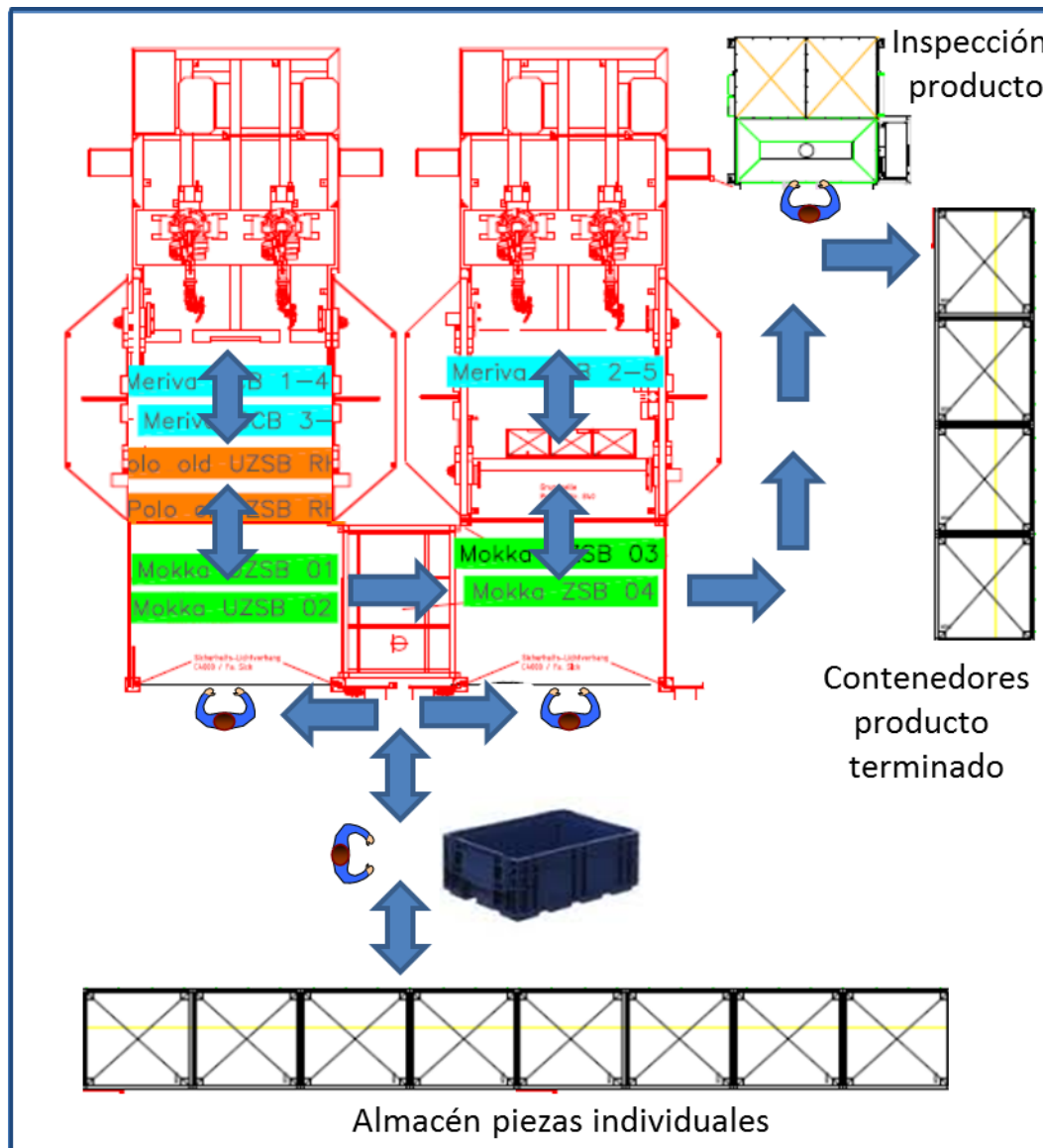


Figura 4.3.3: Lay-out de fabricación

El coste de personal de mano de obra directa e indirecta de la función de producción se define durante la fase conceptual de un proceso de fabricación y es responsabilidad de la función ingeniería de procesos.

Ventas valor añadido precio transferencia	6.484	100 %
Coste de mano de obra directa	- 1.332	- 20,5 %
Coste de mano de obra indirecta	- 764	- 11,8 %
Coste de personal	- 2.096	- 32,3 %

Tabla 4.3.4: Costes de personal

Indicar que el coste de mano de obra directa corresponde a 1.332 M€ lo que supone un 20,5% del total de las ventas valor añadido precio de transferencia. Este coste es el mayor de todos los costes que influyen en el Resultado Técnico de planta por lo que hay que analizar con especial atención donde podemos y debemos mejorar.

La reducción de costes de MOD se puede hacer por dos vías:

- Mejora de mapa de flujo de valor
- Aumento de productividad optimizando los tiempos de ciclo de las máquinas

4.3.1. Coste de mano de obra directa (MOD)

La mano de obra directa (en adelante MOD) es la que corresponde a los trabajadores que aplican su trabajo directamente a un producto determinado, ya sea de forma manual o utilizando maquinaria.

Así pues, la MOD puede ser medida y valorada de forma individualizada en relación con un Profitcenter.

La cantidad de personas de MOD necesarias para un Profitcenter se determina siguiendo las fases que se describen en el diagrama de flujo posterior denominado Fases de para determinar la MOD necesaria de personal.

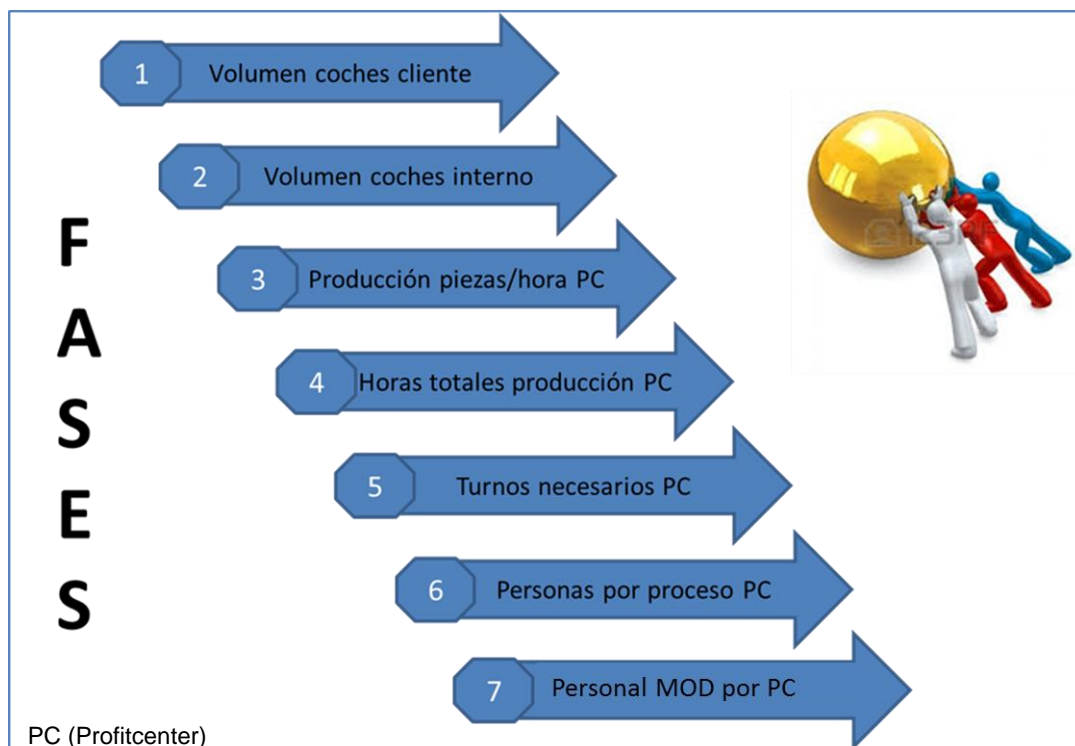


Diagrama de flujo 4.3.1.1: Fases de para determinar la MOD necesaria por Profitcenterl

A continuación desarrollo un ejemplo de cómo se calcula la cantidad de personas para el Profitcenter H business case objeto de este TFC.

Productos	Ventas PT (M€)	Volumen coches cliente (1)	Volumen coches interno (2)	Producción piezas/hora PC (3)	Horas totales producción PC (4)	Turnos necesarios PC (1760 h/turno) (5)	Personas por proceso PC (6)	Personal MOD por PC (7)	MOD (M€)	MOD %
H	1.004	175.000	140.000	36,0	3.888,9	2,4	4,0	9,6	240	18,0%
J	696	95.000	80.750	19,7	4.099,0	2,5	1,8	4,5	114	8,5%
E	634	130.000	122.590	49,5	2.476,6	1,5	3,0	4,6	115	8,6%

Business case PC H 4.3.1.2: Cálculo para determinar la MOD necesaria por Profitcenterl

Fase 1 Volumen coches cliente: son los datos que el cliente proporciona según su planificación anual de ventas.

Business case Profitcenter H: Volumen coches cliente igual a 175.000 coches.

Fase 2 Volumen coches interno: Es una planificación interna que se hace teniendo en cuenta:

- Las producciones de los años anteriores para Profitcenter en serie o bien las cantidades vendidas del modelo anterior para el primer año de venta del modelo de coche nuevo,
- La situación económica en los países donde se venden los coches.
- El tiempo de vida que el coche está en serie.
- En qué mercados se vende el coche.

Business case Profitcenter H: Volumen coches interno 140.000

Fase 3 Producción piezas horas Profitcenter: Son las piezas hora que es capaz de fabricar el medio productivo diseñado aplicando el método MTM (Metodología de Métodos y Tiempos) e incluyendo una serie de factores adicionales como absentismo laboral, chatarra, tiempo de mantenimiento planificado y down time máquina.

Business case Profitcenter H: Producción piezas hora 36

Fase 4 Horas totales producción: Esta fase se calcula dividiendo la planificación interna de coches entre las piezas horas calculadas en la fase 3.

Business case Profitcenter H: 140.000 coches / 33 piezas/horas = 3.888,9 horas efectivas/año

Fase 5 Turnos necesarios: Se calculan los turnos necesarios para completar la planificación de coches definida en la fase 2. Los turnos se determinan dividiendo las horas totales de producción (Fase 4) entre las horas que marque el convenio de los trabajadores, que en nuestro caso serán 1.613 horas año producción.

Business case Profitcenter H: 3.888,9 horas efectivas/año / 1613 horas turno/año = 2,4 turnos necesarios

Fase 6 Personas por proceso PC: Consiste en conocer las personas de MOD que participan directamente en el proceso de manufactura por turno.

Business case Profitcenter H: 4 personas MOD

Fase 7 Personal MOD por Profitcenter: Son las personas necesarias para cada PC por año.

Business case Profitcenter H: 2,4 turnos x 4 personas MOD/turno = 9,6 MOD/año.

Para seguir desarrollando el business case del Profitcenter H, indico dos vías a implementar para mejorar el coste de la MOD que es del 18 % del total costes MOD del Resultado Técnico de planta que corresponde a un importe de 240 M€ (ver tabla business case PC H 4.3.1.2 “Cálculo para determinar la MOD necesaria por Profitcenter”)

1. Reducir personal de MOD automatizando y/o reorganizando operaciones del proceso.
2. Aumentar la producción de piezas hora mejorando el proceso de soldadura que es lo mismo que reducir el tiempo de ciclo para completar la fabricación de un producto.

Para ello existen unas herramientas lean manufacturing que hay que aplicar de manera sistematizada que nos ayudan a diagnosticar el proceso y posteriormente a definir e implementar acciones de mejora para conseguir el objetivo de optimizar el coste de la MOD.

La tabla 4.3.1.3 “lean tools management” nos muestra que herramientas debemos emplear para conseguir optimizar la MOD necesaria. El orden de las herramientas indicado en la tabla hay que seguirlo de forma rigurosa para ser eficientes y eficaces en la aplicación de la metodología.

LEAN TOOLS MANAGEMENT	Productividad	Automatización/ organización proceso
<i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	★	★
<i>People Labor Cost Management</i>	★	
<i>Single Minute Exchange Die (SMED)</i>	★	★

Tabla 4.3.1.3: Lean tools management.

Aplicando estas herramientas mejoramos la productividad y a su vez detectamos puntos donde mejorar la organización de la personas y la posibilidad de implantar nuevas automatizaciones parciales dentro del proceso de fabricación global explicado anteriormente.

4.3.1.1 Herramienta VSM (Value Stream Mapping).

EL VSM es una herramienta que se presenta como útil y aplicable para la mejora y rediseño de los sistemas productivos en base a un diagnóstico y definición, lanzamiento e implantación de mejoras futuras. Estas mejoras van acompañadas con una planificación que indique acciones, fechas y recursos necesarios económicos y tecnológicos.

Es empleada para aumentar capacidad productiva durante el proceso de transformación completo desde la recepción de materiales hasta la entrega final en cliente.

El objetivo es optimizar los pasos del mapa de flujo de valor que aportan valor añadido al producto y minimizar o eliminar los que no aportan ninguno básicamente lo que se llama valor añadido cero o desperdicio.

Consiste inicialmente, en realizar un examen detallado de *cada paso de un proceso* teniendo en cuenta la clasificación que hemos realizado en la tabla 4.3.1.1.1 “clasificación de pasos”

Fase	Abstracción	
	Acciones que Si aportan VA	Acciones que no aportan VA
Planificar	Planificación	Preparación
Ejecutar	Ejecución	Almacenaje, movimiento, manipulación
Revisar	Prevención	Control
Adaptar		Procesamiento de piezas defectuosas y desechos

Tabla 4.3.1.1.1: Clasificación de pasos.

4.3.1.1.1 Pasos para aplicar la herramienta VSM en el producto H

Paso 1: Elaborar un mapa de flujo de valor/no valor, cuyo alcance comprende todas las operaciones que van desde la entrada de materiales al proceso de fabricación hasta el producto terminado en final de línea.

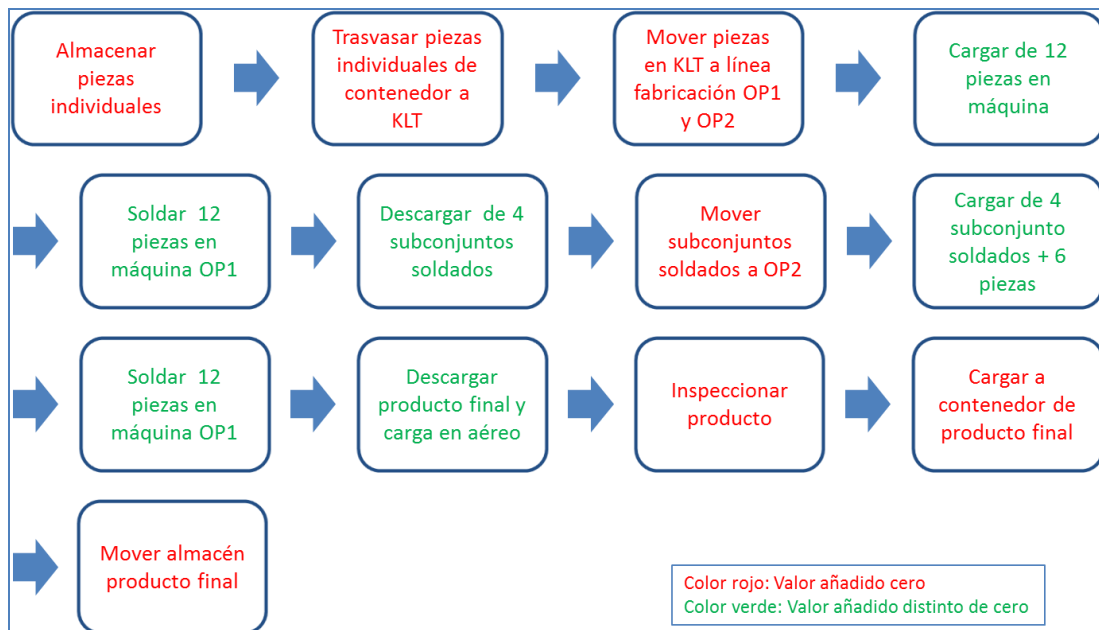


Diagrama 4.3.1.1.2: Mapa de flujo de valor/no valor

Paso 2: Identificar las oportunidades de mejora. Para ello hemos medido los tiempos utilizados de MOD de cada operación definida en el mapa de flujo de valor/no valor proceso definido en el paso 1

Pasos del proceso		Tiempo Operación (Min)
1	Trasvasar piezas individuales de contenedor a KLT	154
2	Mover piezas en KLT a línea fabricación OP1 y OP2	286
3	Cargar de 12 piezas en máquina	426
4	Soldar 12 piezas en máquina OP1	
5	Descargar de 4 subconjuntos soldados	
6	Mover subconjuntos soldados de OP1 a OP2	14
7	Mover subconjuntos soldados de OP2 a OP1	14
8	Cargar de 4 subconjunto soldados + 6 piezas	426
9	Soldar 12 piezas en máquina OP2	
10	Descargar producto final y carga en aéreo	
11	Inspeccionar producto	344
12	Cargar a contenedor de producto final	96

Tabla 4.3.1.1.3: Medición tiempos operaciones de MOD

Paso 3: Eliminar o reducir las operaciones de no valor o valor añadido cero y valorarlas económicamente con relación a la MOD

Los pasos del proceso que aportan valor añadido cero al proceso son las que están escritas en color rojo como hemos definido e identificado previamente. Ver tabla 4.3.1.1.4: Valoración económica de las operaciones

Pasos del proceso		Tiempo (Min)	Coste operación por turno	Turnos año persona	Turnos necesarios año PC	Coste total año (M€)
1	Trasvasar piezas individuales de contenedor a KLT	154	39,77 €	220	2,4	21
2	Mover piezas en KLT a línea fabricación OP1 y OP2	286	73,86 €	220	2,4	39
3	Cargar de 12 piezas en máquina	426	110,02 €	220	2,4	58
4	Soldar 12 piezas en máquina OP1					
5	Descargar de 4 subconjuntos soldados					
6	Mover subconjuntos soldados de OP1 a OP2	14	3,62 €	220	2,4	2
7	Mover subconjuntos soldados de OP2 a OP1	14	3,62 €	220	2,4	2
8	Cargar de 4 subconjunto soldados + 6 piezas	426	110,02 €	220	2,4	58
9	Soldar 12 piezas en máquina OP2					
10	Descargar producto final y carga en aéreo					
11	Inspeccionar producto	344	88,84 €	220	2,4	47
12	Cargar a contenedor de producto final	96	24,79 €	220	2,4	13
						240

Tabla 4.3.1.1.4: Valoración económica de las operaciones

El reparto de costes en este apartado se realiza valorando los tiempos necesarios para cada paso del proceso y posteriormente calculando el coste de ese paso. Los costes de las operaciones tienen un factor de corrección pues el personal está 8 horas de presencia en la fábrica tiempo bruto pero tiempo neto de producción es de 7horas 40 min.

Este factor de corrección es de 1,091 resultante de dividir las 8 horas de presencia entre las 7h:40 min de tiempo producción.

A continuación explico un ejemplo de cómo calculan los costes de MOD para el paso del proceso 1: *Trasvasar piezas individuales de contenedor a KLT* se calculan como el siguiente ejemplo:

Lo primero que hacemos es medir el tiempo empleado en trasvase que es igual a 154 min.

Posteriormente calculamos el coste de operación por turno de MOD:

$$(25.000 \text{ € año} / 1.760 \text{ horas}) / 60 \text{ min} \times 154 \text{ min} \times 1,091 \text{ factor} = 39,77 \text{ €}$$

donde:

- 25.000 € es el coste salario bruto más cargas sociales de un operario de mano de obra directa en el periodo de un año.
- 1.760 horas son las horas a trabajar por convenio al año.
- Valor 60 son los minutos que tiene una hora.
- Valor 154 es el tiempo medido que emplea el operario en hacer el trasvase.
- Factor 1,091 factor para aplicar los costes reales de MOD.

Analizando con mayor detalle la Tabla 4.3.1.1.4: Valoración económica de las operaciones de las operaciones observamos que podemos actuar en los pasos 1, 2, 6,7, 11 y 12.

Las acciones de mejora definidas e implantadas en el paso 1 “*Travasas piezas individuales de contenedor a KLT*” han sido redefinir el proceso de trasvase que consiste en:

- Determinar KLT’s necesarios en función de las piezas
- Mejorar el sistema de trasvase implementando estanterías.

Con ello el tiempo trasvase total por turno de 154 minutos al turno a 138,6 minutos lo que ha supuesto una reducción de tiempo de 15,4 minutos al turno un 10%.

Para el paso 2 *Mover piezas en KLT a línea de fabricación OP1 y OP2*, hemos redefinido el tamaño de los KLT’s para alguna de las piezas de manera que caben más piezas.

Y por último hemos analizado el consumo de piezas por turno para reducir los movimientos de piezas a lo necesario por turno con ayuda de carros de transporte internos diseñados específicamente. Reducción de tiempo de 286 minutos turno a 257,4 minutos.

La acción de mejora implementada en el paso 6 *mover subconjuntos soldados de OP1 a OP2* y paso 7, denominado 6 *mover subconjuntos soldados de OP2 a OP1*, ha sido la de utilizar rampas de caída libre de manera que los subconjuntos soldados que van de la operación 1 a la operación 2 se mueven sin necesidad de que sean movidos por una persona, este punto además nos ha permitido crear un

buffer de piezas con las que seguimos fabricando en la operación 2 si tenemos una avería de menos de 30 minutos en la operación 1 sin que por ello haya pérdida de productividad.

Hemos pasado de emplear tiempo de recurso de 28 minutos por turno a cero minutos con lo que la mejora en esta operación ha sido del 100%.

El paso 11 *inspeccionar producto* hemos reducido el tiempo de 344 a 309,6 minutos turno y esto ha sido debido a que hemos instalado elementos de visualización de los cordones de soldadura que ayudan al operario a reducir los movimientos de rotación del producto.

En la tabla 4.3.1.1.5: Resultados de las mejoras en las operaciones, vemos el resultado económico que supone la mejora implementada.

