



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Escola Tècnica
Superior d'Enginyeria
Informàtica



etsinf

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica
Universitat Politècnica de València

10 de junio de 2023

PROPUESTA EMPRESARIAL
**TRANSPORTE
AUTOMATIZADO
DE MATERIALES**

PROYECTO RII 1 | PR1-B06

Grado en Informática Industrial y Robótica

Autores/Autoras:

Marcos Belda Martínez | mbelmar@etsinf.upv.es

Lourdes Francés Llimerá | lfralli@epsa.upv.es

Carla Hidalgo Aroca | chidaro@etsii.upv.es

Tutores/Tutoras:

Genoveva Ortiz Masiá | georma@upv.es

Arturo Torres García | artorgar@omp.upv.es

Eduardo Vendrell Vidal | even@upv.es

RESUMEN

En este documento se define, desde un punto de vista empresarial, el proyecto de automatización planteado para la empresa Power Electronics, enfocado en mejorar el transporte de materiales y componentes ensamblados mediante el uso de robótica móvil. Se aborda el problema del transporte manual, que causa pérdida de tiempo y fatiga en los operarios, proponiendo vehículos autónomos como solución. Se analizan los beneficios esperados, como la reducción de errores y aumento de la producción, y se presenta un análisis coste-beneficio que justifica la inversión inicial y proyecta beneficios a largo plazo. Además, se describe la estructura del equipo, objetivos, el alcance, los entregables y la planificación del proyecto, incluyendo el uso de herramientas como diagramas de Gantt. También se aborda la gestión de costes y riesgos, destacando la importancia de la formación del personal y la supervisión continua para asegurar el éxito del proyecto.

Palabras clave: AMR, automatización, gestión, planificación, rentabilidad, robot móvil.

ABSTRACT

This document defines, from a business perspective, the automation project proposed for the company Power Electronics, focused on improving the transport of materials and assembled components through the use of mobile robotics. The problem of manual transport, which causes loss of time and fatigue in operators, is addressed by proposing autonomous vehicles as a solution. The expected benefits are analyzed, such as the reduction of errors and increased production, and a cost-benefit analysis is presented that justifies the initial investment and projects long-term benefits. In addition, the team structure, objectives, scope, deliverables and project planning are described, including the use of tools such as Gantt charts. Cost and risk management is also addressed, highlighting the importance of staff training and continuous supervision to ensure the success of the project.

Key words: AMR, automation, management, mobile robot, planning, profitability.



TABLA DE CONTENIDOS

1. PRESENTACIÓN	4
2. POWER ELECTRONICS	4
3. CASO DE NEGOCIO	13
3.1. RESUMEN EJECUTIVO.....	13
3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
3.3. VISIÓN GENERAL DEL PROYECTO	15
3.4. ALINEACIÓN DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	16
3.5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	16
3.6. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO Y FLUJOS DE CAJA	17
3.7. IMPACTOS	18
3.8. INTERESADOS DEL PROYECTO	18
4. MANUAL DE GESTIÓN DE PROYECTO	19
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	19
4.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	19
4.3. ALCANCE DEL PROYECTO	19
4.4. ESTRUCTURA DEL EQUIPO DE DESARROLLO E INTERESADOS DEL PROYECTO	20
4.5. ENTREGABLES DEL PROYECTO	20
4.6. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO	21
4.7. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	22
4.8. PLAN DE GESTIÓN DE PLAZOS	23
4.9. PLAN DE GESTIÓN DE COSTES	24
4.10. PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS.....	24
4.11. LECCIONES APRENDIDAS.....	25
5. CONCLUSIONES	25
6. BIBLIOGRAFÍA	26

1. PRESENTACIÓN

Este trabajo está orientado a mejorar la calidad y eficiencia de trabajo de la empresa *Power Electronics* al ofrecer una mejora en las condiciones de trabajo de los operarios.

Para la realización de este proyecto se ha seguido una metodología simple en la que se ha realizado una distribución equitativa de las tareas. Estas tareas, una vez finalizadas, eran revisadas y corregidas por el resto de los miembros del grupo.

Se han empleado diversas aplicaciones durante este proyecto:

- **Word**: principal aplicación en la que se han realizado las diferentes presentaciones anteriormente presentadas y donde se ha realizado esta tarea.
- **Excel**: empleada para la realización de tablas y cálculos.
- **PowerPoint**: utilizada para crear las diversas presentaciones que se han llevado a cabo durante la asignatura.
- **GanttProject**: con esta aplicación se ha realizado el diagrama de Gantt requerido en el manual de gestión.
- **Blender, SketchUP Free, GIMP**: empleadas para la realización del *layout*.
- **Sabi**: utilizada para recabar información sobre *Power Electronics*.
- **Discord**: con esta aplicación se ha podido mantener una comunicación constante a la hora de realizar el proyecto.

Una de las grandes dificultades del trabajo ha sido la gestión del tiempo. Esto se debe a que, debido a las diversas tareas que tenían que llevarse a cabo, mantener una buena organización y ritmo de trabajo se convirtió en una tarea difícil. Por otra parte, localizar los distintos precios del equipamiento, sus prestaciones y los datos de la empresa también resultó ser una tarea de cierta complejidad debido a que, como es de esperar, las empresas buscan proteger estos datos de sus competidores todo lo posible, haciendo estos trabajos de búsqueda bastante complicados.

Por último, se quiere agradecer la colaboración de empresas como *Power Electronics*, empresa que permitió que este proyecto fuese posible, *Robotnik* y *QH Tech*, las cuales, tras contactar con ellas, facilitaron las fichas técnicas y precios de los diversos productos empleados para este trabajo.

2. POWER ELECTRONICS

INTRODUCCIÓN

[Power Electronics