Pasos del proceso		Tiempo (Min)	Coste operación por turno	Turnos año persona	Turnos necesarios PC	Coste total año (M€)
1	Trasvasar piezas individuales de contenedor a KLT	138,6	35,80 €	220	2,4	19
2	Mover piezas en KLT a línea fabricación OP1 y OP2	257,4	66,48 €	220	2,4	35
3	Cargar de 12 piezas en máquina	426	110,02 €	220	2,4	58
4	Soldar 12 piezas en máquina OP1					
5	Descargar de 4 subconjuntos soldados					
6	Mover subconjuntos soldados de OP1 a OP2	0	- €	220	2,4	0
7	Mover subconjuntos soldados de OP2 a OP1	0	- €	220	2,4	0
8	Cargar de 4 subconjunto soldados + 6 piezas	426	110,02 €	220	2,4	58
9	Soldar 12 piezas en máquina OP2					
10	Descargar producto final y carga en aéreo					
11	Inspeccionar producto	309,6	79,96 €	220	2,4	42
12	Cargar a contenedor de producto final	96	24,79 €	220	2,4	13
						225

Tabla 4.3.1.1.5: Resultados de las mejoras en las operaciones

Comparando las tabla 4.3.1.1.4 y 4.3.1.1.5 después de haber aplicado VSM hemos obtenido una mejora de 15 M€ con lo que pasamos de 240 M€ a 225 M€.

La cantidad de MOD que hemos liberado para hacer otras actividades dentro de la empresa ha sido 0,22 personas año.

A continuación explico cómo se calcula la cantidad de MOD liberada. El tiempo en minutos inicial menos tiempo en minutos final después de aplicación VSM, multiplicado por turnos año y dividido 1760 horas convenido que se pagan.

Ejemplo numérico= $(1760 \text{ min. Inicial} / 1653,6 \text{ min. final} \times 220 \text{ turnos año}) / 60 \text{ min/hora} = 390,13 \text{ horas reducidas año de MOD empleadas en el Profitcenter H}$

Personas ahorrada año = $390,13 / 1760 \text{ horas año por 1 persona MOD} = 0,22 \text{ personas año}$

Comentar que los turnos de trabajo siguen siendo los mismos 2,4 ya que no se ha mejorado los tiempos de ciclo de máquina, sino se han reducido horas de MOD utilizadas en el Profitcenter H para poder utilizarlas para otros Profitcenter.

Producto	Ventas PT (M€)	Volumen coches cliente (1)	Volumen coches interno (2)	Producción piezas/hora PC (3)	Horas totales producción PC (4)	Turnos necesarios PC (1760 h/turno) (5)	Personas por proceso PC (6)	Personal MOD por PC año (7)	MOD (M€)	MOD %
H	1.004	175.000	140.000	36,1	3.878,1	2,4	4,00	9,6	240	18,0%
H	1.004	175.000	140.000	36,1	3.878,1	2,4	3,78	9,1	225	16,9%

Tabla 4.3.1.1.6: Resultados aplicación mapa flujo valor

Una vez mejorado el mapa de flujo de valor trabajamos en el otro aspecto indicado anteriormente que es el de mejorar la productividad optimizando los tiempos de ciclo de las máquinas.

En este punto la actividad realizada se basa en diferentes pasos:

- Medir el tiempo de carga de piezas del personal en la máquina OP1y OP2.
- Hacer un video sobre los movimientos del robot en la fase de soldadura.

- Analizar el video y eliminar los movimientos que hacen los robots sin trabajar y/o sincronizar los robots para equilibrar el tiempo de trabajo de cada uno de ellos en la célula.
- Volver a medir para ver la reducción de tiempo de ciclo de máquina y por consiguiente el aumento de piezas por hora.

Producto	Ventas PT (M€)	Volumen coches cliente (1)	Volumen coches interno (2)	Producción piezas/hora PC (3)	Horas totales producción PC (4)	Turnos necesarios PC (5)	Personas por proceso PC (6)	Personal MOD por PC año (7)	MOD (M€)	MOD %
H	1.004	175.000	140.000	36,1	3.878,1	2,4	4,00	9,6	240	18,0%
H	1.004	175.000	140.000	36,1	3.878,1	2,4	3,78	9,1	225	16,9%
H	1.004	175.000	140.000	37,5	3.733,3	2,3	3,78	8,7	219	16,4%

Tabla 4.3.1.1.6: Resultados aplicación optimización tiempo ciclo

Con estas acciones de análisis e implantación, mejora el tiempo de ciclo vemos que pasamos de 36,1 piezas hora a 37,5 piezas horas a una disponibilidad de máquina neta de 85% con respecto a una disponibilidad ideal de 100% por hora.

Esta mejora en tiempo de ciclo supone que hemos pasado de un tiempo de producción de 2,4 turnos al día a 2,3 turnos al día de producción. Significa que hemos reducido tiempo de presencia de personal necesario en las máquinas que forman el proceso completo aumentando la productividad de la misma.

Como conclusiones podemos decir que estas acciones de mejora implementadas aplicando VSM hemos:

- ✓ Reducido la MOD implicada en el proceso en 0,22, cumpliendo así el objetivo de optimizar los pasos que aportan valor añadido al producto y minimizar o eliminar los que no aportan ninguno.
- ✓ Aumentado la producción de piezas hora en 1,4
- ✓ Aumentado la capacidad de máquina en 0,1 turnos al día.

- ✓ Reducido las personas implicadas en el proceso en 0,22 cabezas, cumpliendo así el objetivo de optimizar los pasos que aportan valor añadido al producto y minimizar o eliminar los que no aportan ninguno.
- ✓ Reducido los costes de personal en 21 M€ año
- ✓ Reducido el porcentaje de costes de cuota de personal en un 1,6% %

4.3.1.2 Herramienta lean denominada People Labor Cost Management.

Esta herramienta consiste en la optimización sobre la gestión de MOD llamado “comodín” que da apoyo a los diferentes puestos de trabajo para evitar que las máquinas paren durante los tiempos de descanso que por ley está regulado y tienen las personas que trabajan durante un periodo de 8 horas seguido.

Normalmente y dependiendo del tipo de trabajo que hacen las personas, factores de fatiga a aplicar, tipo de puesto de trabajo y producto que manipula, una persona en una jornada de 8 horas estimamos como promedio 40 min de pausa de descanso repartidas en la misma.

En el ejemplo de la tabla 4.3.1.2.1 people labor cost management vemos que para un volumen de coches interno de 140.000 con una producción de piezas hora de 37,5 se necesitan 3733,3 horas para un turno de trabajo efectivo de 7 horas y 20 min. Esto supone que la capacidad de máquina está en 2,3 turnos para utilización de 3,78 personas de MOD por turno. Los costes de personal son 261 M€

Producto	Ventas PT (M€)	Volumen coches cliente (1)	Volumen coches interno (2)	Producción piezas/hora PC (3)	Horas totales producción PC (4)	Turnos necesarios PC (5)	Personas por proceso PC (6)	Personal MOD por PC año (7)	MOD (M€)	MOD %
H	1.004	175.000	140.000	36,1	3.878,1	2,4	4,00	9,6	240	18,0%
H	1.004	175.000	140.000	36,1	3.878,1	2,4	3,78	9,1	225	16,9%
H	1.004	175.000	140.000	37,5	3.733,3	2,3	3,78	8,7	219	16,4%
H	1.004	175.000	140.000	37,5	3.733,3	2,1	3,78	8,0	200	15,1%

Tabla 4.3.1.2.1 people labor cost management

Al aplicar la herramienta lean people labor cost management vemos en la tabla 4.3.1.2.1 que si mantenemos las variables de volumen coches internos y producción piezas hora constantes los turnos necesarios de producción se reducen en 0,2 turnos año.

Esto significa, que en este ejemplo, al aplicar la herramienta, observamos que los costes de MOD para el Profitcenter del producto H se reducen en un 0,9% con respecto a la herramienta VSM aplicada anteriormente, en valor absoluto 19 M€.

Por otra parte el “comodín” ha empleado para el relevo de las 4 personas a 40 minutos por persona 160 min en un turno si a esto le sumamos sus 40 minutos propios de descanso en un turno completo de 8 horas emplea para cubrir las pausas descanso en el producto H más su propio descanso 200 min, Tabla 4.3.1.2.2: Carga trabajo de comodín.

		Tiempo descanso en minutos turno	
Producto H	Puesto 1	40	
	Puesto 2	40	
	Puesto 3	40	
	Puesto 4	40	
	Total producto H	160	
	Descanso comodín	40	
	Total carga trabajo comodín por turno	200	Producto H + descanso propio

Tabla 4.3.1.2.2: Carga trabajo de comodín

El “comodín” para cubrir el turno completo de 8 horas que son 480 en el producto H más su descanso ha empleado 200 por lo que todavía le quedan 280 minutos libre en los que podría hacer de comodín en otros productos como por ejemplo el producto I que emplea 6,7 personas por proceso, de manera que mejoraríamos en este producto también los costes de personal aplicando el mismo método que el utilizado para el producto H.

La aplicación de esta herramienta aporta una serie de ventajas que pasamos a enumerar:

- Reducir los costes de personal por producto y totales para mejorar el Resultado Técnico de planta.
- Reducir la carga de trabajo de máquina para utilizarla en nuevos productos.
- Mantener las instalaciones realizando los mantenimientos preventivos con máquina parada planificados.
- Reutilizar la figura del comodín para diferentes productos hasta utilizar al 100% su carga de trabajo.
- Mejorar la polivalencia del personal de MOD y sustituir en caso de absentismo al personal del producto directo.
- Aumentar la competitividad de la empresa.

Esta herramienta es muy útil para procesos en los que hay 4 o más personas de MOD y utilizada en varios procesos hasta llegar a una carga de trabajo del 100% del comodín.

En la tabla 4.3.1.2.1 people labor cost management vemos cómo ha evolucionado la reducción de costes de personal aplicando de manera ordenada las herramientas VSM y people labor cost management.

4.3.1.3 Herramienta Lean denominada SMED (Single Minute Exchange of Die)

Single Minute Exchange of Die (SMED) es una herramienta de lean manufacturing que sirve para reducir los tiempos muertos o también llamados desperdicios en el proceso de fabricación. Esta herramienta provee de una sistemática para hacer un cambio rápido y eficiente entre la fabricación de un producto y otro producto.

Este cambio rápido nos permite reducir los lotes de producción y mejorar el flujo de proceso. La necesidad de implantar esta herramienta es eliminar cuellos de botella, aumentar la capacidad de los medios de fabricación reduciendo los tiempos de cambio e incrementar la flexibilidad en la fabricación de lotes y productos.

Sin embargo, el poder del SMED es que tiene entre otros el incrementar:

- Productividad: incrementa el tiempo de producción.
- Aumento capacidad de las máquinas.

Incrementa tiempo de máquina trabajando ya que se reducen los tiempos de setup en los cambios y elimina los errores de setup y los tiempos de ajuste.

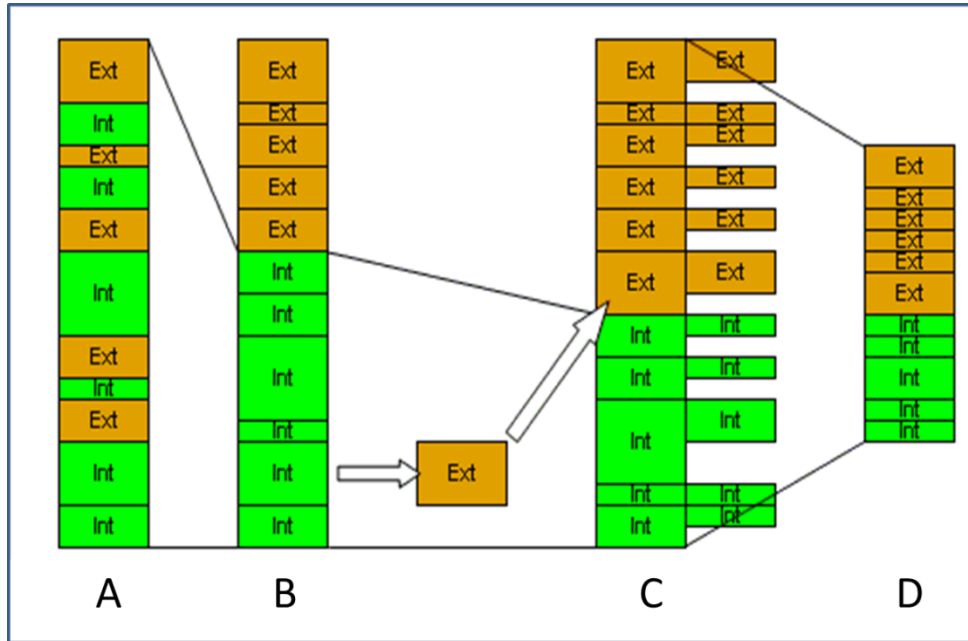
4.3.1.3.1 Metodología de implantación

Existen cinco pasos que deben ser considerados en la implementación del SMED.



Flujo 4.3.1.3.1.1 Proceso implantación SMED

Estos pasos se pueden ver más gráficamente en el cuadro denominado Diagrama de SMED 4.3.1.3.1.2.



4.3.1.3.1.2 Diagrama SMED

A continuación desarrollo un ejemplo de cómo reducir los tiempos de cambios de un utillaje de soldadura utilizado para la fabricación de un cockpit.

Los cinco pasos descritos anteriormente los desarrollo con más detalle a continuación:

Previo a separar las operaciones externas e internas es necesario hacer una lista donde describimos todas las actividades que hacemos en el cambio de utillaje de soldadura y el tiempo empleado en cada una de ellas:

Actividades a realizar en el cambio	Tiempo sg"	% de importancia en el cambio
SUBC.: Llevar utillaje desde zona almacén a celula sub	11,00	0,6%
SUBC.: JE para preparar máquina (desactivar robots + máquinas de soldadr). Robot a Hibernar	129,00	6,7%
SUBC.:Desconectar bus de comunicación en el PLC	55,00	2,8%



CONJTO Movimiento a máquina	17,00	1,2%
CONJTO Rearme de fronijs + Movimiento a máquina + Arranque definitivo	38,00	2,7%
CONJTO. Mover soporte KLT's	51,00	3,6%
Total tiempo cambio en min	55,87	

Lista 4.3.1.3.1.3: Actividades a realizar en el cambio

Con el objeto de priorizar sobre que apartados de la lista debemos actuar en primer lugar aplicamos el método de porcentajes.

A continuación separamos las operaciones externa que significa que la máquina sigue fabricando y las operaciones internas que significa que la máquina está parada no fábrica piezas.

Actividades a realizar en el cambio	Operación externa (maquina en producción)	Operación interna (máquina parada)
SUBC.: Llevar utillaje desde zona almacén a celula sub	X	
SUBC.: JE para preparar máquina (desactivar robots + máquinas de soldadr). Robot a Hibernar		X
SUBC.:Desconetar bus de comunicación en el PLC		x

En este punto es muy importante hacerlo previamente pues nos ayuda a conocer en detalle el proceso de cambio y a diagnosticar donde podemos mejorar con sólo cambiar operaciones internas que se hacen con máquina parada y pasarlas a operaciones externas máquina en marcha.

El siguiente paso es cambiar las operaciones que son internas en externas. Podemos decir como idea estándar, que todas aquellas operaciones que son de preparación y movimiento de personas para búsqueda de herramientas son operaciones que se deben externalizar organizando lugares donde encuentren los medios necesarios para hacer el cambio sin que por ello hay movimiento de las personas.

Una vez organizado el cambio es importante estandarizar el proceso para que todas las personas que hagan esta tarea la hagan de la misma forma y con las mismas

herramientas ello permite optimizar los tiempos de cambios porque siempre se realiza de la misma forma.

Otro paso importante para mejorar una vez estandarizado el cambio es analizar cuantas personas deben participar y de esta manera poder actividades paralelas que permitan mejorar el tiempo de cambio.

Siguiendo con el ejemplo vemos en la siguiente tabla como hemos indicado las herramientas /materiales, personas necesarias por cada operación.

Además hay otras dos columnas donde se indica método que significa si hay que hacer algún tipo de instrucción escrita y máquina que significa si tenemos que modificar algún punto de la máquina que no ayude a reducir el tiempo de cambio.

Actividades a realizar en el cambio	Material herramienta necesario	Mano Obra.	Método	Máquina
SUBC.: Llevar utillaje desde zona almacén a celula sub	caballetes 2x	Carretillero		
SUBC.: JE para preparar máquina (desactivar robots + máquinas de soldadr). Robot a Hibernar		Jefe equipo + operario	X	
SUBC.:Desconetar bus de comunicación en el PLC		Jefe equipo		

La implantación de esta herramienta nos ayuda a reducir los tiempos de ajustes necesarios y previos al inicio de producción. Debido a las características de nuestro producto en el cual hay mucho aporte de calor, el paso de eliminar el proceso de ajuste lo hemos reducido pero no eliminado completamente.

El ahorro de costes obtenido después de la implementación del SMED se resume en la siguiente tabla 4.3.1.3.1.4: Ahorro de costes aplicando SMED

Ahorro costes año aplicando SMED	
Operaciones iniciales min.	55,87
Implementación SMED min.	43,57
Diferencia min.	12,3
Frecuencia cambios año	46
Total minutos años ahorrados en cambios	565,8
Nº personas que participan en el cambio	4
Total minutos años ahorrados en personas	2263,2
Total horas cambio año	37,72
Coste hora promedio €	18
Total ahorro costes personal €	678,96

Tabla 4.3.1.3.1.4 Ahorro de costes aplicando SMED

Comentar, para este ejemplo, que aunque el ahorro de costes en € no es importante, si podemos validar que la herramienta ahorra tiempo.

Indicar también que si esta herramienta se aplica en otras máquinas el ahorro de costes se incrementará. Además, dependiendo de la carga de trabajo de las instalaciones, se puede dar el caso de que este tiempo ahorrado en los cambios de utillajes nos puede ayudar a reducir horas extras si las cargas de trabajo aumentan con lo que también mejoramos los costes de personal.

4.3.2 Coste de mano de obra indirecta

La mano de obra indirecta (en adelante MOI), es la que corresponde a trabajadores que no aplican su esfuerzo directamente a un producto concreto sino que sus servicios recaen sobre varios productos o bien colaboran con el funcionamiento general de la empresa. En el caso que nos ocupa MOI corresponde a los departamentos de:

- Logística que se encarga para este ejemplo en concreto del movimiento de materiales. Este departamento está repartido en personal de logística y personal de producción.

- El personal de logística está dedicado a la recepción de materiales y colocación en almacén de producción y a la expedición de producto terminado a cliente.

Comentar que el almacén de producción está descentralizado, por lo que en cada proceso hay un almacén definido para su materia prima.

- El personal de producción está dedicado a movimiento de materiales desde almacén de producción descentralizado a puesto de producción y de producto terminado desde producción a almacén centralizado de producto terminado.

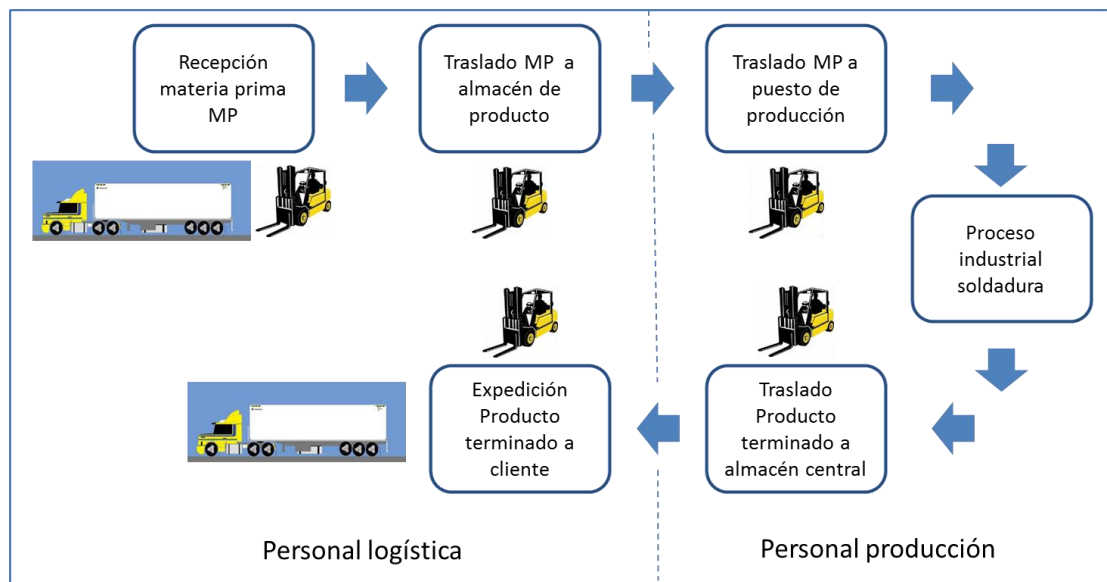


Diagrama de flujo 4.3.2.1 Movimiento de materiales

- Calidad se encarga de aplicación de los planes de control acordados con los clientes tanto en el área de metrología como en el de laboratorio de ensayos destructivos y no destructivos. Además se encarga de realizar auditorías de producto y proceso específicas de cada uno de los Profitcenter definidos. Por último también se encarga de la gestión de la chatarra de cada producto y del control de todos los costes de no calidad
- Mantenimiento es el departamento responsable de que los medios de producción tengan la máxima disponibilidad de para producir. Para ello se encarga de definir los mantenimientos preventivos y predictivos, de realizar los

correctivos y de proponer mejoras de procesos orientadas a aumentar la disponibilidad de las máquinas.

- Producción, los jefes de equipo de un Profitcenter, se encargan de la gestión de personal directo asociado al Profitcenter, realizar los autocontroles de producto al inicio de cada turno de fabricación, de realizar y gestionar el TPM (Total Productive Maintenance) y de ajustar los medios productivos para que la geometría y soldadura cumplan la calidad del producto según las especificaciones de cliente.

Como hemos comentado en el apartado de MOD aplicamos el VSM y seguimos los mismos pasos descritos obteniendo de esta manera los costes asociados de la MOI para el producto H.

En la tabla 4.3.2.2 siguiente vemos el desglose por departamento de los costes así como la situación antes del análisis y después del análisis de las operaciones de cada uno de los pasos de los diferentes departamentos.

El criterio de reparto de la MOI son los minutos de mano de obra que emplean para hacer las diferentes actividades descritas en las siguientes tablas.

Pasos proceso departamento logística	SITUACION INICIAL				
	Tiempo inicial (Min)	Coste operación por turno	Turnos año persona	Turnos año PC	Coste total año (M€)
Mover piezas camión a almacén producción	60	14,20 €	220	2,4	8
Mover piezas en contenedor de almacén producción a puesto producción	115	27,23 €	220	2,4	14
Mover piezas "Producto Terminado" a almacén logística	140	33,14 €	220	2,4	18
315					
TOTAL COSTES DEPARTAMENTO LOGÍSTICA					40

SITUACION INICIAL					
Pasos proceso departamento calidad	Tiempo inicial (Min)	Coste operación por turno	Turnos año persona	Turnos año PC	Coste total año (M€)
Realizacion plan de control (medición y ensayos)	30	9,09 €	220	2,4	5
Auditoría producto / Proceso	15	4,55 €	220	2,4	2
Gestion chatarra (toma de datos en planta e introducción)	45	13,64 €	220	2,4	7
90					
TOTAL COSTES DEPARTAMENTO CALIDAD					14

SITUACION INICIAL					
Pasos proceso departamento mantenimiento	Tiempo inicial (Min)	Coste operación por turno	Turnos año persona	Turnos año PC	Coste total año (M€)
Realizacion plan mantenimiento preventivo y predictivo	20	6,06 €	220	2,4	3
Realización de mantenimiento correctivo. Reparación averías	15	4,55 €	220	2,4	2
Mejoras de procesos	15	4,55 €	220	2,4	2
50					
TOTAL COSTES DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO					8

SITUACION INICIAL					
Pasos proceso departamento producción	Tiempo inicial (Min)	Coste operación por turno	Turnos año persona	Turnos año PC	Coste total año (M€)
Gestion de personal	100	30,30 €	220	2,4	16
Autocontroles de producto	30	9,09 €	220	2,4	5
TPM	15	4,55 €	220	2,4	2
Ajustes proceso geometría producto	40	12,12 €	220	2,4	6
Ajustes proceso soldadura producto	35	10,61 €	220	2,4	6
220					
TOTAL COSTES DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN					35
TOTAL COSTES DE MANO DE OBRA INDIRECTA					97

Tabla 4.3.2.2: desglose por departamento de MOI

Como podemos ver el ahorro de costes de la MOI es de 25 € con lo que el % de incidencia sobre el producto H ha pasado del 12,7% al 10,1% y el coste de la MOI total de 97M€ a 72M€.

A continuación explico un ejemplo de cómo se calcula el coste de MOI de la operación:
Mover piezas camión a almacén producción del departamento de logística.

Coste MOI por operación = (Salario total año / Total horas año según convenio) / 60 minutos cada hora x Tiempo en minutos de cada operación.

Coste MOI por operación = (25000 € salario total año /1760 horas trabajo año según convenio) / 60 minutos/hora x 60 minutos = 14,20 €

Turnos año de producción = 220 turnos

Turnos necesarios calculados por el Profitcenter H =2,4

Coste total año en Profitcenter = Coste MOI por operación x Turnos año de producción x Turnos necesarios calculados por el Profitcenter H

$$\begin{aligned} \text{Coste total años en Profitcenter} &= 14,20 \text{ €} \times 220 \text{ turnos} \\ &\quad \times 2,4 \text{ turnos Profitcenter} = 8000\text{€} \end{aligned}$$

El cálculo para el resto de las operaciones de cada Profitcenter es el mismo.

En el gráfico 4.3.2.3 vemos los resultados económicos de las mejoras implementadas en cada uno de los departamentos que parte de su tiempo lo dedican al producto H. Recordar que los datos económicos son en miles de € (M€)

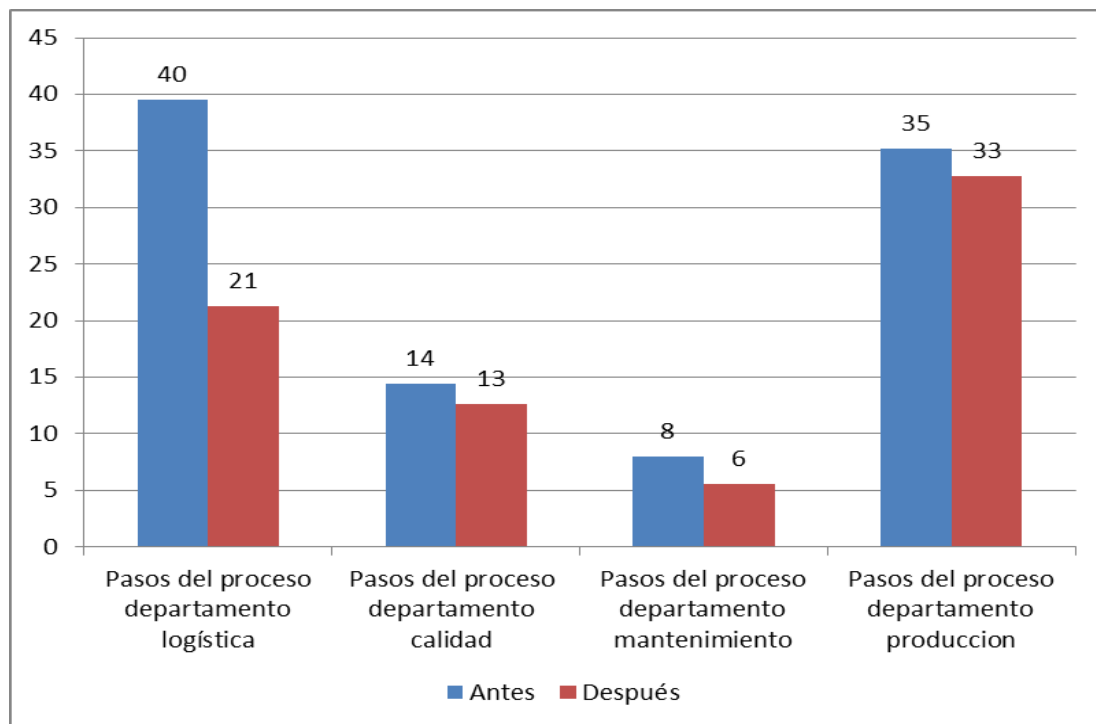


Gráfico 4.3.2.3 Resultados económicos de MOI por departamentos

A continuación relacionamos las acciones realizadas en el proceso por departamento y las mejoras de tiempo obtenidas.

a) Departamento de logística

Pasos proceso departamento logística	SITUACION INICIAL					SITUACION DESPUES		
	Tiempo inicial (Min)	Coste operación por turno	Turnos año persona	Turnos año PC	Coste total año (M€)	Tiempo final (Min)	Coste operación por turno	Coste total año (M€)
Mover piezas camión a almacén producción	60	14,20 €	220	2,4	8	40	9,47 €	5
Mover piezas en contenedor de almacén producción a puesto producción	115	27,23 €	220	2,4	14	65	15,39 €	8
Mover piezas "Producto Terminado" a almacén logística	140	33,14 €	220	2,4	18	65	15,39 €	8
TOTAL TIEMPO REDUCIDO	315					170		
TOTAL COSTES DEPARTAMENTO LOGÍSTICA					40			21

Inicialmente hemos reducido el tiempo de mover desde camión al almacén de producción 60 min a 40 min, ya que hemos modificado las palas de las carretillas de manera que podemos mover la misma cantidad de contenedores en menos tiempo.

Segunda acción realizada ha sido la de reducir el tiempo de mover piezas en contenedor de almacén de producción a puesto de producción. Para ello hemos creado estanterías enfrente de los puestos de trabajo que nos ha permitido colocar más piezas y mejor ordenadas de manera que el movimiento de piezas se ha reducido en 50 min.

Por último hemos trabajado en reducir el tiempo de mover contenedores de producto terminado al almacén de logística incrementando la capacidad de transporte de la carretilla de manera que se pueden llevar más contenedores en un movimiento. Adicionalmente hemos organizado una superficie al lado del producto terminado que nos permite tener un pequeño buffer de contenedores llenos de manera que reducimos los movimientos de los carretilleros. En la situación inicial estábamos en 140 min y después de implementar las acciones estamos en 65 minutos al turno.

En total hemos reducido los tiempos en cada paso del proceso pasando de 315 minutos totales a 170 minutos lo que supone una mejora del

En este departamento hemos reducido el importe de mano de obra indirecta de 40 M€ a 21 M€ lo que supone una mejora de 19 M€ año

b) Departamento de calidad

Pasos proceso departamento calidad	SITUACION INICIAL					SITUACION DESPUES		
	Tiempo inicial (Min)	Coste operación por turno	Turnos año persona	Turnos año PC	Coste total año (M€)	Tiempo final (Min)	Coste operación por turno	Coste total año (M€)
Realización plan de control (medición y ensayos)	30	9,09 €	220	2,4	5	19	5,76 €	3
Auditoría producto / Proceso	15	4,55 €	220	2,4	2	15	4,55 €	2
Gestión chatarra (toma de datos en planta e introducción)	45	13,64 €	220	2,4	7	45	13,64 €	7
TOTAL TIEMPO REDUCIDO	90					79		
TOTAL COSTES DEPARTAMENTO CALIDAD					14			13

La mejora introducida en el departamento de personal es la de automatizar el ensayo de medición. El tiempo que se ha reducido ha sido de 11 minutos por pieza y por turno de manera que hemos reducido los costes de personal de calidad asociados a ese producto en 1 M€.

c) Departamento de mantenimiento

Pasos proceso departamento mantenimiento	SITUACION INICIAL					SITUACION DESPUES		
	Tiempo inicial (Min)	Coste operación por turno	Turnos año persona	Turnos año PC	Coste total año (M€)	Tiempo final (Min)	Coste operación por turno	Coste total año (M€)
Realización plan mantenimiento preventivo y predictivo	20	6,06 €	220	2,4	3	12	3,64 €	2
Realización de mantenimiento correctivo. Reparación av	15	4,55 €	220	2,4	2	8	2,42 €	1
Mejoras de procesos	15	4,55 €	220	2,4	2	15	4,55 €	2
TOTAL TIEMPO REDUCIDO	50					35		
TOTAL COSTES DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO					8			6

El primer análisis realizado en este departamento ha sido el de revisar el plan de mantenimiento preventivo y predictivo de manera que hemos revisado los resultados de dicho mantenimiento observando que se podrían incrementar las frecuencias de mantenimiento preventivo y predictivo pues los resultados en algunas actividades del mismo siempre han sido buenos.

Por otra parte hemos verificado si han habido averías provocadas por la rotura de los elementos chequeados en preventivo. El resultado ha sido que no ha habido averías que han influido en la disponibilidad de los medios de producción.

La decisión final ha sido aumentar las frecuencias de preventivo de algunos componentes de la máquina con lo que hemos reducido el tiempo de mantenimiento preventivo de 20 a 12 minutos de tiempo promedio por turno para el producto H.

Otro punto que hemos revisado ha sido el mantenimiento correctivo de la máquina viendo que hemos reducido las actuaciones en la misma de 15 a 8 minutos tiempo promedio por turno. Esto es debido a que se han implementado acciones de mejora derivadas del análisis trimestral que hacemos en las máquinas que fabrican el producto.

En este análisis trimestral lo que hacemos es ver cuáles son las averías que más se repiten. Analizamos la causa e implementamos acciones que eliminen o reduzcan las averías motivadas por esa causa. El análisis trimestral es cíclico, método PDCA y vemos cada 6 meses el grado de eficacia y eficiencia de las acciones implementadas.

Esta dos acciones han mejorado el resultado de la mano del obra del personal de mantenimiento en 2M€.

d) Departamento de producción

Pasos proceso departamento producción	SITUACION INICIAL					SITUACION DESPUES		
	Tiempo inicial (Min)	Coste operación por turno	Turnos año persona	Turnos año PC	Coste total año (M€)	Tiempo final (Min)	Coste operación por turno	Coste total año (M€)
Gestion de personal	100	30,30 €	220	2,4	16	100	30,30 €	16
Autocontroles de producto	30	9,09 €	220	2,4	5	15	4,55 €	2
TPM	15	4,55 €	220	2,4	2	15	4,55 €	2
Ajustes proceso geometría producto	40	12,12 €	220	2,4	6	40	12,12 €	6
Ajustes proceso soldadrua producto	35	10,61 €	220	2,4	6	35	10,61 €	6
TOTAL TIEMPO REDUCIDO 220						205		
TOTAL COSTES DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN					35	33		

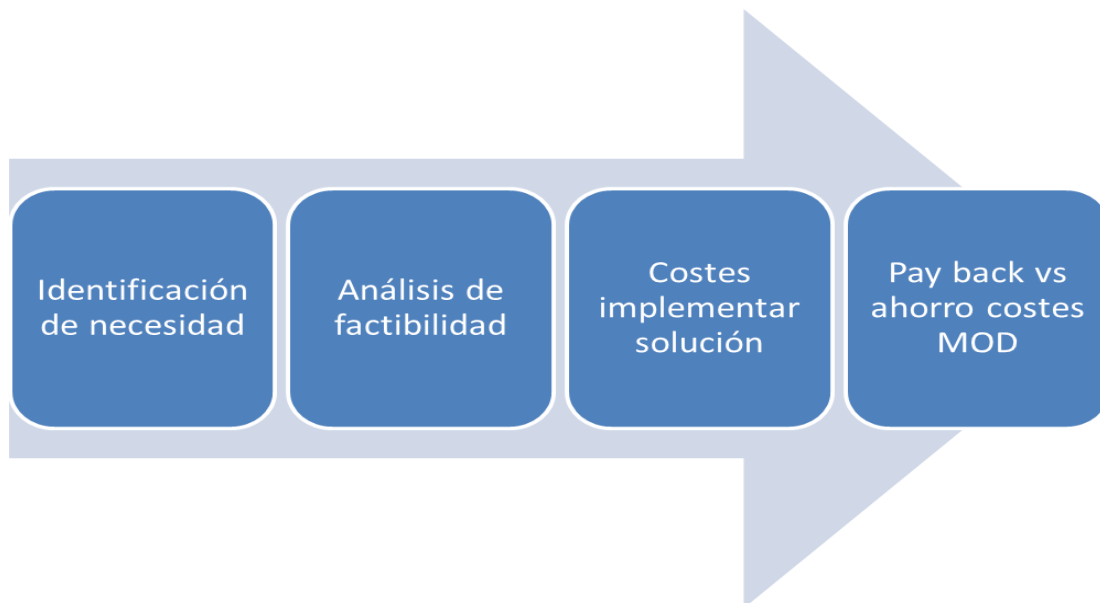
El paso del proceso analizado y mejorado ha sido el de la realización de los autocontroles. Hemos automatizado el proceso de control implementando tecnologías de información que han permitido reducir los tiempos de control en 15 minutos, pasando de registro en papel a registro informatizado y automatizado instalando elementos de medida que transfieren los datos a una BBDD, de manera que podemos actuar en consecuencia.

Esta acción ha supuesto una reducción de costes de 4M€.

4.3.3 Inversiones y cálculo de pay-back

Si con las herramientas anteriormente citadas no alcanzamos los objetivos proyectados de MOD y MOI indicados en la Tabla 4.2.1.5: Situación proyectada tenemos que hacer inversiones que nos permitan llegar a los objetivos.

Para ello la herramienta de gestión que aplicamos tiene los pasos indicados en el proceso 4.3.3.1 Inversiones y cálculo pay-back.



Proceso 4.3.3.1 Inversiones y cálculo pay-back

Paso 1 Identificación de la necesidad

Si en alguno de los Proficenter seleccionados como objetivo para llegar a un margen de cobertura del 18% no se alcanza aplicando las herramientas anteriormente indicadas en la Tabla 4.2.1.5: Situación proyectada apartados MOD, MOI otros costes variables y transporte y embalaje surge la necesidad de aplicar esta herramienta

Paso 2 Análisis de factibilidad

En este paso definimos la solución técnica posible a aplicar y analizamos la factibilidad desde un punto de vista técnico:

- ✓ Alcance de la actuación y objetivo
- ✓ Complejidad de la implementación
- ✓ Tiempo de implantación
- ✓ Análisis de riesgos de implantación
- ✓ Fechas de implantación más adecuada
- ✓ Recursos de personal necesario
- ✓ Potencial de ahorro costes en personal
- ✓ Riesgos de calidad

Todo este trabajo se realiza en equipo con personal del departamento de ingeniería de procesos. Si el resultado de la factibilidad técnica es positivo y se aprueba seguimos con el proceso.

Paso 3: Costes implementar la solución

Una vez definido el paso 2 se calculan los costes de la implantación y se puede hacer con personal interno con lo cual los costes de la implantación se reducen a costes de materiales y horas extras o bien de hace con proveedores externos con lo cual los costes son mayores.

La decisión de si la implementación se hace interna o externamente depende del tipo de implementación a realizar, el conocimiento, competencia y tiempo del personal interno.

A continuación desarrollo un ejemplo para el Profitcenter J con el objetivo de incrementar su margen de cobertura.

La solución técnica que consiste en modificar utillajes de soldadura para reducir tiempos de carga de operarios y externalizar una operación de soldadura que la puede hacer el puesto de retrabajo:

Los costes de la implantación sobre la solución técnica indicada son ver tabla 4.3.3.2 costes de implantación solución

	Costes implantación solución	M€
Personal interno	Costes de material	15
	Costes MO interna Horas extras	3
	Total inversion interna	18
Proveedor externo	Total inversión externa	25

Tabla 4.3.3.2 Costes de implantación solución

El ahorro de costes estimado en personal de MOD ha sido de 20 M€ con lo que el margen de cobertura del Profitcenter J ha pasado del 13,1% al 13,7% y en valor

absoluto hay una reducción de costes de 20 M€ cada año de ciclo de vida del proyecto.

Productos	MOD M€	Costes de Personal (ME)	Costes de produc. (M€)	Margen de cobertura (M€)	Real MC %
J	-74	-123	-177	503	13,1%
	-1.211	-1.926	-2.447	3.831	59,1%

Productos	MOD M€	Costes de Personal (ME)	Costes de produc. (M€)	Margen de cobertura (M€)	Real MC %
J	-54	-103	-157	523	13,7%
	-1.191	-1.906	-2.427	3.851	59,4%

Paso 4: Pay-Back vs ahorro de costes personal MOD

El Pay-Back representa el tiempo que se tarda en recuperar los desembolsos iniciales de la inversión. En este caso aplicamos el Pay-Back simple.

	M€	Pay-Back simple meses
Personal interno	15	10,8
	3	
	18	
Proveedor externo	25	15

El Pay-Back lo calculamos teniendo en cuenta el flujo de caja incluyendo la inversión y vemos que el periodo de recuperación si lo hacemos con personal interno es de 10,8 meses y con personal externo es de 15 meses.

Ejemplo de cálculo con personal interno:

- Inversión: 18.000 €
- Ahorro costes personal año: 20.000 €

- Periodo: 12 meses

$$\text{Pay-Back} = (\text{Inversión} / \text{Ahorro costes personal}) \times 12 \text{ meses} = \\ (18.000\text{€} / 20.000\text{€}) \times 12 \text{ meses} = 10,8 \text{ meses}$$

Como premisas financieras para tomar la decisión definitiva de si implementamos la solución técnica definimos:

- ✓ Pay-Back < 15 meses
- ✓ Tiempo que falta por finalizar el ciclo de vida del Profitcenter.
- ✓ Tiempo de implantación de la solución técnica.

En el ejemplo, el ciclo de vida del Profitcenter es de 4 años por lo tanto, la decisión es de implantar la solución que se puede hacer con personal interno o bien contratando a un proveedor.

Si el tiempo de implantación de la solución es de 4 meses el ahorro de personal neto será de 48 meses (4 años ciclo vida Profitcenter) menos 4 meses de implantación, significa que el ahorro de personal será de 44 meses que corresponde a 3,6 años.

Si el ahorro de costes de personal es de 20.000€ años supone que al final del proyecto tendremos un ahorro de 20.000€ al año multiplicado por 3,6 años es igual al 72.000 € de reducción de costes en el proyecto.

4.4. Otros costes variables

En este apartado vamos a analizar los costes variables correspondientes a los consumibles y suministros necesarios para la fabricación, los costes de energía asociados y los costes de reparación y mantenimiento.

El análisis de estos costes lo seguimos haciendo sobre el producto H, de manera que podemos seguir con el business case.

Productos	Consum. y suminis (M€)	Energía (M€)	Repara y manteni (M€)	Costes variables (M€)
G	-32	-33	-51	-116
I	-37	-25	-35	-97
H	-27	-23	-29	-79
J	-18	-18	-28	-64
E	-24	-21	-27	-72
F	-12	-16	-11	-39
A	-6	-6	-10	-22
C	-6	-4	-5	-15
K	-8	-7	-9	-24
B	-4	-2	-7	-13
D	-2	-3	-5	-10
	-176	-158	-217	-551

La distribución de los denominados “otros costes variables” se ve en el gráfico 4.4.1 donde vemos que los costes de mantenimiento son el 37% del total con un importe de 29 M€ al año, seguido de los costes de consumibles y suministros que corresponden al 34% con un importe de 27 M€ y por último los costes de energía con un 29% y 23 M€ año.

La diferencia de estos costes en valor absoluto no es muy grande ya que la diferencia entre el menor y el mayor es de 6 M€.

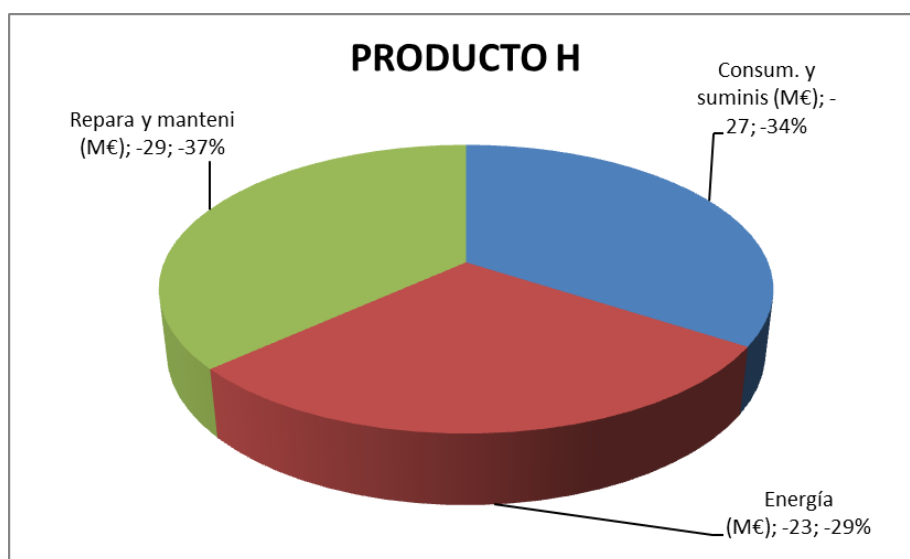
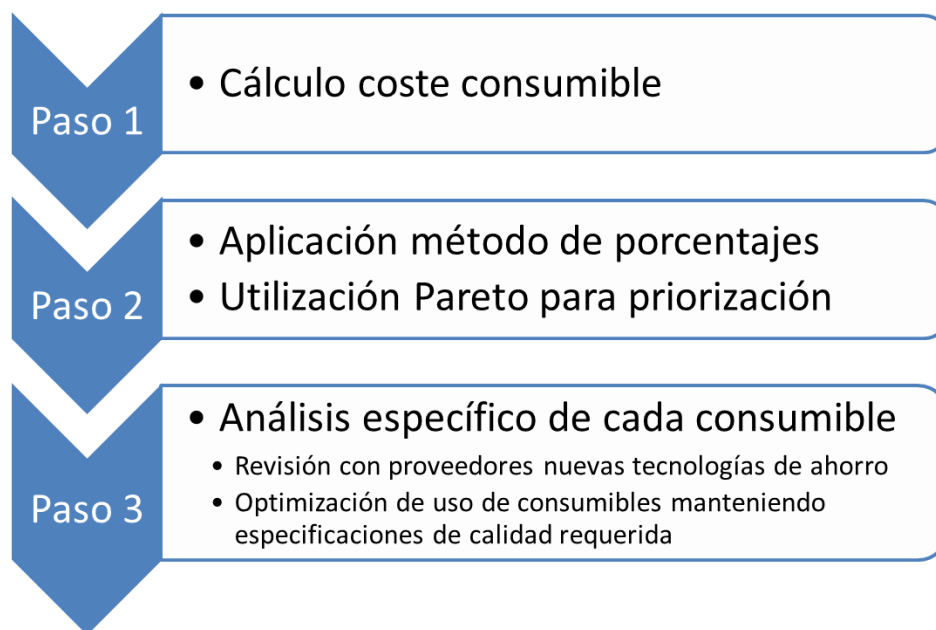


Gráfico 4.4.1 Distribución otros costes variables producto H

4.4.1. Costes de consumibles y suministros

El proceso de planificación de estos costes se materializa con la elaboración de presupuesto flexible y operativo, que nos va a servir para realizar posteriormente el seguimiento de los mismos y definir acciones de ahorro.

La metodología para optimizar los costes de consumibles y suministros se explica en el diagrama correlativo:



La clave de reparto de consumibles viene dada por los consumibles necesarios para hacer una pieza sobre la base:

- *Consumible de soldar*: Instrucciones fabricante donde indican el ciclo de vida de un consumible en unidades necesarias por unidad de pieza fabricada.
- *Hilo de soldar*: kgrs de material depositado en función de la suma de la longitud total de todos los cordones de soldadura de una pieza.
- *Gas de soldadura*: Litros de gas necesarios en función de la suma de la longitud total de todos los cordones de soldadura de una pieza.

Paso 1: Cálculo del coste de consumible

El cálculo de costes de consumibles y suministros lo realizamos a partir del volumen de coches internos definido en la fase de planificación de ventas de coches que corresponde a una previsión del nivel de producción “Q”.

Posteriormente, en base a nuestra experiencia, tipo de tecnología de fabricación e información de los proveedores, establecemos la cantidad de consumible estándar “c” necesario para producir un producto con la calidad requerida. Como tercer factor que interviene en este análisis está el precio del consumible “p”.

Y como último punto conociendo la cantidad total de consumible a utilizar que es el producto de la previsión del nivel de producción “Q” multiplicado por la cantidad estándar “c” y multiplicado por el precio “p” conocemos los costes de los suministros consumibles y podemos determinar las acciones a realizar para optimizarlos.

$$\text{Coste consumible} = Q \times c \times p$$

Dichas acciones pueden estar orientadas a la reducción de la cantidad estándar por producto o bien a la variación del precio del producto.

Comentar que como las planificaciones de los presupuesto son anuales, el departamento de compras establece acuerdos denominados marco por los cuales el precio de los consumibles se negocian una vez al año y estos se mantienen sin modificar durante todo el año.

El primer paso es elaborar una lista todos los consumibles y suministros utilizados en cada Profitcenter. La *cantidad estándar de consumo “c”* descrita en la tabla 4.4.1.1 lista de consumibles, es debida a que se utilizan datos teóricos proporcionados por los fabricantes de los diferentes tipos de consumibles y suministros. El presupuesto de consumibles se define multiplicando consumo total de materiales por el precio estándar unitario.

Consumibles y suministros	Volumen de coches interno "Q"	Cantidad estándar de consumo "c"	Cosumo total de materiales previstos	Precio estándar unitario "p"	Costes de consumibles y suministros
CONSUMIBLES DE SOLDADURA (Uds)	140.000	0,01	1.400	3,52 €	5
HILO SOLDAR (Kgrs.)	140.000	0,08	11.200	1,50 €	17
GAS DE SOLDADURA (litros)	140.000	0,02	2.800	1,92 €	5
				TOTAL	27

Tabla 4.4.1.1: Lista de consumibles

Ejemplo cálculo de costes

El consumo total de material previsto es = "Q" 140.000 coches x por la cantidad estándar de consumo "c" de cada uno de los consumibles.

Ej.- Consumibles de soldadura = 140.000 x 0,01 Uds. = 1.400 Uds. consumidas.

Los costes de consumibles y suministros son = consumo de material x precio de cada consumible.

Ej.- Costes de consumibles de soldadura = 1.400 Uds. x 3,52 €/Ud. = 4.928 €

Según el business case que estamos trabajando sobre el producto H y en función del volumen de coches interno definido previamente, hemos determinado que:

- La cantidad estándar de consumo de consumibles de soldadura, según nuestro proveedor de consumible es de 0,025 uds. por cada pieza. Estos consumibles son diferentes componentes de la antorcha de soldadura que se van desgastando a medida que vamos fabricando piezas.

La cantidad de hilo de soldar está definida en función de las variables indicadas en la tabla 4.4.1.2: "cálculo consumo hilo soldar inicial" que tiene todo el producto H.

- Diámetro hilo
- Velocidad de aportación material
- Velocidad robot de soldadura

Conceptos	Cantidades
Diametro del hilo (mm)	1,2
Densidad del material (Kg*m ³)	7.870
Velocidad de aportación (mm/sg)	82,5
Deposición hilo (gr)	0,73
Longitud de cordón (mm)	1780
Velocidad robot (mm/sg)	16,34
Tiempo soldadura (sg)	109
Deposición consumible soldadura por piezas (grs)	80
Piezas año	140000
Total hilo de soldadura consumido año (Kgrs)	11.199
€ kgr hilo soldadura	1,5
Total costes hilo soldar M€	17

Tabla 4.4.1.2: Cálculo consumo hilo soldar inicial

- El gas de soldadura necesario para fabricar un componente se calcula en función de los litros de gas por minuto necesarios para cumplir con la calidad del producto. La función del gas es la de proteger el material en estado líquido de la pieza e hilo en la fase de dilución entre los materiales y evitar oxidación o defectos en el resultado de la unión soldada.

Conceptos	Cantidades
Caudal de gas de protección (l/min.)	11
Tiempo de soldadura (min.)	1,8
Volumen de gas consumido por pieza (litros)	20,0
Piezas año	140000
Total gas de soldadura consumido año (litros)	2.801
€ litro gas soldadura	1,92
Total costes hilo soldar M€	5

Tabla 4.4.1.3: Cálculo consumo gas soldar inicial

Paso 2: Aplicación método de porcentajes. Utilización Pareto para priorización.

Consumibles y suministros	Cosumo total de materiales previstos	Precio estándar unitario "p"	Costes de consumibles y suministros	% Costes
CONSUMIBLES DE SOLDADURA (Uds)	1.400	3,52 €	5	18,2%
HILO SOLDAR (Kgrs.)	11.200	1,50 €	17	62,0%
GAS DE SOLDADURA (litros)	2.800	1,92 €	5	19,8%
		TOTAL	27	

Tabla 4.4.1.4: Método porcentajes de consumo y costes

De la tabla 4.4.1.4: Método porcentajes vemos que el consumible hilo de soldar es el que más impacto en los costes de consumibles y suministros con un 62 % seguido del gas de soldadura con el 19,8% .

Paso 3: Análisis específico de cada consumible.

Analizados los consumos de los consumibles y suministros debemos actuar en cómo reducir el consumo de hilo de soldar sin por ello, dejar de cumplir con las especificaciones de calidad del producto final.

Las acciones implementadas para mejorar los costes vienen del análisis específico del hilo de soldar y gas de soldar y hemos establecido.

Las acciones implementadas sobre el hilo de soldadura han sido las de asegurar la longitud parcial de los cordones de soldadura con ello hemos reducido la cantidad de hilo total depositado y además hemos trabajado en aumentar la velocidad de robot. Ver tabla 4.4.1.5: Cálculo consumo hilo soldar final

Hemos trabajado sobre equipos de control de consumo de gas de manera que hay un control sobre el consumo de gas y además aseguramos que sólo consumo gas cuando sueldo. Ver tabla 4.4.1.6: Cálculo consumo gas soldar final

Conceptos	Cantidades
Diametro del hilo (mm)	1,2
Densidad del material (Kg*m ³)	7.870
Velocidad de aportación (mm/sg)	82,5
Deposición hilo (gr)	0,73
Longitud de cordón (mm)	1566,4
Velocidad robot (mm/sg)	17,97
Tiempo soldadura (sg)	87
Deposición consumible soldadura por piezas (grs)	64
Piezas año	140000
Total hilo de soldadura consumido año (Kgrs)	8.961
€ kgr hilo soldadura	1,5
Total costes hilo soldar M€	13

Tabla 4.4.1.5: Cálculo consumo hilo soldar final

Conceptos	Cantidades
Caudal de gas de protección (l/min.)	10
Tiempo de soldadura (min.)	1,5
Volumen de gas consumido por pieza (litros)	14,0
Piezas año	140000
Total gas de soldadura consumido año (litros)	1.961
€ litro gas soldadura	1,92
Total costes hilo soldar M€	4

Tabla 4.4.1.6: Cálculo consumo gas soldar final

Con la implantación de esta herramienta de gestión hemos reducido los costes de consumibles y suministros en 5 M€ para el Profitcenter H pasando de un coste inicial de 27 M€ a 22 M€.

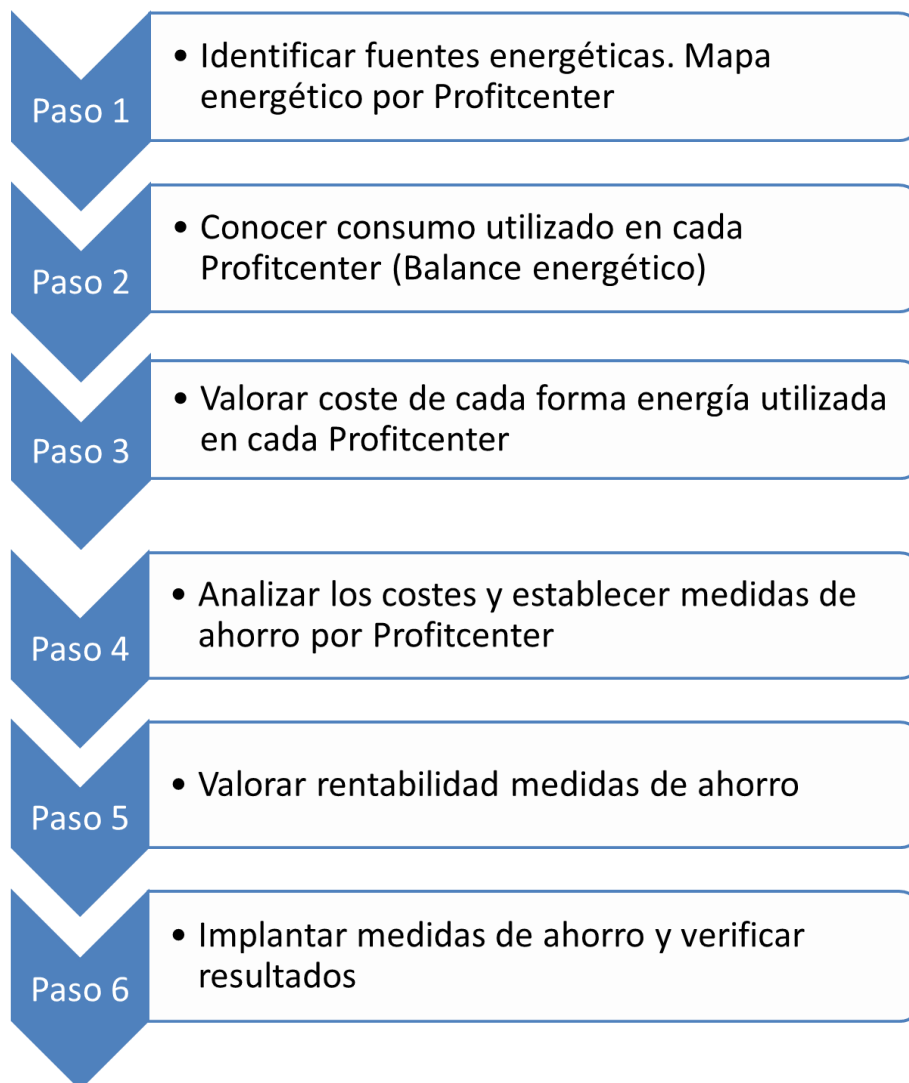
Consumibles y suministros	Cosumo total de materiales previstos	Precio estándar unitario "p"	Costes de consumibles y suministros
CONSUMIBLES DE SOLDADURA (Uds)	1.400	3,52 €	5
HILO SOLDAR (Kgrs.)	11.200	1,50 €	17
GAS DE SOLDADURA (litros)	2.800	1,92 €	5
TOTAL			27

Consumibles y suministros	Cosumo total de materiales previstos	Precio estándar unitario "p"	Costes de consumibles y suministros
CONSUMIBLES DE SOLDADURA	1.400	3,52 €	5
HILO SOLDAR	8.960	1,50 €	13
GAS DE SOLDADURA	1.960	1,92 €	4
TOTAL			22

4.4.2. Costes de energía

Los costes de energía son costes variables que suponen el 29% del total de los otros costes con un valor absoluto de 29 m€ y dentro de este concepto están englobados:

La herramienta a utilizar para reducir los costes energéticos en cada Profitcenter es:



Paso 1: Identificar fuentes energéticas. Mapa energético por Profitcenter

Las fuentes energéticas que hemos identificado en nuestro proyecto son:

- Energía eléctrica.
- Gas GLP (Gas Licuado del Petróleo) para calefacción y carretillas elevadoras para manipulación de contenedores.

En la tabla siguiente he definido el mapa energético completo que tenemos en la fábrica.

Profitcenter	Energía eléctrica					Gas GLP	
	Proceso de soldadura	Máquina parada pero encendida	Equipo extracción de humos	Compresor de aire	Equipo de refrigeración	Calefacción	Carretillas
G	X	X	X	X	X	X	X
I		X		X	X		X
H	X	X	X	X			X
J	X	X	X	X	X	X	X
E	X	X	X	X			X
F	X	X	X	X	X		X
A	X	X		X			X
C	X	X		X	X	X	X
K	X	X		X	X		X
B	X	X		X			X
D	X	X		X			X

La extracción de humos no es necesaria para todos los Profitcenter. El equipo de refrigeración se utiliza en los Profitcenter de soldadura por puntos.

La calefacción está sectorizada dentro de la fábrica. Las carretillas se utilizan para manipulación interna de contenedores para poner piezas en las máquinas como para carga de producto terminado y descarga de piezas y materia prima de los camiones.

Paso 2: Conocer consumo utilizado en cada Profitcenter (Balance energético)

Para conocer el consumo utilizado en cada Profitcenter tenemos que establecer unos criterios de reparto que nos permitan conocer el consumo. Para ello he definido las siguientes tablas donde podemos ver cual han sido dichos criterios de reparto:

	Fuentes de consumo	Criterio de reparto	Total KW	Profitcenter										
				G	I	H	J	E	F	A	C	K	B	D
Energía eléctrica	Proceso de soldadura.	KW consumidos	568.750	114.000	0	75.300	77.300	122.500	68.900	8.500	17.500	60.450	8.500	15800
	Máquina parada pero encendida		44.346	3.560	12.500	6.700	3.576	5.600	2.370	1.000	3.560	2.450	1.530	1500
	Equipo extracción de humos.		273.330	62.500	0	50.500	5.230	68.400	50.400	500	8.500	11.000	7.500	8800
	Compresor de aire.		282.950	95.000	103.000	30.600	48.600	1.000	1.000	500	1.000	1.250	500	500
	Equipo de refrigeración		116.500	12.500	75.500	0	25.500	0	1.000	0	1.000	1.000	0	0
Total consumo por Profitcenter			287.560	191.000	163.100	160.206	197.500	123.670	10.500	31.560	76.150	18.030	26.600	



El conocimiento de los Kws consumidos en cada fuente de consumo se ha obtenido de la siguiente manera:

- *Proceso de soldadura* a través de medición directa de la energía consumida para producir una pieza con equipo específico de medida y luego multiplicado por el número de piezas en una unidad de tiempo (año, mes, día).
- *Máquina parada pero encendida* (consumo residual) mismo procedimiento que para proceso de soldadura.
- *Equipo de extracción de humos* horas de trabajo del equipo repartidas entre las horas de trabajo de las máquinas de soldar de las que extrae el humo.
- *Compresor de aire* horas medición directa de consumos de aire en cada instalación transformada en KW consumidos.
- *Equipo de refrigeración* medida directa del consumo de los equipos repartido entre las horas de trabajo entre las máquinas a las que está conectado.

	Fuentes de consumo	Criterio de reparto	Total Kgrs.	Profitcenter										
				G	I	H	J	E	F	A	C	K	B	D
Gas GLP	Calefacción	Kgrs. consumidos	65.500	12.500	12.500	12.500	6.000	6.000	6.000	7.200	700	700	700	700
	Carretillas		12.150	1.200	1.500	1.650	1.150	850	2.500	650	1.500	450	250	450
Total consumo por Profitcenter				13.700	14.000	14.150	7.150	6.850	8.500	7.850	2.200	1.150	950	1.150



El conocimiento de los Kgs consumidos en cada fuente de consumo se ha obtenido de la siguiente manera:

- *Calefacción* medida de horas de trabajo de los equipos de calefacción radiante sectorizada conociendo el consumo de kgrs por hora y los equipos en cada sección.
- *Carretillas* kms recorridos conociendo el consumo de kgrs por km y habiendo previamente determinado los kms. que hace al día por cada Profitcenter sabiendo la rotación de producto terminado, posición en almacén y la ruta de transporte interno definida.

Paso 3: Valorar coste de cada forma de energía utilizada en cada Profitcenter.

	Profitcenter										
	G	I	H	J	E	F	A	C	K	B	D
Total KWs consumidos por Profitcenter	287.560	191.000	163.100	160.206	197.500	123.670	10.500	31.560	76.150	18.030	26.600
Precio medio € / Kw	0,0825	0,0825	0,0825	0,0825	0,0825	0,0825	0,0825	0,0825	0,0825	0,0825	0,0825
Total costes indirectos energía eléctrica M€	24	16	13	13	16	10	1	3	6	1	2



	Profitcenter										
	G	I	H	J	E	F	A	C	K	B	D
Total consumo por Profitcenter	13.700	14.000	14.150	7.150	6.850	8.500	7.850	2.200	1.150	950	1.150
Precio medio € / Kgr	0,6740	0,6740	0,6740	0,6740	0,6740	0,6740	0,6740	0,6740	0,6740	0,6740	0,6740
Total costes indirectos gas GLP	9	9	10	5	5	6	5	1	1	1	1

La valoración de los costes de cada Profitcenter se ha realizado determinando el precio medio de los costes de Kws consumidos de energía eléctrica y de los kgs. consumidos de gas.

Los precios de energía fluctúan en función de los periodos de consumos y los de gas en función de las tarifas contratadas.

En la siguiente tabla vemos los costes totales energéticos de cada profitcenter

	Profitcenter										
	G	I	H	J	E	F	A	C	K	B	D
Total costes indirectos energía eléctrica	24	16	13	13	16	10	1	3	6	1	2
Total costes indirectos gas GLP	9	9	10	5	5	6	5	1	1	1	1
Total costes variables energía	33	25	23	18	21	16	6	4	7	2	3



Paso 4: Analizar los costes y establecer medidas de ahorro por Profitcenter

Las medidas de ahorro del Profitcenter H que hemos definido e implantado son las siguientes:

Observamos que las fuentes de consumo donde se generan mayores consumos son:

- Energía eléctrica Proceso de soldadura y equipo extracción de humos
- Gas en calefacción

Las medidas implementadas para reducir estos costes han sido:

<i>Fuentes de consumo</i>	<i>Medidas de ahorro</i>
Proceso de soldadura.	Establecer un programa de seguimiento y control de la longitud de los cordones de soldadura para reducir tiempo de soldadura
	Analizar las causas de piezas fabricadas NOK que se envíen a chatarra
	Optimizar las variables primarias de proceso (voltaje e intensidad) para reducir los Kws de soldadura necesarios
Equipo extracción de humos.	Instalar sistema de control de encendido y apagado de motor de extracción de humos para que sólo funcione cuando funcionen las máquinas de soldadura
	Instalar sistema de autoregulación para que el motor del equipo de extracción consuma en función del humo de soldadura a extraer
Calefacción	Instalar sistema de control de encendido y apagado de los equipos de calefacción para que sólo funcione cuando funcionen las máquinas de la sección

En términos generales podemos incluir otro tipo de medidas de ahorro que permiten reducir los consumos de las fuentes de energía y a su vez los costes. A continuación relaciono un conjunto de medidas que también se pueden aplicar en función de las necesidades detectadas.

- ✓ Regulación automática del factor de potencia (baterías de condensadores)
- ✓ Redefinir turnos de trabajo en función de la demanda de energía y optimizar simultaneidad de los consumos.
- ✓ Analizar la demanda de potencia (curva de carga).
- ✓ Evitar la contratación de un margen excesivo. Optimización de contratos de energía.
- ✓ Identificar despilfarro de energía "waste". Significa cuando estamos gastando energía que no es aprovechada para generar valor.

- ✓ HVAC (Regulación automática de motores introduciendo variadores de frecuencia para adaptar su funcionamiento a las necesidades reales del momento.
- ✓ Motores: Parada automática de máquinas que funcionan sin carga (FP bajo).
- ✓ Arrancada electrónica de motores de potencias importantes.
- ✓ Velocidad de trabajo adecuada a las necesidades (reguladores de velocidad)
- ✓ Desconexión automática de los aquellos elementos que no se están usando como por ejemplo compresores de aire, máquinas de producción, etc.
- ✓ Sectorización control automático de alumbrado, calefacción y climatización en función de las de producción en uso. Desconexión automática de grupos de iluminación (potencias a partir de 5 kW.
- ✓ Gestión de la iluminación de planta por sectores y máquinas en funcionamiento.
- ✓ Disminuir los consumos de aire comprimido reduciendo pérdidas
- ✓ Comprobación de los rendimientos del quemador de los equipos de calefacción.
- ✓ Regulación del exceso de aire de combustión en los equipos de calefacción.

Paso 5: Valorar la rentabilidad de las medidas de ahorro

Para valorar las medidas de ahorro a implantar analizamos los costes necesarios en cada una de las medidas.

Comentar en nuestro caso que hemos valorado los costes de implementar un sistema de control de encendido y sistema de autorregulación y los costes han sido bajos entre 5000-8000 €, no hay sido necesario hacer grandes inversiones para implementar estas medidas de ahorro.

En este paso comentar que si hay que hacer grandes inversiones tenemos que hacer un análisis económico evaluando atributos económicos de los proyectos de inversión como son el VAN (Valor Actualizado Neto) , TIR (Tasa Interna de Rendimiento), Relación VAN /Inversión actualizada y PayBack.

Paso 6 Implantar medidas de ahorro y verificar resultados

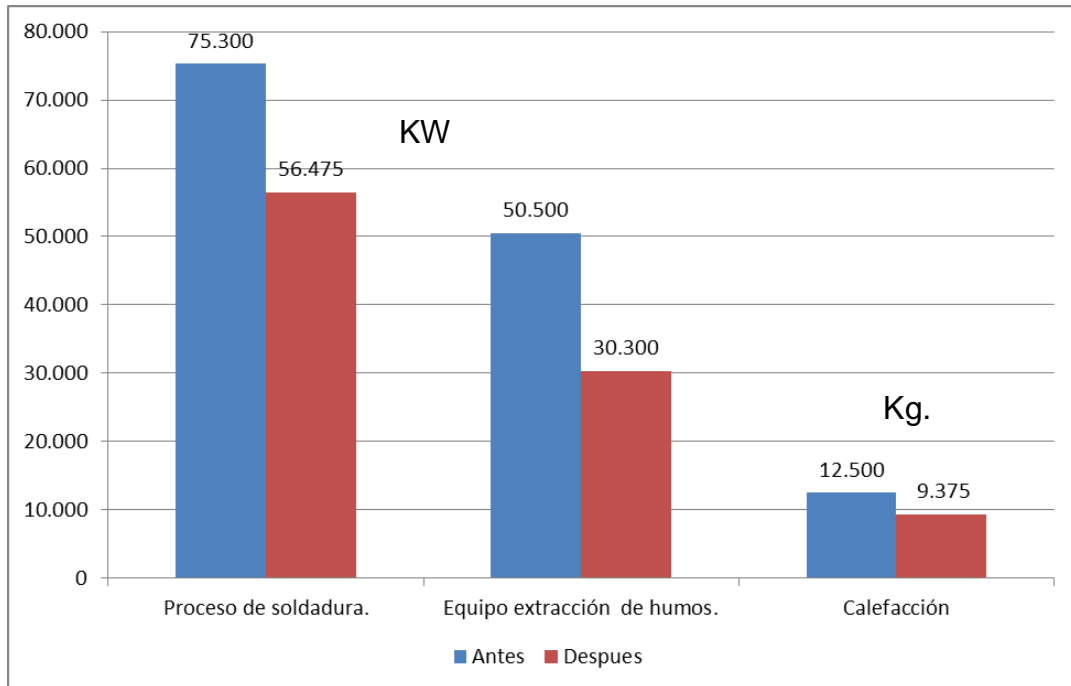


Grafico 4.4.2.1 Reducción de consumos energéticos

Con las medidas de ahorro implantadas se observa en el gráfico 4.4.2.1 Reducción de consumos energéticos, que hay una reducción de consumos en las tres fuentes de consumo analizadas.

Los resultados económicos obtenidos se ven en la siguiente tabla 4.4.2.2 Reducción costes variables energía.

	Profitcenter H	
	Antes	Después
Total costes indirectos energía eléctrica	13	11
Total costes indirectos gas GLP	10	7
Total costes variables energía M€	23	18

Tabla 4.4.2.2 Reducción costes variables energía

4.4.3 Costes de reparación y mantenimiento

La herramienta empleada para la mejora de los costes de mantenimiento se desarrolla en los pasos indicados en el diagrama de proceso 4.4.3.1. que vamos a desarrollar a continuación y explicaremos con un ejemplo aplicado al Profitcenter del producto H.

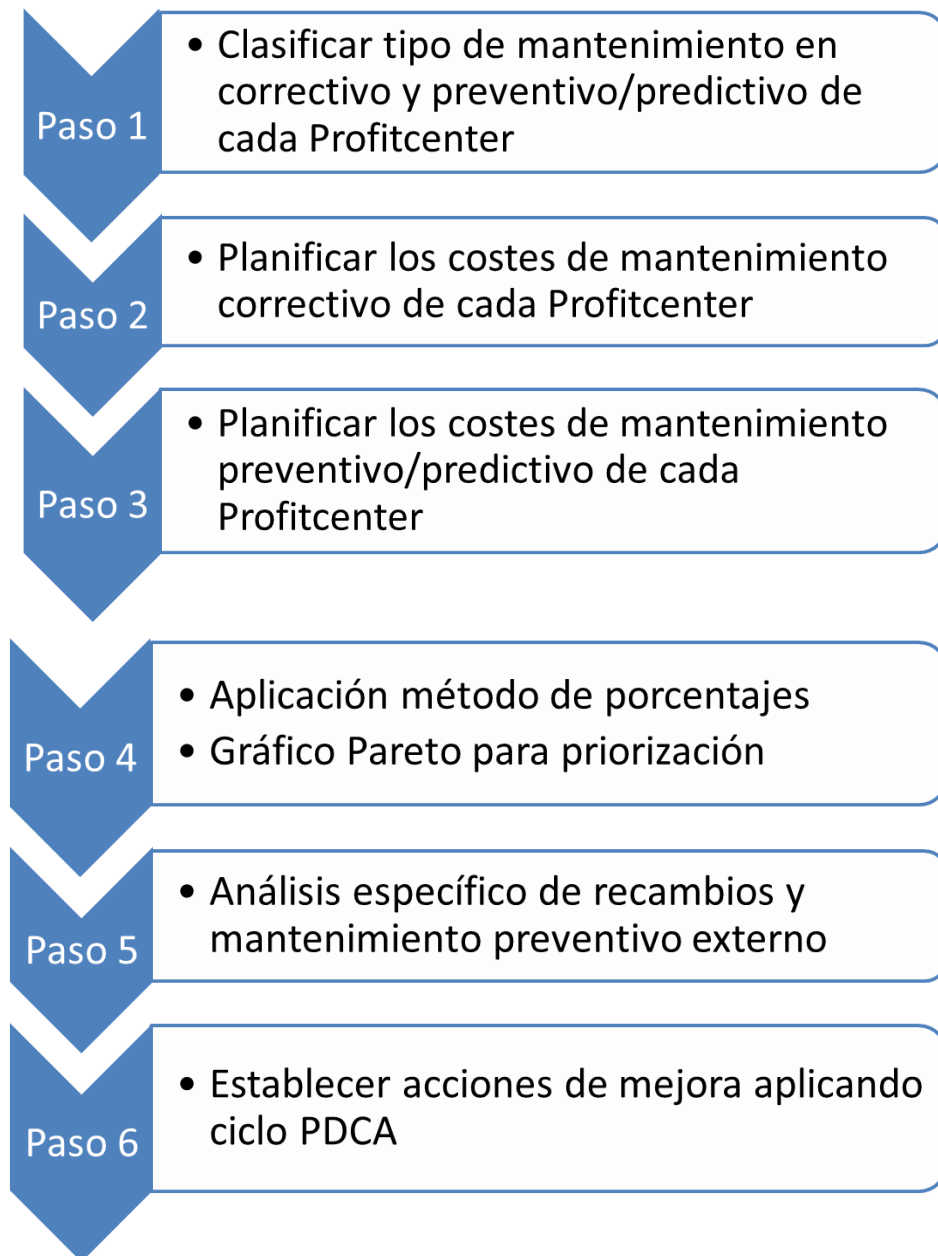


Diagrama 4.4.3.1. Mejora de los costes de mantenimiento

Paso 1: Clasificar los costes de mantenimiento

Clasificamos los costes de mantenimiento para su gestión en dos grandes grupos:

- ✓ **Costes de mantenimiento correctivo** (reparaciones) de instalaciones de fabricación e instalaciones generales.

El mantenimiento correctivo no está planificado y se realiza de manera forzosa e imprevista con la finalidad de reparar fallos o defectos que se presenten en los equipos productivos e instalaciones generales necesarias para el funcionamiento de una fábrica.

En este caso, los costes de mantenimiento correctivo son los derivados de la compra de materiales de recambio utilizados para la reparación de dichos fallos o defectos.

- ✓ **Costes de mantenimiento preventivo/predictivo** de instalaciones

Mantenimiento preventivo es aquel que se realiza de manera anticipada con el fin de prevenir la aparición de averías en los equipos productivos e instalaciones generales necesarias para el funcionamiento de una fábrica.

Mantenimiento predictivo consiste en predecir los futuros fallos del equipo cuando la maquinaria presenta alguna señal, por ejemplo: ruido, vibración, temperaturas, entre otros y, por el constante monitoreo del equipo por parte del individuo que lo usa.

Paso 2: Planificar los costes de mantenimiento correctivo de cada Profitcenter

Los costes de mantenimiento correctivo se planifican en función de:

- Los costes de años anteriores.
- Horas de trabajo en función del volumen de piezas a producir.
- Tiempo total de horas que han trabajado las máquinas.
- Estado de la tecnología.
- Recambios estratégicos que hay que tener en función de los plazos de entrega.

Paso 3: Planificar los costes de mantenimiento preventivo/predictivo de cada Profitcenter

Los costes de mantenimiento preventivo/predictivo se planifican anualmente teniendo en cuenta los parámetros que comento a continuación:

- Horas de trabajo de las máquinas en el año para el cual se planifica.
- Horas de trabajo de las instalaciones generales en el año para el cual se planifica.
- ✓ Requisitos legales que hay que aplicar por ejemplo cuadros eléctricos, equipos de climatización de oficinas, equipos frigoríficos, puentes grúa, etc.
- Indicaciones de los fabricantes de los equipos y/o instalaciones.

Para el Profitcenter H caso que nos ocupa en el presente proyecto, los costes totales de mantenimiento se distribuyen en:

- ✓ *Costes de instalación de fabricación* como robots, prensas de estampación, máquinas de soldar, motores.
- *Costes de instalaciones generales* necesarias para la producción como por ejemplo equipos de aire comprimido, calefacción, climatización, cuadros eléctricos de baja tensión, etc...,

- *Costes de utillajes* que corresponden los elementos específicos con los cuales fabricamos la pieza.
- *Costes de reparaciones terrenos y edificios (oficinas, paredes, suelos, ..)*
- *Costes de consumibles* (grasa, brocas, hierros, gas soldadura, ...)
- *Costes de herramienta de consumo* para reparación y para equipos de control y medida.

Coste mantenimiento	Correctivo	Preventivo	Predictivo	Control legal	Plan M€
622100 Utillajes	X				15
622200 Instalacion de fabricación	X	X	X		9
622402 Instalaciones generales	X	X	X	X	2
622201 Terrenos y edificios	X	X			1
628500 Consumibles	X	X			1
628500 Herramientas de consumo	X	X			1
Total coste Profticenter H					29

Tabla 4.4.3.2. Planificación y distribución costes de mantenimiento

En la tabla 4.4.3.2 vemos la planificación y como están distribuidos los costes de mantenimiento en sus diferentes tipos.

La planificación de los costes debe ser realizada entre la función mantenimiento y la función compras pues el coste de mantenimiento depende dos variables la variable consumo de recambios y la del coste de los recambios.

$$Cm = Cr \times Pr$$

- Cm = Coste mantenimiento
- Cr = Consumo de recambios
- Pr = precio de los recambios

El ahorro de costes puede venir debido a la mejora de las dos variables o de cada una de ellas.

Paso 4: Aplicación método de porcentajes y elaboración gráfico Pareto para priorización

Aplicamos en la tabla 4.4.3.3 el método de porcentajes. Vemos que, donde hemos planificado más coste de mantenimiento es en los utillajes y en las instalaciones de fabricación.

Coste mantenimiento	Correctivo	Preventivo	Predictivo	Control legal	Plan M€	%
622100 Utillajes	X				15	54%
622200 Instalacion de fabricación	X	X	X		9	32%
622402 Instalaciones generales	X	X	X	X	2	7%
622201 Terrenos y edificios	X	X			1	4%
628500 Consumibles	X	X			1	2%
628500 Herramientas de consumo	X	X			1	2%
Total coste Profticenter H					29	100%

Tabla 4.4.3.3: Método de porcentajes

Elaboración de gráfico 4.4.3.4 de Pareto para priorización de los costes. El gráfico de Pareto nos permite decidir en cuáles de los costes tenemos que fijar nuestras acciones de manera que podamos reducir los costes sin por ello modificar la calidad del mantenimiento.

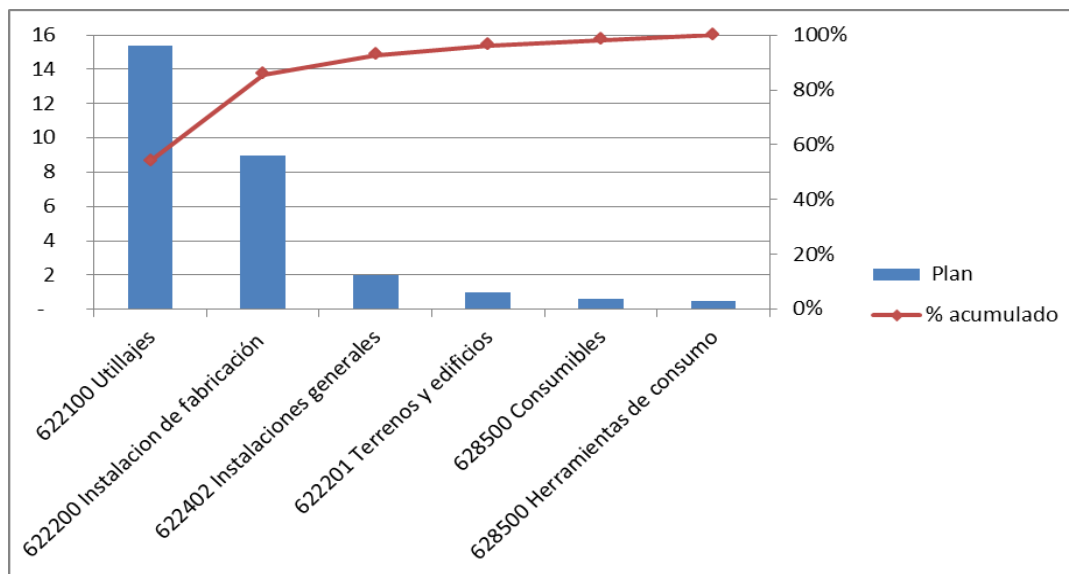


Gráfico 4.4.3.4 de Pareto para priorización de los costes

Observando el gráfico deducimos que tenemos que desarrollar acciones más profundas de análisis en los costes de utillajes y en los costes de instalaciones de fabricación ya que la suma en % de los dos apartados supone el 86% del total del mantenimiento.

No debemos olvidar cual es el origen de los costes si son de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo o control legal.

La tabla 4.4.3.2 nos indica que los costes de utillaje son todos de mantenimiento correctivo mientras que los costes de mantenimiento de la instalación de fabricación se reparten en mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.

El reparto del coste de mantenimiento en el Profitcenter H se ve en el gráfico 4.4.3.5. Deducimos que, de los 29 M€ del mantenimiento que realizamos en el Profitcenter el 67% corresponde a correctivo, el 26% se aplica a preventivo y el resto es un coste residual que se reparte entre el predictivo y el control legal.

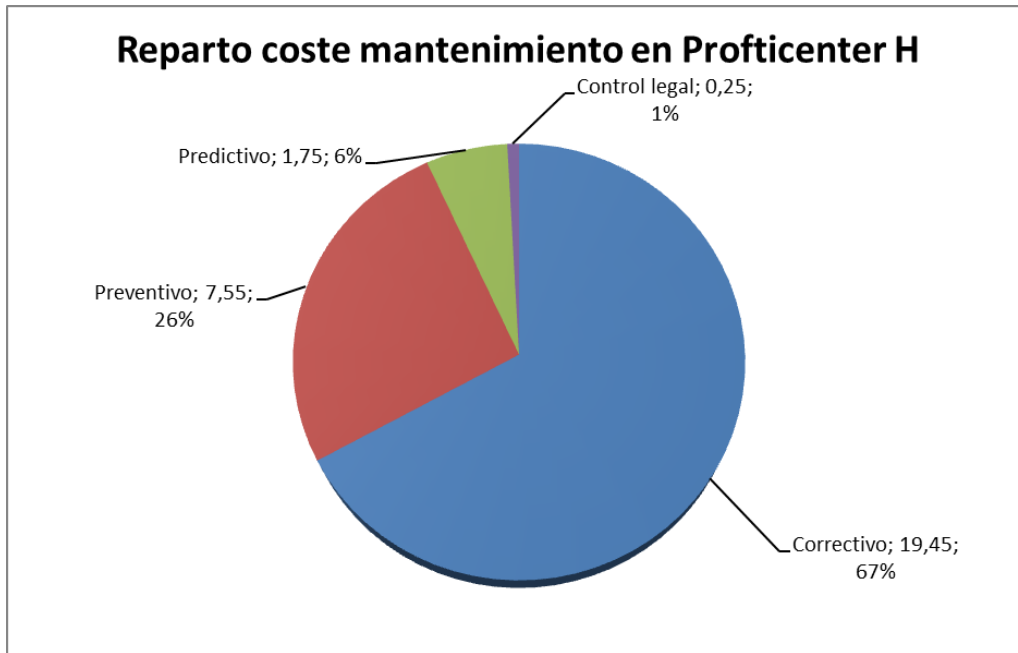


Grafico 4.4.3.5 Reparto coste mantenimiento en Profitcenter H

Las conclusiones que podemos sacar es que los principales costes de mantenimiento los tenemos en los utillajes e instalaciones de fabricación y que además estos costes son debidos al mantenimiento correctivo y preventivo.

Por ello podemos decir que nuestra base de análisis la tenemos perfectamente definida para poder ir al siguiente paso.

Paso 5: Análisis específico de recambios y mantenimiento preventivo externo.

En este quinto paso descomponemos en una lista cuales son los recambios definidos para los utillajes y el coste de los mismos tanto en utillajes como en instalaciones de fabricación.

Uds. Consumidas	Descripción equipo	Precio Ud.	Costes total correctivo	% sobre total	% Acumulado
9	Brida manual	650	5,9	38,9%	38,9%
9	Brida 135Åº	470	4,2	28,1%	67,0%
1	Brida manual	400	0,4	2,7%	69,6%
9	detector bridas tunkers	145	1,3	8,7%	78,3%
5	Brida	460	2,3	15,3%	93,6%
1	Detector rectangular Turck	60	0,1	0,4%	94,0%
1	Detector cilindro Festo guia "T" conector M12	30	0,0	0,2%	94,2%
1	Detector para Bridas Tunkers	67	0,1	0,4%	94,7%
7	Detector M12 Tunckers T02	80	0,6	3,7%	98,4%
1	Detector m18 no enrasable c/conector M12	45	0,0	0,3%	98,7%
10	Detector M12 no enrasable	20	0,2	1,3%	100,0%
			15,0		

Uds. Consumidas	Descripción equipo	Precio Ud.	Costes total correctivo	% sobre total	% Acumulado
1	Anticolision CAT2	530	0,5	27,2%	27,2%
1	Juego Cables Rob.Drive CMT 4;25mts	450	0,5	23,1%	50,2%
1	Sensor Tracc TCP	250	0,3	12,8%	63,0%
2	Motor Push-Pull Robacta drive CMT	250	0,4	19,2%	82,2%
1	Panel mando RCU 5000i	150	0,2	7,7%	89,9%
1	Tapa central buffer froniuss.	150	0,2	7,7%	97,6%
1	Cable control buffer CMT 2;7m	47	0,0	2,4%	100,0%
			2,0		

Tabla 4.4.3.6: Listado de unidades, costes unitarios y costes total mantenimiento correctivo de utillajes e instalaciones.

En la tabla 4.4.3.6 Listado de unidades, costes unitarios y costes total mantenimiento correctivo de utillajes e instalaciones, podemos ver los costes de mantenimiento ordenados y clasificados según el método de porcentajes y a partir de este momento tenemos la información necesaria para aplicar el paso 6.

La primera parte de la tabla corresponde a mantenimiento correctivo de utillajes y la segunda al mantenimiento correctivo de instalaciones.

<i>Proveedor</i>	<i>Mantenimiento preventivo/predictivo instalaciones generales y productivas del Profitcenter H</i>	<i>Año en curso</i>	<i>%</i>	<i>% Acumulado</i>
Q	Robots Kuka + mesas de giro	1,8	28,6%	28,6%
C	Limpieza conducciones extraccion humos	1,0	15,9%	44,4%
A	Evaporativos alquiler climatizacion verano	0,7	11,1%	55,6%
D	Limpieza de cubierta + bajantes + claraboyas	0,6	9,5%	65,1%
H	Climatizacion nave (Radiación)	0,6	9,5%	74,6%
G	Compresores Aire comprimido + Equipos	0,4	6,3%	81,0%
I	Evaporativos Mantenimiento	0,3	4,8%	85,7%
J	Climatizacion oficinas	0,3	4,8%	90,5%
J	Cuadros eléctricos BT	0,2	3,2%	93,7%
B	Optimal dióxido carbono liquido	0,2	3,2%	96,8%
E	Otros	0,2	3,2%	100,0%
TOTAL COSTES MANTENIMIENTO M€		6		

Tabla 4.4.3.7: Listado equipos de mantenimiento preventivo/predictivo realizado por proveedores

En la tabla 4.4.3.7 podemos ver cuáles son los principales costes de mantenimiento preventivo planificados y dónde debemos analizar con más detalle si hay posibilidad de reducir esos costes.

Paso 6: Establecer acciones de mejora aplicando el ciclo PDCA (Pla-Do-Check-Act)

Las soluciones de mejora que hemos desarrollado e implantado para reducir los costes de mantenimiento correctivo son:

- Unificar recambios
- Comprar recambios estándar.
- Insourcing: Comprar componentes sueltos estándar y realizar en interno reparaciones de ciertos elementos como sirgas que guían el hilo de soldadura o cambio de componentes en robot como correas y aceites de motor.
- Modificar tecnología de recambios con ciclos de vida más largos.

- Modificar la posición de ciertos elementos que nos permita que su vida se alargue como por ejemplo posición de detectores.
- Modificar el diseño de componentes como por ejemplo brazos de bridas para evitar que se rompan por fatiga.
- Establecer sistemas de protección de elementos de detección.
- Revisión de precios de recambios.
- Analizar los resultados del mantenimiento preventivo y cambios de elementos realizados y redefinir frecuencias de preventivo.
- Estrategia de compra en consignación acuerdos marco de detectores Establecer análisis de control mensual sobre el gasto de recambios y observar cuáles son los que se han roto con mayor frecuencia y los costes asociados.

Todas estas soluciones nos han permitido reducir los costes de mantenimiento como observamos en la siguiente tabla 4.4.3.6. Vemos que los costes de mantenimiento correctivo los hemos reducido de 19,45 M€ a 16,55 M€ lo que supone una mejora del 15%.

Con respecto al mantenimiento preventivo la mejora es de un 26,7% ya que hemos pasado de un coste de 7,55 M€ a 5,55 M€.

Los costes de terrenos y edificios se han reducido 0,2M€ un 28% debido a que se han protegido zonas de paso de carretillas y camiones que eran problemáticas no obligaba a reparar con mucha frecuencia.

Por último hemos mejorado la gestión de herramienta de consumo responsabilizando a cada una de las personas que las necesitan de su control.

Coste mantenimiento inicial	Correctivo	Preventivo	Predictivo	Control legal	Plan M€
622100 Utillajes	15				15
622200 Instalacion de fabricación	2	6	1		9
622402 Instalaciones generales	0,25	0,75	0,75	0,25	2
622201 Terrenos y edificios	0,7	0,3			1
628500 Consumibles	0,7	0,3			1
628500 Herramientas de consumo	0,8	0,2			1
Reparto coste mantenimiento en Profitcenter H	19,45	7,55	1,75	0,25	29
Coste mantenimiento mejorados	Correctivo	Preventivo	Predictivo	Control legal	Plan M€
622100 Utillajes	13				13
622200 Instalacion de fabricación	1,5	4	1		7
622402 Instalaciones generales	0,25	0,75	0,75	0,25	2
622201 Terrenos y edificios	0,5	0,3			1
628500 Consumibles	0,7	0,3			1
628500 Herramientas de consumo	0,6	0,2			1
Reparto coste mantenimiento en Profitcenter H	16,55	5,55	1,75	0,25	24

Tabla 4.4.3.6. Costes de mantenimiento

El ciclo PDCA desarrollado consiste en

- ✓ **Plan:** Identificar la oportunidad de reducir costes. Aspecto desarrollado en los pasos 4 y 5.
- ✓ **Do:** Desarrollar soluciones e implantarlas. Punto definido en el paso 6.
- ✓ **Check:** Verificar y validar los resultados obtenidos. Es punto los desarrollamos mediante una revisión mensual de los costes del Profitcenter concentrado en los recambios y preventivos seleccionados en el paso 5.
- ✓ **Act:** Si el resultado es bueno estandarizar el mismo proceso para otros Profitcenter.

4.5. Costes de transporte y embalaje

Ventas valor añadido precio transferencia	6.484	100 %
Costes transportes y embalajes	- 237	- 3,7 %

En el business case del proyecto los costes de transporte y embalajes sólo corresponde al 3,7% del volumen total de ventas valor añadido precio de transferencia, con un importe de 237 M€.

Este importe con respecto a otros costes que hemos visto anteriormente no es muy alto, pero como el objetivo del proyecto es definir las herramientas de gestión que permitan la reducción de costes desarrollo también en este apartado dicha herramienta.

En este apartado de costes nuestro business case lo desarrollamos con el Profitcenter E los costes de transporte y embalaje son ver Tabla 4.5.1: Situación actual vs situación simulada

Transporte y embalajes (M€)	Situación actual	Situación simulada
Profitcenter E	148 M€	118 M€

Tabla 4.5.1: Situación actual vs situación simulada

La gestión del transporte en este caso es:

- La planta productiva es la responsable de la gestión del transporte y embalaje de las piezas que recibe de proveedores.
- El cliente es el responsable de la gestión del transporte y embalaje para el producto terminado.

Para este business case, los costes de embalaje corresponden al 5% del concepto total coste de transporte y embalaje porque no son contenedores específicos de piezas sino contenedores llamados universales.

Los contenedores universales se pueden reutilizar para otro tipo de piezas. El 5% corresponde al mantenimiento y reparación de los mismos.

Costes transporte y embalaje		
Coste transporte	Coste embalaje	Total costes
140,95 M€	7,05 M€	148 M€

Tabla 4.5.2 Reparto de costes de transporte y embalaje

4.5.1. Costes de transporte

Los costes de transporte los podemos clasificar en:

- *Coste de transporte interno* que son todos los costes que no tienen relación con la entrega final al cliente y se realizan entre plantas del mismo grupo o con los proveedores en el caso de que la planta productiva sea responsable de la gestión del transporte.
- *Coste de transporte externo* son todos los costes que si tienen relación con entrega final al cliente.

Para el cálculo de transporte de un Profitcenter en general existen unas premisas a definir previamente como son:

- Volumen de coches planificados internamente
- Tipo de transporte que vamos a utilizar terrestre (camión y/o tren), aéreo y/o marítimo.
- Distancia entre lugar de origen y lugar destino.

La herramienta de gestión para el cálculo de transporte se desarrolla en el gráfico 4.5.1.1.

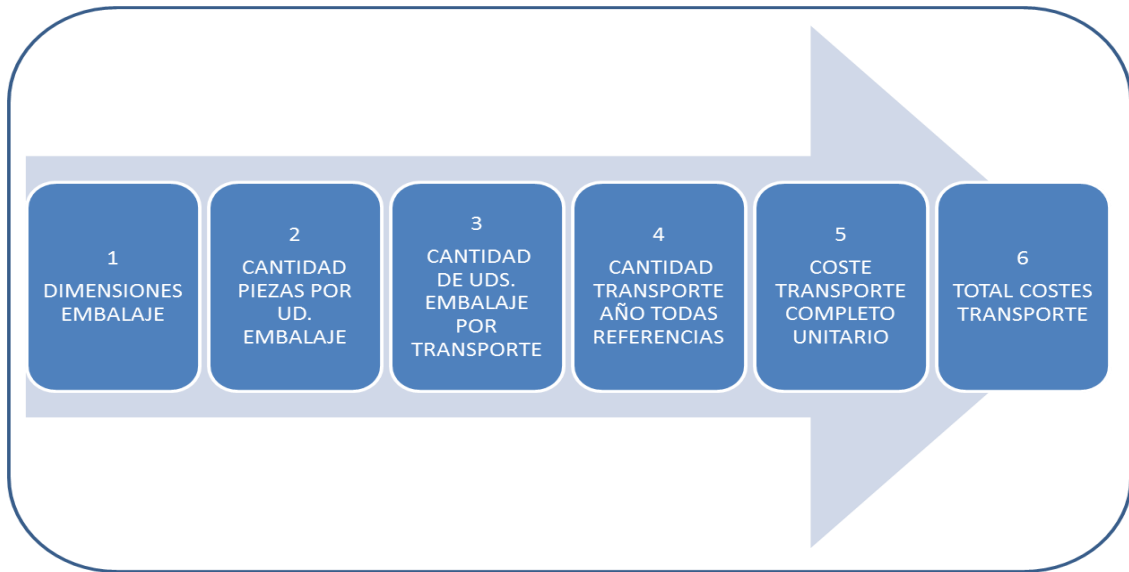


Gráfico 4.5.1.1: Gestión costes de transporte

1. *Dimensiones por unidad de embalaje* (contenedor, contenedor marítimo, KLT, caja cartón, ...)
2. *Cantidad piezas por unidad de embalaje*
3. *Cantidad de unidades de embalaje por transporte*
4. *Cantidad de transporte año para todas las referencias:*

En este punto hay que explicar que si hay más de una referencia de piezas (tipo de piezas) necesaria para fabricar un producto terminado asociado a un Profitcenter, la cantidad de transporte año asociado al Profitcenter es el de todas las referencias necesarias.

5. *Coste transporte completo unitario:*

Coste que corresponde a un transporte seleccionado desde lugar de origen hasta lugar destino.

6. *Total costes transporte:*

Resultado de multiplicar el coste de transporte unitario por el número total del transporte año específicos para el Profitcenter analizado

En la siguiente tabla 4.5.1.2 podemos ver un ejemplo real de cómo se calculan los costes de transporte y cuáles son los parámetros donde se ha trabajado para reducirlos.



	Cantidades		Unidades
Volumen coches interno planificado	122.000	122.000	Coches
Distancia entre lugar de origen y lugar destino	350	350	Km
Dimensiones unidad embalaje:	1200x1200x100	1200x1200x100	mm
Cantidad de piezas por unidad de embalaje misma referencia	400	500	Piezas
Cantidad de uds. de embalaje transporte	 20	20	contenedores
Cantidad total piezas en camión (Nº piezas Ud. embalaje x embalajes)	8.000	10.000	Piezas
Cantidad de transportes año necesarios para una referencia	15	12	transportes
Número referencias necesarias transportar para fabricar producto terminado	15	15	referencias
Total transportes año	229	183	transportes
Coste transporte completo unitario	 616	606	€
Total costes transporte	141	111	M€

Tabla 4.5.1.2: Cálculo costes de transporte

Los costes de transporte se pueden reducir analizando principalmente los dos parámetros donde están las flechas, se incrementa la cantidad de piezas por contenedor y se han reducido los precios del transporte.

En nuestro business case para el Profitcenter E los costes de transporte externo son cero ya que son gestionados por el cliente. Es lo que se denomina transporte EXW (ExWorks) en esta caso el cliente asume todos los gastos y riesgos inherentes al transporte desde la salida de fábrica hasta el destino final, incluyendo la carga en su vehículo.

4.5.2. Costes de embalaje

Los costes de embalaje se determinan según los siguientes criterios:

- Embalaje “one way” de un solo uso. Se envía embalaje sin retorno desde el lugar de origen hasta el de destino por ejemplo contenedores de cartón o contenedores metálicos.
- Alquiler de embalaje reutilizable “go and return”: Existen empresas especializadas que tienen una flota de contenedores “pool de contenedores” que entregan contenedores a la planta para enviar piezas al cliente.

Con este sistema de gestión de contenedores no hay que hacer prefinanciación para nuevos proyectos y se paga por el uso de los mismos. Este sistema se utiliza para contenedores universales. Ejemplo de empresas que alquilan contenedores CHEP.

- Reparación de embalaje propio reutilizables “go and return”: Son necesarias para mantener el stock de contenedores propios del centro productivo. Como he comentado en el inicio de este capítulo el coste de reparación y mantenimiento se estiman que es el 5%.
- Embalaje específicos “go and return”: Esta situación se produce cuando la empresa compra contenedores para gestionar el transporte externo, en este caso se pueden dar dos situaciones diferentes:
 - El embalaje es pagado por el cliente una vez fabricado con lo cual el coste del embalaje no se incluyen dentro de este apartado.
 - El embalaje lo paga el cliente en precio pieza con lo cual el coste se genera cada vez que transportamos piezas del lugar de origen al lugar de destino.

Otros elementos que debemos tener en cuenta dentro de este apartado son:

- Cartones o polipropilenos: Material para envolver y separar las piezas dentro de un embalaje.
- Bolsas plástico: Para evitar la oxidación de las piezas.

- Material secante: Para evitar la oxidación de las piezas.
- Embalaje específico para colocar ordenadas las piezas y evitar que se rayen por ejemplo si están pintadas y colocar este embalaje dentro del embalaje para el transporte.

La herramienta de gestión para el cálculo de embalaje propio “*go and return*” en nuestro ejemplo se desarrolla en gráfico 4.5.2.1.

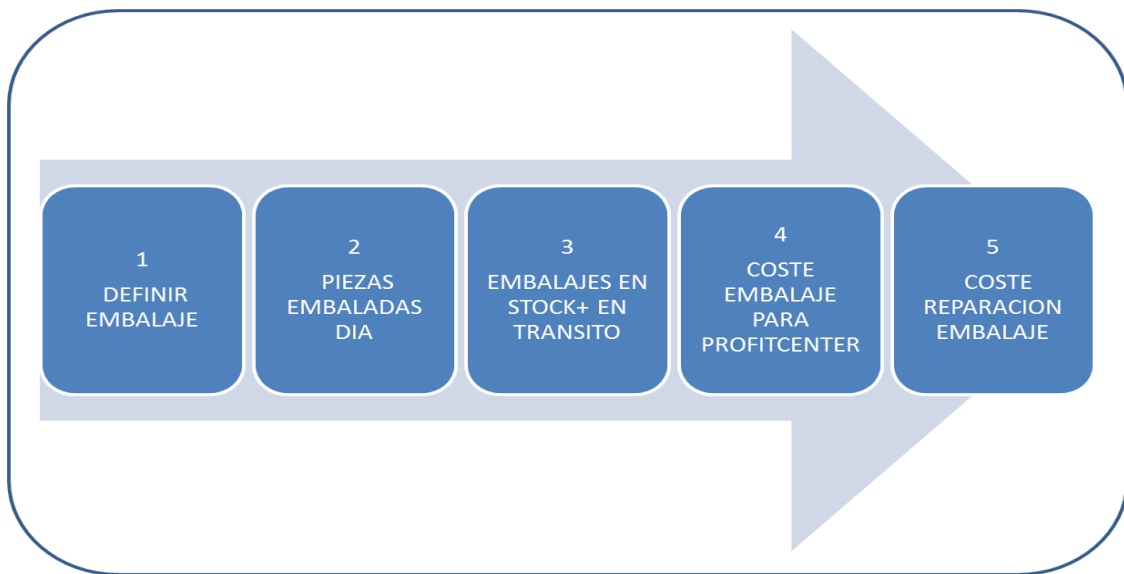


Gráfico 4.5.2.1: Cálculo embalaje propio “go and return”

Antes de calcular los costes de embalajes debemos efectuar los pasos indicado en la figura superior:

1. *Definir embalaje*: En este apartado definimos el tipo de embalaje en función de unos factores como son :
 - ✓ Geometría de la pieza y espesor.
 - ✓ Lugar de almacenamiento en destino.
 - ✓ Distancia de envío. Lugar de origen y lugar de destino.

Con estos factores determinamos el tipo de embalaje:

- ✓ Embalaje *one way* o *go and return*.

- ✓ Embalaje propio o de alquiler.
- ✓ Embalaje universal o específico y sus modalidades.
- ✓ Elementos complementarios a añadir al embalaje

2. *Determinar piezas embaladas día:* significa la cantidad de piezas que hay que tener embaladas al día para cumplir con la planificación de entregas al cliente.
3. *Embalajes en stock + en tránsito:* Este punto agrupa los embalajes que hay en stock en proveedor más los embalajes en tránsito más los embalajes en stock en cliente.
4. *Coste embalaje para Profitcenter:* Son los costes de embalaje universal propio and return seleccionados, más los costes de cartones separadores.
5. *Coste reparación embalaje:* Es el coste resultante de aplicar el 5% a los costes totales de embalaje necesarios para el Profitcenter E

En la tabla 4.5.2.2 hay un ejemplo de cómo se calculan los costes de reparación de embalaje seleccionado.



	Cantidades		Unidades
Volumen coches interno planificado	122.000	122.000	Coches
Distancia entre lugar de origen y lugar destino	350	350	Km
Dimensiones unidad embalaje:	1200x1200x100	1200x1200x100	mm
Cantidad de piezas por unidad de embalaje misma referencia	 400	500	piezas
Días producción al año	220	220	días
Piezas embaladas día	555	555	piezas
Número referencia necesarias transportar para fabricar producto terminado	15	15	referencias
Total piezas de todas referencia en embalaje día	8.318	8.318	piezas
Cantidad de uds. de embalaje en stock proveedor 2 días	42	34	embalaje
Cantidad de uds. de embalaje en tránsito diario	20	20	embalaje
Cantidad de uds. de embalaje en stock planta cliente 2 días	42	34	embalaje
Cantidad total uds. de embalaje necesario	 104	88	embalaje
Coste embalaje unitario incluido cartones	1.356	1.356	€
Total coste embalaje para profitcenter	141	119	M€
Reparación de embalaje 5%	7	6	M€

Tabla 4.5.2.2: Cálculo costes de reparación de embalaje

Vemos en la tabla que al aumentar las piezas por unidad de embalaje reduzco la cantidad de embalaje necesario para transportar las mismas piezas y por consiguiente el coste de embalaje necesario, ya que hemos comentado que para el mantenimiento aplicamos el 5% de los costes de embalaje.

Finalmente puedo confirmar que con estas acciones hemos reducido los costes de transporte y embalaje del Profitcenter J de 148M€ a 118 M€, lo que significa una mejora del Resultado Técnico de 30 M€ tanto en el Profitcenter de J como en el general del planta productiva.

4.6. Capítulo costes fijos

Los costes fijos son los denominados centros complementarios, que colaboran con el buen funcionamiento general de la empresa. Estos costes no se reparten por cada uno de los Profitcenter sino que están para el conjunto del Resultado Técnico de fábrica.

La metodología empleada para el análisis adecuado y estructurado de los costes fijos se indica en el posterior diagrama de proceso.

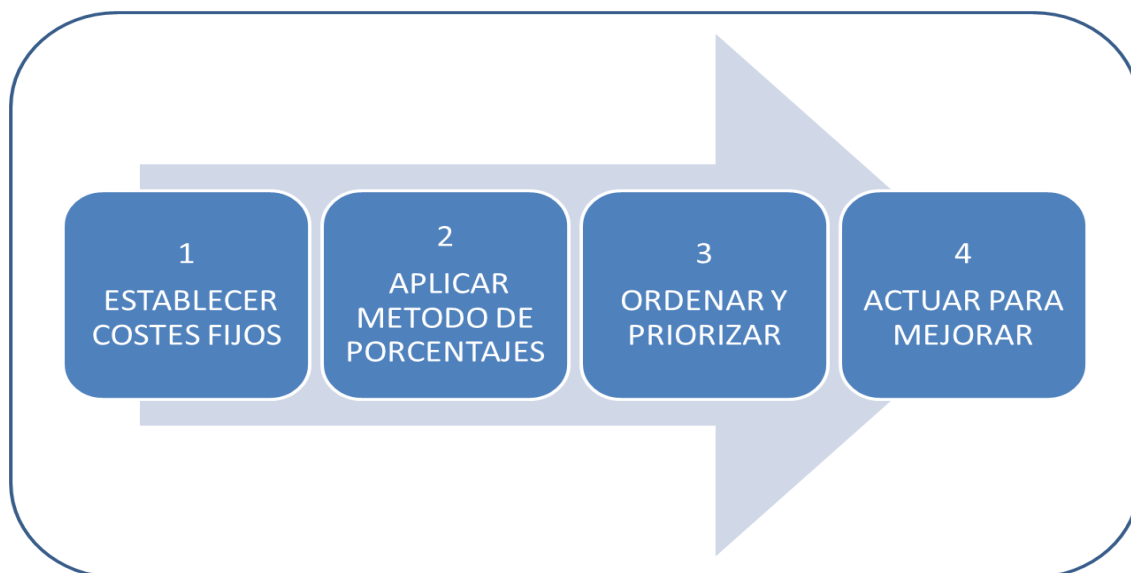


Gráfico 4.6.1: Análisis estructurado de los costes fijos

Como ya hemos indicado en el presente proyecto gráfico 4.2.3: Distribución de costes con respecto a venta/ingresos, el porcentaje sobre las ventas de valor añadido de los

costes fijos supone un 26,1 % redistribuido. Los valores de la tabla son en unidad monetaria miles de Euros.

Betriebsleistung (Ventas Precio transferencia)	6.484	%	% Acumulado
Konzernverr.Spanien (Costes de consorcio España)	- 768	45,3%	45,3%
Miete/Leasing (Alquileres y Leasing)	- 357	21,1%	66,4%
Konzernverr. Dillenburg (Costes de consorcio Alemania)	- 339	20,0%	86,4%
Gehalt (Salarios administrativos)	- 189	11,2%	97,6%
Fremdleistung/Beratung (Servicios externos / Consultoría)	- 76	4,5%	102,1%
Nacharbeitskosten/Reklamationen (Retrabajos / Reclamaciones)	- 50	3,0%	105,0%
Telefon/Büromaterial (Teléfono/ Material oficina)	- 13	0,8%	105,8%
Steuern/Versicherungen (Impuestos / Seguros)	- 11	0,6%	106,4%
Marketing/Reise-Bewirtung (MK y Gastos de viaje)	- 6	0,4%	106,8%
Aus-/Weiterbildungskosten (Costes de formación)	- 4	0,2%	107,0%
Sonstige Gemeinkosten (Otros gastos generales)	- 2	0,1%	107,1%
Konzernverr. RSA (Costes de consorcio RSA)	121	-7,1%	100,0%
Total Costes fijos	- 1.694		

Tabla 4.6.2.: Reparto de costes fijos

Paso 1: Establecer los costes fijos

El primer paso es definir todos los costes fijos: Que son todos aquellos que no tienen una relación directa con el volumen de actividad. La definición de costes fijos se mantiene siempre y cuando las variaciones de actividad no provoquen un cambio en las estructuras productivas como por ejemplo incrementar plantas productivas manteniendo los costes de estructura de la holding que lidera las plantas productivas.

Paso 2: Aplicar método porcentajes

El segundo paso es aplicar método de porcentajes en función de las ventas por precios de transferencia ver Tabla 4.6.2.: Reparto de costes fijos.

Con la priorización de costes obtenidos de aplicar el método de porcentajes vemos en que puntos debemos actuar para mejorar. Podemos determinar dentro de los costes fijos dos grupos importantes:

- *Costes fijos de consorcio*: Son costes que la planta tiene por recibir servicios de los Headquarters como por ejemplo servicios de diseño y desarrollo, imagen de marca, finanzas, controlling, ingeniería de procesos, compras, logística global.

Sobre estos costes el Profitcenter de planta no tiene posibilidad de mejorar pues depende de factores externos que no controla y son los Headquarters los que definen los costes..

Estos costes podrían reducirse por ejemplo si hay crecimiento del grupo con la compra/creación de nuevas empresas ver ingreso de consorcio RSA que es positivo y manteniendo la estructura de la central o por otra parte reduciendo la estructura necesaria que da servicios a las plantas.

El porcentaje de los costes de consorcio corresponde al 65,3% de todos los costes fijos y en valor absoluto 1.107 M€. sobre 1.694 M€ total costes.

- *Costes fijos propios de planta*: Corresponden al resto de los costes indicado en la Tabla 6.2.: Reparto de costes fijos.

Paso 3: Ordenar y priorizar

Los costes donde el Profitcenter de planta tiene posibilidad de actuar y que son los más relevantes son los indicados en la tabla 4.6.3: Otros costes relevantes.

Betriebsleistung (Ventas Precio transferencia)	6.484	%
Miete/Leasing (Alquileres y Leasing)	- 357	21,1%
Fremdleistung/Beratung (Servicios externos / Consultoría)	- 76	4,5%
Nacharbeitskosten/Reklamationen (Retrabajos / Reclamaciones)	- 50	3,0%

Tabla 4.6.3 otros costes fijos relevantes

El coste de alquileres y leasing es del 21,1%, los de servicios externos/consultoría 4,5% y los costes de retrabajo/reclamaciones 3%. El resto de los costes están por debajo de 1 % y la suma de todos en valor absoluto es -36 M€ que es menor que el total de costes de retrabajo/reclamaciones.

Paso 4: Actuar para mejorar

Costes fijos	Actividades potenciales de mejora
Alquileres	Renegociación de precio mes de alquiler de edificio
	Compra de edificios
Servicios externos / Consultoría	Solicitar servicios a la carta como por ejemplo Servicio de Prevención
	Solicitar servicios tarifa plana
	Solicitar consultoria basada en resultado de éxito
	Agrupar servicios externos / consultoría
Retrabajos y reclamaciones	Reducir retrabajos a través del análisis de causas que los generan
	Reducir costes de reclamaciones a través del análisis de causas
	Realizar auditorias para detectar posibles retrabajos y reclamaciones
	Realizar un análisis de riesgos de reclamaciones mediante VSM

Tabla 4.6.4: Actividades potenciales de mejora de costes fijos relevantes

En la tabla 4.6.4: Actividades potenciales de mejora de costes fijos relevantes, he propuesto una serie de actividades a realizar que mejoran el Resultado Técnico de planta.

A continuación describo un ejemplo de análisis de riesgo de reclamaciones con VSM, desarrollado para reducir costes de reclamaciones en el Profitcenter H

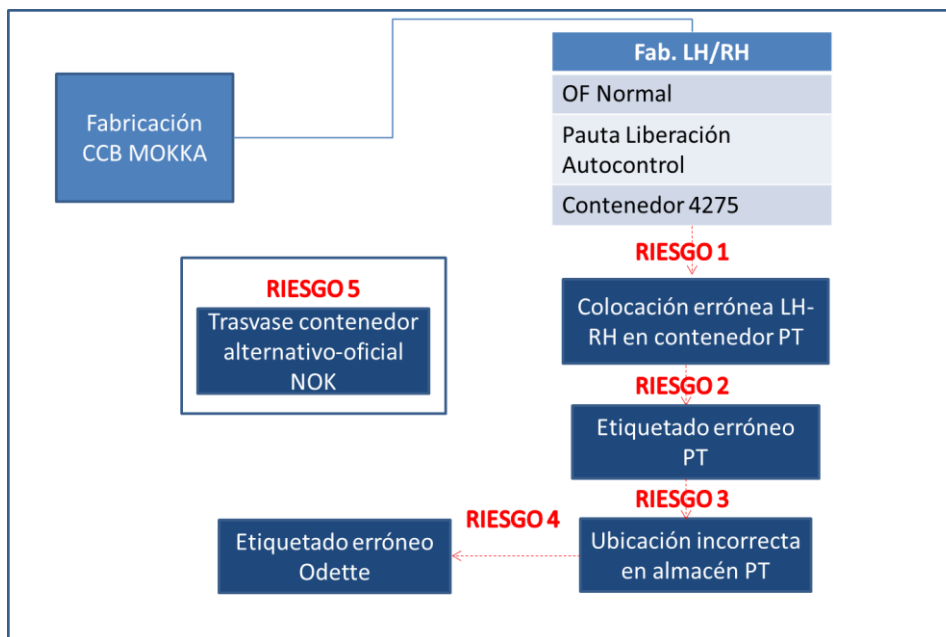


Diagrama 4.6.5: Análisis de riesgo de reclamaciones

RIESGO	CONSECUENCIA	ACCIÓN PREVENTIVA	ACCIÓN CORRECTIVA
Riesgo 1	Mezcla piezas en contenedor PT	Fabricación LH /RH sin dejar picos de producción y contenedor de bloqueo siempre vacío	Revisión stock PT
Riesgo 2	Contenedores PT con identificación errónea en almacén	Separación hojas de máquina identificadas.	Revisión stock PT
Riesgo 3	Contenedor PT con identificación correcta mal ubicado en almacén	Identificación en almacén ubicación PT LH / RH, separando LH de RH	Revisión stock PT
Riesgo 4	Entrega a cliente PT con identificación odette incorrecta	Procedimiento estandarizado con orden preparación envíos (1º LH, 2ª RH)	Aviso cliente. Visita inmediata revisión stock
Riesgo 5	Trasvase incorrecto mezcla LH/RH en contenedor oficial PT	Ubicación e identificación en almacén contenedores PT incompletos	Aviso cliente. Visita inmediata revisión stock

4.7. Capítulo equipos productivos (amortización/ alquiler)

Ventas valor añadido precio transferencia	6.484	100 %
Amortizaciones	- 591	- 9,1 %
Alquileres	- 774	- 12 %

Tabla 4.7.1: Amortizaciones y alquileres

Estos dos apartados dentro de la cuenta de Resultado Técnico de la planta son muy importantes pues corresponde al 21,1% del total de las ventas de precios de transferencia.

Esto es debido a que cuando se recibe un nuevo pedido, los equipos productivos en muchos casos son específicos con lo que se tiene que invertir en nuevo equipamiento que hay que amortizar a lo largo del proyecto bajo una previsión de ventas proyectada en el tiempo de 6 años.

A) El apartado **amortizaciones** son de aquellos activos que han sido comprados y pagados por la planta. La amortización es lineal y el periodo de amortización depende del tipo de equipamiento:

1. *Equipamiento universal*, significa que puedo fabricar en ese equipo diferentes productos sólo cambiando las matrices o utillajes de soldadura. En este caso el periodo de amortización es de 10 años,
2. *Equipamiento específico*, significa que únicamente puedo fabricar un único tipo de pieza. En este caso el periodo de amortización es de 6 años.

En el caso de que no se cumpla la premisa de ventas, el retorno de las amortizaciones de los equipos específicos no es de 100%, ya que se ha diseñado un proceso de fabricación para un volumen de ventas definido por el cliente en la fase de oferta y en cada pieza vendida se amortiza una parte del equipo específico.

En la tabla 4.7.2 he desarrollado un par de ejemplos sobre retornos de amortizaciones en función de piezas vendidas.

En el ejemplo A el retorno de amortización de los equipos específicos es del 100%, mientras que en el ejemplo B sólo es del 80%.

Si el retorno es de un 80% significa que hemos pagado y amortizado el equipo específico durante el periodo de vida del producto en un 100% pero sólo hemos recibido el 80% de la inversión. El 20% de inversión no retornada tiene influencia negativa en el Resultado Técnico ya que no hay ingresos por el 20% pero si amortizaciones.

	Previsión ventas volumen total coches 6años	500.000	Coches
	Costes instalaciones específicas	500.000	€uros
	Amortizacion prevista en cada coche vendido	1	€uro
Ejemplo A	Real ventas volumen total coches 6 años	500.000	Coches
	Costes instalaciones específicas	500.000	€uros
	Amortizacion real en cada coche vendido	1	€uro
	Retorno amortización final proyeccto	100%	
Ejemplo B	Real ventas volumen total coches 6 años	400.000	Coches
	Costes instalaciones específicas	500.000	€uros
	Amortizacion real en cada coche vendido	1	€uro
	Retorno amortización final proyeccto	80%	

Tabla 4.7.2 Retorno de amortizaciones en función de piezas vendidas.

B) El apartado **alquileres** corresponde a:

- Activos que han sido comprados y pagados por el Holding y que entrega a la planta para que fabrique un nuevo producto.

Las herramientas de gestión aplicadas para mejorar el Resultado Técnico de planta se describen en el gráfico 4.7.3: Gestión equipos productivos:



Gráfico 4.7.3: Gestión de equipos productivos

4.7.1. Compra de equipos productivos (Análisis del valor)

Esta es una actividad que se realiza con mucha frecuencia dentro del nuestro sector pues anualmente hay nuevos pedidos y nuevas compras tanto de equipos específicos como universales.

Comentar que cuando recibimos un pedido ya conocemos cuales son las inversiones que tenemos que hacer en equipos productivos pues en la fase de elaboración de oferta a nuestros clientes, estimamos el coste de los equipos productivos en función del tipo de producto a fabricar, lay-out de fabricación y experiencia existente en la compra de equipos similares.

El proceso de compra se realiza solicitando tres ofertas a diferentes proveedores cualificados y evaluados. Previamente se definen unas especificaciones productivas, técnicas y económicas que se envían a los proveedores para que hagan la oferta.

- a) Las especificaciones productivas se definen en función de una serie de parámetros que relaciono a continuación:

- | | |
|---|--|
| a.- Capacidad productiva diaria | b.- Mano de obra directa implicada |
| c.- Turnos de trabajo por día | d.- Horas por turno de trabajo |
| e.- Número de máquinas | f.- Paros programados para descansos y comida en minutos día |
| g.- Tiempo de cambio de utillajes en minutos día | h.-Tiempo de mantenimiento planificado en minutos día |
| i.- Tiempo utilizados para otros productos en minutos día | j.- Tiempo de paros no programados en minutos día |
| k.- Tiempo de ciclo por pieza en segundos | l.- Número de piezas producidas por ciclo |
| m.- Chatarra producida en % | n.- Piezas buenas producidas |

Este listado de parámetros permite definir previamente como tiene que ser la capacidad de producción de piezas para asegurar la entrega de piezas al cliente durante los 6 años de ciclo de vida del producto incluyendo fluctuaciones al alza de la demanda hasta un 155.

- b) Las especificaciones técnicas se refieren a las tecnologías a usar para la construcción del nuevo equipo productivo (equipos electrónicos, estructura de programación, equipos aire comprimido, equipos de regulación, control y seguridad) y el plazo de entrega.
- c) Las especificaciones económicas incluyen el precio, forma de pago y avales necesarios.

A la recepción de las ofertas utilizamos una herramienta de decisión de compra que denomino “**análisis del valor**” y que nos permite conocer cuál es la oferta que nos aporta más valor de acuerdo a unos criterios definidos previamente.

A continuación desarrollo un ejemplo que nos va a ayudar a conocer mejor la herramienta:

ANÁLISIS DEL VALOR PROYECTO: XXXX		Proveedor 1		Proveedor 2		Proveedor 3	
Criterio	Evaluación (%)	E	Ne	E	Ne	E	Ne
Competencia	30%	6	1,80	8,00	2,40	6,00	1,80
Asistencia	10%	6	0,60	4,00	0,40	6,00	0,60
Metodología de trabajo	25%	6	1,50	4,00	1,00	8,00	2,00
Flexibilidad	20%	4	0,80	6,00	1,20	8,00	1,60
Capacidad/Plazo de entrega	15%	8	1,20	4,00	0,60	4,00	0,60
Valor útil N	100%		5,90		5,60		6,60
Precio equipo productivo (M€)		663		601		627	
Ne: Valor útil para el criterio individual E: Grado de cumplimiento. Muy bueno 8 pts. Bueno 6 pts. Normal 4 pts. Deficiente 2 pts. Muy deficiente 0 pts.							

Tabla 4.7.1.1: Análisis del valor

En la tabla 4.7.1.1: Análisis del valor vemos cuáles son los criterios que hemos definido para tomar la decisión de compra:

- *Competencia*: Significa el saber hacer del proveedor.
- *Asistencia*: Capacidad de dar soporte en la fase de arranque del proyecto o cuando se tengan problemas en la instalación (servicio postventa).
- *Metodología de trabajo*: Trabajo basado en la gestión de proyectos.
- *Flexibilidad*: Capacidad de adaptación y tiempo de respuesta ante posibles modificaciones que puedan surgir durante la fase de fabricación del equipo productivo
- *Capacidad / Plazo de entrega*: Grado de compromiso de entrega del equipo productivo.

La evaluación en % corresponde al porcentaje de importancia que damos a cada uno de los criterios.

En el gráfico siguiente podemos ver cuál sería el proveedor elegido en este ejemplo. La decisión sería el proveedor 3 ya que es el que tiene más valor útil la inversión no es la más alta.

El que el valor útil sea el mayor significa que los riesgos de no cumplir con los compromisos del cliente son menores que con los otros dos proveedores y el precio equipo productivo en diferencia con el proveedor 1 (precio más bajo) es de un 4,14%, valor que podemos aceptar.

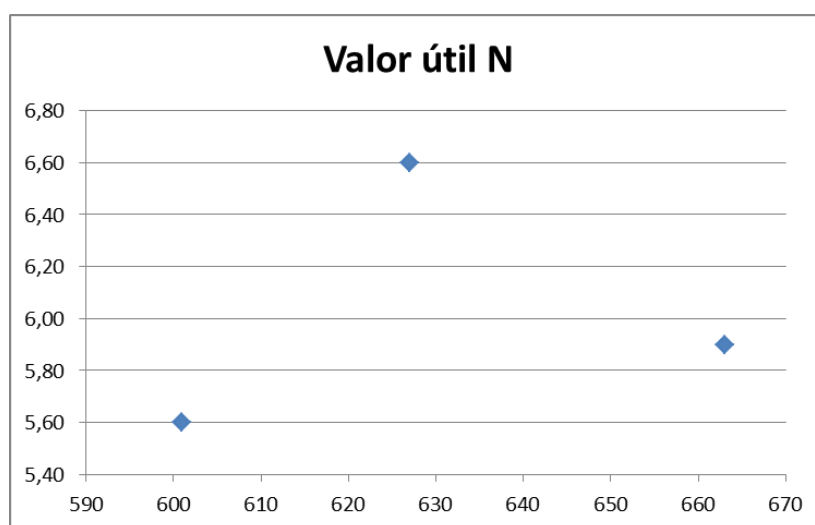


Gráfico 4.7.1.2: Valor útil vs importe

Con esta herramienta estamos optimizando la gestión de compra de los equipos productivos, aseguramos que cumplimos con las necesidades del cliente según contrato y minimizamos el precio de la inversión.

	Inversión M€	Amortización lineal anual para 6 años de proyecto en M€	Desviación respecto oferta cliente M€
Inversión en oferta a cliente	650	108	0
Proveedor 1	663	110	2
Proveedor 2	601	100	-8
Proveedor 3	627	104	-4

Tabla 4.7.1.3: Amortización lineal real vs oferta cliente

En la tabla 4.7.1.3: Amortización lineal real vs oferta cliente, se observa claramente que la decisión sobre el proveedor 3 ha sido la correcta pues hemos reducido los costes de amortización en 4M€ con respecto a lo ofertado al nuestro cliente.

Este ejemplo ha sido sobre un equipo productivo pero puede darse el caso de que en un año tengamos la necesidad de hacer varias inversiones con lo que la suma de todas ellas puede significar una reducción importante de los costes de amortización año teniendo en cuenta que, como he comentado anteriormente, en nuestro sector este tipos de inversiones se realiza con mucha frecuencia.

4.7.2. Reutilización

Otra herramienta de gestión que mejora los costes de amortización y por consiguiente el Resultado Técnico es la reutilización de los quipos productivos. Significa volver a utilizar para nuevos proyecto equipos que previamente han sido utilizados en proyectos anteriores y que ya han sido amortizados.

Siguiendo con el ejemplo anterior si tenemos que comprar un nuevo equipo productivo específico y podemos reutilizar equipos que ya han sido amortizados vemos en la tabla 4.7.2.1 la reducción de costes de amortización que tendremos.

	Inversión M€	Amortizacion lineal anual para 6 años de proyecto en M€	Desviacion respecto oferta cliente M€
Inversion en oferta a cliente	650	108	0
Proveedor 1	105	17	-91
Proveedor 2	120	20	-88
Proveedor 3	175	29	-79

Tabla 4.7.2.1: Reducción costes amortización

En este apartado mantenemos el mismo proceso de compra que en el apartado anterior para la integración de los diferentes equipos productivos (robots, células soldadura, cuadros eléctricos, ...) en la fabricación de un nuevo equipos productivo.

La inversión inicial que habría que hacer con nuevos equipos sería 650 M€, reutilizando equipos productivos las inversiones se reducen tal y como vemos en los diferentes proveedores.

Al aplicar el mismo proceso de compra utilizando el análisis del valor y eligiendo por ello al Proveedor 3 la inversión es de 175 M€ y vemos en la tabla 4.7.2.1: Reducción costes amortización, que los costes de amortización se reducen en 79 M€ con respecto a la oferta del cliente..

Para equipos productivos universales el proceso es el mismo una vez pasado los 10 años de amortización lineal.

4.7.3. Desinversión

Esta herramienta de gestión también ayuda a reducir los costes de amortización y mejora el resultado Técnico de planta. La forma de aplicarla es como indicamos a continuación:

La desinversión se puede originar de dos formas diferentes:

1. La carga de trabajo en un proceso productivo se reduce y se pueden utilizar menos equipos para cumplir con las entregas del cliente.
2. El producto desaparece antes de finalizar el ciclo de vida del producto de 6 años

En el primer caso lo que se debe redefinir proceso y equipos productivos adaptándolo a las nuevas necesidades de demanda, de manera que si hay equipos que se pueden reutilizar (robots, prensas soldadura, máquinas soldar, barreras de seguridad, ...) se deben de desinvertir/vender con lo que los costes de amortización se eliminan de la

planta productiva y con ello se reduce el apartado amortizaciones y por consiguiente se mejora el Resultado Técnico de planta.

En el segundo punto si el producto desaparece antes de finalizar el ciclo de vida para el que ha sido pensado o bien se reutiliza para otros procesos (ver apartado reutilización) o bien se desinvierte/vende.

Si los equipos no se utilizan para otros productos dentro de la misma planta productiva, se utilizan para fabricar productos de otra planta y el periodo de amortización no ha terminado, la planta propietaria de los mismos, los vende a la Holding con los cual tiene ingresos extraordinarios debido a la venta de los equipos y traspasa los costes de amortización al Holding.

4.7.4. Periodo amortización

Pasado el periodo de amortización lineal el Resultado Técnico de planta mejora sólo por este motivo.

Descripción Activo	Fecha inicio produc.	Fecha inicio amort.	Fecha fin amort.	Tipo equipa.	Periodo amorti. meses	Valor adquisición M€	Valor mensual amort. M€	M€ Amort. Año
Celula de Soldadura SQT	01.04.2009	1-4-09	5-4-15	ESP	72	857	12	143
Perfiladora	01.04.2009	1-4-09	8-4-19	UNI	120	1.235	10	124
Celula de Soldadura	01.04.2009	1-4-09	5-4-15	ESP	72	290	4	48
Linea de Captacion de Humos	01.04.2009	1-4-09	5-4-15	ESP	72	265	4	44
Celula Soldadura TA	01.04.2009	1-4-09	5-4-15	ESP	72	274	4	46
Robots KUKA-MQT	01.04.2009	1-4-09	5-4-15	ESP	72	179	2	30
Prensa ARISA - S 2 200	01.04.2009	1-4-09	8-4-19	UNI	120	256	2	26
Fte Aliment de Energia FRONIUS	01.04.2009	1-4-09	5-4-15	ESP	72	135	2	23
Robots KUKA - SQT MERIVA	01.04.2009	1-4-09	5-4-15	ESP	72	121	2	20
Robots KUKA-SQT MERIVA-ZA0008	01.04.2009	1-4-09	5-4-15	ESP	72	102	1	17
Robots KUKA - MQT	01.04.2009	1-4-09	5-4-15	ESP	72	85	1	14
Celula de Soldadura SERRA	01.04.2009	1-4-09	5-4-15	ESP	72	97	1	16
Fuentes Alim.Energia FRONIUS	01.04.2009	1-4-09	5-4-15	ESP	72	57	1	10
Otros equipos especificos	01.04.2009	1-4-09	5-4-15	ESP	72	53	1	9
Otros equipos universales	01.04.2009	1-4-09	8-4-19	UNI	120	224	2	22
Total amortizaciones								591

Tabla 4.7.4.1: Listado activos y periodo de amortización.

En la tabla 4.7.4.1: Listado activos y periodo de amortización, vemos como están clasificados los activos por tipo de equipamiento ESP= específico y UNI= universal. Se

indica por otra parte el valor de adquisición, el valor mensual a amortizar y la amortización por año en miles de Euros.

En este caso y dado que todos los activos se pusieron en producción serie en Abril del 2009 en Abril de 2015 todos estos activos estarán amortizados

Descripción Activo	M€ Amort. Año
Celula de Soldadura SQT	-
Perfiladora	124
Celula de Soldadura	-
Linea de Captacion de Humos	-
Celula Soldadura TA	-
Robots KUKA-MQT	-
Prensa ARISA - S 2 200	26
Fte Aliment de Energia FRONIUS	-
Robots KUKA - SQT MERIVA	-
Robots KUKA-SQT MERIVA-ZA0008	-
Robots KUKA - MQT	-
Celula de Soldadura SERRA	-
Fuentes Alim.Energia FRONIUS	-
Otros equipos especificos	-
Otros equipos universales	22
	172

Tabla 4.7.4.2 : Estado amortizaciones activos

Los costes de amortización bajan a 172 M€. La mejora del Resultado Técnico es la diferencia entre los 591 M€ de la tabla 7.4.1: Listado activos y periodo de amortización y los 172 M€ de la 7.4.2 : Estado amortizaciones activos y es igual a 419 M€.

4.7.5. Alquiler

Estos costes se originan debido a que el Holding alquila equipos para fabricar a las plantas productivas de manera que estas pagan un alquiler sobre el valor de reposición de aquellos equipos que están completamente amortizados.

En la siguiente tabla 4.7.5.1 he definido un coste de alquiler mensual aplicando un 5% sobre el valor de reposición o valor actual de mercado.

Descripción Activo	M€ Amort. Año	Valor reposicio M€	Alquiler 5%
Celula de Soldadura SQT	-	771	39
Perfiladora	124	-	124
Celula de Soldadura	-	261	13
Linea de Captacion de Humos	-	238	12
Celula Soldadura TA	-	247	12
Robots KUKA-MQT	-	161	8
Prensa ARISA - S 2 200	26	-	26
Fte Aliment de Energia FRONIUS	-	122	6
Robots KUKA - SQT MERIVA	-	109	5
Robots KUKA-SQT MERIVA-ZA0008	-	92	5
Robots KUKA - MQT	-	77	4
Celula de Soldadura SERRA	-	87	4
Fuentes Alim.Energia FRONIUS	-	51	3
Otros equipos específicos	-	48	2
Otros equipos universales	22	-	22
	172		285

Tabla 4.7.5.1: Precio alquiler

El importe de coste de alquiler, sin incluir las amortizaciones, es igual a 113 M€. En este caso hemos mejorado el Resultado Técnico frente al dato inicial de 591 M€ en 307 M€ pasando de 591 M€ a 285 M€.

El alquiler será cobrado por la Holding si esos equipos son reutilizados para otros productos dentro de la misma planta productiva en cualquier otro caso el alquiler de los equipos sería cero para el Resultado Técnico de la planta.

Una vez pasado el periodo de amortización del equipo la Holding deja de cobrar a la planta la parte de amortización pero sigue cobrando la parte de gestión.

4.8. Capítulo Resultado financiero

Este capítulo tiene mucha relación con las inversiones que se realizan en la planta que son productivas directas (fabricación de productos) y productivas indirectas (inversiones en seguridad, medioambiente, calidad, mantenimiento de instalaciones, etc.)

Los gastos financieros se pueden reducir desde un Profitcenter de planta:

- ✓ En *inversiones productivas directas*, reutilizando equipamiento productivo, reduciendo los costes de compra de inversiones, homologando los productos para cobrar pronto del cliente, gestionando la liquidez de la empresa, realizando inversiones viables.
- ✓ En *inversiones indirectas aplicando* la herramienta de compra análisis del valor, gestionando la liquidez de la empresa.

Desde un Profitcenter de planta no realizamos un análisis del balance sino que analizamos el resultado económico desde un punto de vista de costes derivados de las inversiones definidas y el impacto que tienen en el Resultado Técnico.

5. Conclusiones

Podemos concluir que con el desarrollo del presente proyecto afirmando que:

Hemos mejorado los Profitcenter H y E objeto del business case como se ve en la tabla 5.1: Análisis de resultados

Productos	Ventas PT (M€)	MOD M€	MOI M€	Costes de Personal (ME)	Consum. y suminis M€	Energía M€	Repara y manteni M€	Costes variables (M€)	Costes de produc. (M€)	Transpor y embalajes (M€)	Margen de cobertura (M€)	Real MC %
H	1.004	-240	-97	-337	-27	-23	-29	-79	-416	0,0	588	16,4%
H	1.004	-200	-72	-272	-22	-18	-24	-64	-336	0,0	668	17,5%
E	634	-115	-85	-200	-24	-21	-27	-72	-272	-148,0	214	6,0%
E	634	-115	-85	-200	-24	-21	-27	-72	-272	-118,0	244	7,9%

Tabla 5.1: Análisis de resultados

En el Profitcenter H hemos aumentado el margen de cobertura desde 588 M€ inicial a los 668 M€ final con un incremento porcentual del 1,1% actuando sobre los campos MOD, MOI, Consumibles y suministros, Energía y Reparación y mantenimiento.

En el Profitcenter E los resultados obtenidos de la utilización e implantación de las herramientas de gestión el campo transportes y embalajes, el margen de cobertura se

ha mejorado en 30 M€ pasando de 214 M a 244 M€, con un incremento porcentual de 1,9%.

Añadir que el margen de cobertura global de planta ha pasado de un 55,5% a 59,1% con una mejora de 230 M€. En la tabla 5.2: Margen cobertura, vemos con más detalle los campos donde hemos mejorado para los Profitcenter H y E.

<i>Ventas PT (M€)</i>	<i>MOD M€</i>	<i>MOI M€</i>	<i>Costes de Personal (ME)</i>	<i>Consum. y suminis M€</i>	<i>Energía M€</i>	<i>Repara y manteni M€</i>	<i>Costes variables (M€)</i>	<i>Costes de produc. (M€)</i>	<i>Transpor y embalajes (M€)</i>	<i>Margen de cobertura (M€)</i>	<i>Real MC %</i>
6.485	-1.331	-765	-2.096	-176	-158	-217	-551	-2.647	-237,0	3.601	55,5%
6.485	-1.211	-715	-1.926	-166	-143	-212	-521	-2.447	-207,0	3.831	59,1%

Tabla 5.2: Margen cobertura

Hemos mejorado el resultado técnico global de planta con la mejora ya que, a las mejoras del margen de cobertura indicadas en el apartado anterior, añadimos las mejoras obtenidas en el campo de las amortizaciones.

Como hemos comentado en el apartado amortizaciones a partir de Abril 2015, gran parte de los equipos productivos están amortizados. Hemos pasado de un importe de 591 M€ al año de amortizaciones a 172 M€ al año. Este cambio supone una mejora porcentual del 6,4%.

En cuanto al campo de alquileres aumenta pues de todos los equipos productivos el Profitcenter planta paga el 5% por alquiler con lo que pasamos de pagar 774 Me al año a 887 M€ año.

En el Resultado Técnico de planta productiva tabla 5.3, podemos ver todos los cambios de los diferentes campos en detalle y cuál ha sido el impacto económico de cada uno de ellos. En color verde significa que ha mejorado el resultado y en color rojo que ha empeorado.

	Situación inicial		Situación final	
Ventas valor añadido precio transferencia	6.484	100 %	6.484	100 %
Coste de mano de obra directa	- 1.332	- 20,5 %	- 1.292	- 19,9 %
Coste de mano de obra indirecta	- 764	- 11,8 %	- 739	- 11,4 %
Coste de personal	- 2.096	- 32,3 %	- 2.031	- 31,3 %
Costes de consumibles y suministros	- 176	- 2,7 %	- 171	- 2,6 %
Coste de energía	- 158	- 2,4 %	- 153	- 2,4 %
Costes de reparación y mantenimiento	- 217	- 3,3 %	- 212	- 3,3 %
Otros costes variables	- 551	- 8,5 %	- 536	- 8,3 %
Total Costes de fabricación	- 2.647	- 40,8 %	- 2.567	- 39,6 %
Costes transportes y embalajes	- 237	- 3,7 %	- 207	- 3,2 %
Margen de cobertura industrial	3.600	55,5 %	3.710	57,2 %
Salarios administrativos	- 189	- 2,9 %	- 189	- 2,9 %
Retrabajos / Reclamaciones	- 50	- 0,8 %	- 50	- 0,8 %
Marketing y Gastos de viaje	- 6	- 0,1 %	- 6	- 0,1 %
Costes de formación	- 4	- 0,1 %	- 4	- 0,1 %
Servicios externos / Consultoría	- 76	- 1,2 %	- 76	- 1,2 %
Impuestos / Seguros	- 11	- 0,2 %	- 11	- 0,2 %
Alquileres instalaciones/Carretillas	- 357	- 5,5 %	- 357	- 5,5 %
Teléfono/ Material oficina	- 13	- 0,2 %	- 13	- 0,2 %
Otros gastos generales	- 2	- 0,0 %	- 2	- 0,0 %
Costes de consorcio grupo	- 986	- 15,2 %	- 986	- 15,2 %
Costes fijos	- 1.694	- 26,1 %	- 1.694	- 26,1 %
Resultado explotación	1.906	29,4 %	2.016	31,1 %
Amortizaciones	- 591	- 9,1 %	- 172	- 2,7 %
Alquileres	- 774	- 12 %	- 887	- 14 %
Resultado ordinario	541	8,3 %	957	14,8 %
Resultado financiero	- 51	- 0,8 %	- 51	- 0,8 %
Resultado total I	490	7,6 %	906	14,0 %
Otros resultados explotación	-	0%	-	0%
Resultado total II	490	7,6 %	906	14,0 %
Resultado extraordinario	- 26	- 0,4 %	- 26	- 0,4 %
Resultado total III	464	7,2 %	880	13,6 %

Tabla 5.3: Resultado Técnico de planta productiva

Los departamentos implicados se han integrado ya que se han formado equipos multidisciplinares un objetivo común y están muy motivados ya que el resultado ha sido muy bueno.

Con la herramientas indica as en MAMEP, hemos aumentado la eficiencia y eficacia pues hemos eliminado/reducido despilfarros que se generan en los Profitcenter. Hemos alcanzado el objetivo proyectado y hemos optimizado los recursos para su consecución.

En cuanto a apartado de competitividad al reducir los costes fijos y variables hemos, sin ninguna duda, aumentado nuestra competitividad interna.

El proyecto establece una sistemática de trabajo y herramientas de gestión, con las cuales se puede tener éxito en la mejora del Resultado Técnico de Profitcenter y global de planta pues las herramientas y su aplicación son transversales.

Con la metodología MAMEP nos permite de una forma estructurada proyectar el futuro y establecer caminos donde mejorar de manera continua integrando el ciclo PDCA en la gestión de los Profitcenter y en la gestión global de Profitcenter de planta productiva.

6. Glosario de términos

Profitcenter: Parte una empresa, que es tratada como un negocio separado del cual se espera hacer beneficio. En nuestro caso hemos determinado que un Profitcenter es un producto concreto

Resultado Técnico: Suma de todos los ingresos menos los costes para todas aquellas actividades, que se organizan desde la planta de producción dentro de los terrenos y edificios de la empresa. Dentro de este resultado hay costes variables directos e indirectos y costes fijos.

Profitcenter monoproducción: Instalación de manufactura en la cual se fabrica un producto exclusivo durante todo su ciclo de vida, aunque haya varias tecnologías implicadas como por ejemplo soldadura por puntos, adhesivos y soldadura al arco.

Profitcenter multiproducción: Instalación de manufactura que teniendo una tecnología específica (perfilado, estampación, inyectoras ..) se pueda fabricar más de un producto con pequeñas adaptaciones como pueden ser cambios de utillajes.

Planta productiva: Centro de trabajo cuya única función es la de fabricar piezas con centros de coste productivos y centros de costes auxiliares como mantenimiento, energía, logística (distribución y transportes) y gestión de calidad.

Resultado administrativo: Suma de todos los ingresos menos costes para todas aquellas actividades, que se organizan desde la administración sin realizar valor añadido dentro de los terrenos y edificios de producción de la empresa.

Resultado Técnico: Suma de todos los ingresos menos costes para todas aquellas actividades, que se organizan desde la planta de producción dentro de los terrenos y edificios de la empresa.

Costes variables: Son aquellos costes que dependen del volumen de producción que se prevé conseguir. Hay una correlación directa entre estos costes y el nivel de actividad.

Costes fijos: Son aquellos que no tienen una relación directa con el volumen de la actividad y no varían ante alteraciones en dicho volumen de actividad. Son la suma de todos los costes explicados a partir del margen de cobertura industrial. Ejemplo de costes fijos son mantenimiento, alquileres, seguros, mano de obra indirecta, etc.

Ventas valor añadido precio de transferencia: Precio de venta del valor añadido definido en el CBD interno.

Coste de mano de obra directa: Corresponde a los trabajadores que aplican su trabajo directamente a un producto determinado, ya sea de forma manual o utilizando maquinaria. Clasificado como coste variable.

Coste de mano de obra indirecta: Corresponde a trabajadores que no aplican su esfuerzo directamente a un producto concreto sino que sus servicios recaen sobre varios productos o bien colaboran con el funcionamiento general de la empresa (manejo de materiales, mantenimiento, control de calidad, inspección, personal administrativo, personal de limpieza, etc.). Clasificado como coste variable.

Coste de consumibles y suministros: Surgidos del uso de materiales necesarios para fabricar productos, como por ejemplo hilo, gas y electrodos de soldadura, material para engrase, En este apartado también se incluyen los costes de ropa de trabajadores y EPI's. Clasificado como coste variable.

Coste de energía: Corresponde a los costes de energía contratada para la fabricación de los medios productivos, instalaciones generales como sala compresores, e iluminación general de planta. Clasificado como coste variable.

Costes de reparación y mantenimiento: Planificados para el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de los equipos productivos e instalaciones generales de fábrica como iluminación, calefacción, refrigeración, puentes grúa, centro de transformación, etc.. Clasificado como coste variable.

Costes de mantenimiento correctivo: son los surgidos de la compra de materiales de recambio utilizados para la reparación de dichos fallos o defectos.

Mantenimiento correctivo: Es el que se realiza de manera forzosa e imprevista con la finalidad de reparar fallos o defectos que se presenten en los equipos productivos e instalaciones generales necesarias para el funcionamiento de una fábrica.

Mantenimiento preventivo: Es aquel que se realiza de manera anticipada con el fin de prevenir la aparición de averías en los equipos productivos e instalaciones generales necesarias para el funcionamiento de una fábrica.

Mantenimiento predictivo: Consiste en predecir los futuros fallos del equipo cuando la maquinaria presenta alguna señal, por ejemplo: ruido, vibración, temperaturas, entre otros y, por el constante monitoreo del equipo por parte del individuo que lo usa.

Coste de transporte interno que son todos los costes que no tienen relación con la entrega final al cliente y se realizan entre plantas del mismo grupo o con los proveedores en el caso de que la planta productiva sea responsable de la gestión del transporte.

Coste de transporte externo son todos los costes que si tienen relación con entrega final al cliente.

Unidad de embalaje cualquier tipo de continente que se haya fiado para el transporte de piezas como por ejemplo contenedor, contenedor marítimo, KLT, caja cartón, etc.

Coste embalaje son todos los materiales necesarios para contenedores y otros embalajes como cartón, plásticos, piezas de fijación para evitar movimiento de piezas.

Coste transporte completo unitario coste correspondiente a un transporte seleccionado desde lugar de origen hasta lugar destino.

Margen de cobertura industrial (margen de contribución): Diferencia entre los costes de fabricación más transportes y embalajes de los productos y los ingresos obtenidos por las ventas de esos productos

Salarios administrativos: Corresponden al personal que realiza actividades de gestión administrativa. Clasificado como coste fijo.

Retrabajos y reclamaciones: Son los denominados costes de no calidad internos debidos a retrabajo de productos como horas de personal, material necesario, chatarra y los costes de no calidad externos debidos principalmente a reclamaciones de cliente en forma de facturas debidas a controles de productos en sus instalaciones, viajes y auditorías no planificadas. Clasificado como coste fijo.

Marketing y Gastos de viaje: Costes derivados de acciones de ventas de productos, seguimiento de cobros en clientes, visitas para captación de necesidades de clientes, presentaciones de empresa, estudios de mercado, ... Clasificado como coste fijo.

Costes de formación: Empleados para mejorar el conocimiento y competencias del personal tanto técnicas como de gestión. Clasificado como coste fijo.

Servicios externos/Consultoría: Costes por prestaciones de servicio de asesorías jurídicas, servicios de prevención ajenos, servicios tecnológicos y servicios de telecomunicaciones. Clasificado como coste fijo.

Impuestos y seguros: Impuestos locales y seguros relacionados con instalaciones y coches. Clasificado como coste fijo.

Alquileres instalaciones /Carretillas: Corresponden a alquileres de edificios y alquiler de carretillas para manipulación de contenedores. Clasificado como coste fijo.

Teléfono/Material de oficina: Son costes por uso de teléfono y material de oficina como papel, toners de impresora y cualquier objeto necesario de oficina. Clasificado como coste fijo.

Otros gastos generales: Costes para compra de elementos que no están clasificados en los apartados anteriores. Clasificado como coste fijo.

Costes de consorcio: Costes debidos a actividades que hace la central del grupo como I+D, ventas grupo, gestión de proyectos, expansión, ... Clasificado como coste fijo.

Resultado de explotación: Es la diferencia entre el Margen de cobertura industrial y los costes fijos.

Amortizaciones: Son la cuantificación de la depreciación de los activos tangibles como medios productivos, auxiliares e instalaciones generales utilizadas para la fabricación y funcionamiento de la planta.

Amortización lineal: Se amortizan los activos cada año a una cifra constante.

Alquileres: En este concepto se incluyen los costes de alquiler que la Holding cobra a la planta productiva por el uso de medios de fabricación propiedad del Holding.

Resultado ordinario: Es la diferencia entre el resultado de explotación y la suma de las amortizaciones y alquileres.

Resultado financiero: Es la diferencia entre los intereses e ingresos e intereses y gastos financieros.

Resultado total: Es igual a la diferencia entre resultado de explotación menos resultado ordinario y menos resultado financiero.

Otros resultados explotación (ingresos/gastos de explotación): En nuestro caso es cero ya que estos ingresos/gastos de explotación son los derivados de la compra de utillajes de soldadura que la planta productivas no tienen ya que son gestionados por el Holding.

Resultado extraordinario (ingresos y gastos extraordinarios): Posibles acuerdos con clientes y proveedores que no corresponden a la actividad propia de explotación de la planta pero que influyen en el Resultado Técnico de la misma como por ejemplo acuerdos por transporte, acuerdo por localización de medios productivos, ..

Resultado total III: Es el Resultado Técnico de la planta y es la diferencia entre margen de cobertura industrial menos los resultados de explotación, ordinario, financiero, otros resultados de explotación y resultados extraordinario.

Lean Manufacturing: Modelo de gestión que permite organizar y gestionar el desarrollo de operaciones, de manera que se utilicen menos recursos humanos, económicos, materiales, de espacio y tiempo cumpliendo con las necesidades de los clientes.

Value Stream Mapping (mapa de flujo de valor): Herramienta que permite visualizar un proceso, entender el flujo completo de información y operaciones necesarias para cumplir las necesidades y expectativas de los clientes.

KLT: Contenedor de plástico para embalaje y transporte de piezas de pequeño tamaño de diferentes tamaños.

7. Bibliografía

TRISCHLER, Willian E. *Mejora del valor añadido en los procesos*. Gestión 2000. Barcelona 2003

PÉREZ QUINTANA, Anna. *Contabilidad de gestión y el sistema coste variable: El análisis coste-volumen-beneficio*. Universidad de VIC 2011

CASTEJON, Joan Antoni. *Análisis económico financiero de inversiones*. Universidad de VIC 2012

DIEZ, Oliver, *Planificación estratégica a medio plazo para asegurar el éxito empresarial sostenible*. Pro Business GmbH 2011

8. Anexos

Anexo 1: Resultado Técnico Profitcenter de Planta Productiva

Ventas valor añadido precio transferencia	6.484	100 %
Coste de mano de obra directa	- 1.332	- 20,5 %
Coste de mano de obra indirecta	- 764	- 11,8 %
Coste de personal	- 2.096	- 32,3 %
Costes de consumibles y suministros	- 176	- 2,7 %
Coste de energía	- 158	- 2,4 %
Costes de reparación y mantenimiento	- 217	- 3,3 %
Otros costes variables	- 551	- 8,5 %
Total Costes de fabricación	- 2.647	- 40,8 %
Costes transportes y embalajes	- 237	- 3,7 %
Margen de cobertura industrial	3.600	55,5 %
Salarios administrativos	- 189	- 2,9 %
Retrabajos / Reclamaciones	- 50	- 0,8 %
Marketing y Gastos de viaje	- 6	- 0,1 %
Costes de formación	- 4	- 0,1 %
Servicios externos / Consultoría	- 76	- 1,2 %
Impuestos / Seguros	- 11	- 0,2 %
Alquileres instalaciones/Carretillas	- 357	- 5,5 %
Teléfono/ Material oficina	- 13	- 0,2 %
Otros gastos generales	- 2	- 0,0 %
Costes de consorcio grupo	- 986	- 15,2 %
Costes fijos	- 1.694	- 26,1 %
Resultado explotación	1.906	29,4 %
Amortizaciones	- 591	- 9,1 %
Alquileres	- 774	- 12 %
Resultado ordinario	541	8,3 %
Resultado financiero	- 51	- 0,8 %
Resultado total I	490	7,6 %
Otros resultados explotación	-	0%
Resultado total II	490	7,6 %
Ingresos extraordinarios	- 26	- 0,4 %
Gastos extraordinarios		
Resultado extraordinario	- 26	- 0,4 %
Resultado total III	464	7,2 %

Anexo 2: Cálculo Resultado Técnico de Profitcenter de producto

Productos	Ventas PT (M€)	MOD M€	MOI M€	Costes de Personal (ME)	Consum. y suminis M€	Energía M€	Repara y manteni M€	Costes variables (M€)	Costes de produc. (M€)	Transpor y embalaje (M€)	Margen de cobertura (M€)	Real MC %
H	1.004	-240	-97	-336	-27	-23	-29	-79	-415	0,0	589	16,4%
J	696	-114	-62	-175	-18	-18	-28	-64	-239	-16,0	441	12,2%
E	634	-115	-85	-199	-24	-21	-27	-72	-271	-148,0	215	6,0%
F	315	-41	-28	-68	-12	-16	-11	-39	-107	0,0	208	5,8%
A	258	-35	-32	-66	-6	-6	-10	-22	-88	-30,0	140	3,9%
C	252	-70	-38	-107	-6	-4	-5	-15	-122	0,0	130	3,6%
K	174	-52	-30	-81	-8	-7	-9	-24	-105	-43,0	26	0,7%
B	162	-35	-28	-62	-4	-2	-7	-13	-75	0,0	87	2,4%
D	65	-38	-20	-57	-2	-3	-5	-10	-67	0,0	-2	-0,1%
	6.485	-1.331	-765	-2.096	-176	-158	-217	-551	-2.647	-237,0	3.601	55,5%

Anexo3: Cálculo mano de obra directa Profitcenter producto

Productos	Ventas PT (M€)	Volumen coches cliente (1)	Volumen coches interno (2)	Producción piezas/hora PC (3)	Horas totales producción PC (4)	Turnos necesarios PC (1760 h/turno) (5)	Personas por proceso PC (6)	Personal MOD por PC (7)	MOD (M€)	MOD %
G	1.701	300.000	300.000	74,5	4.026,8	2,3	5,3	12,2	305	22,9%
I	1.224	200.000	166.000	55,0	3.018,2	1,7	6,7	11,4	286	21,5%
H	1.004	175.000	140.000	36,0	3.888,9	2,4	4,0	9,6	240	18,0%
J	696	95.000	80.750	19,7	4.099,0	2,5	1,8	4,5	114	8,5%
E	634	130.000	122.590	49,5	2.476,6	1,5	3,0	4,6	115	8,6%
F	315	88.000	72.160	54,5	1.324,0	0,8	2,2	1,7	41	3,1%
A	258	83.500	69.305	28,1	2.466,4	1,4	1,0	1,4	35	2,6%
C	252	160.000	132.800	26,8	4.955,2	2,8	1,0	2,8	70	5,3%
K	174	76.500	63.495	34,7	1.829,8	1,0	2,0	2,1	52	3,9%
B	162	65.300	54.199	22,0	2.463,6	1,4	1,0	1,4	35	2,6%
D	65	234.000	210.600	118,0	1.784,7	1,0	1,5	1,5	38	2,9%
	6.485								1.332	20,5%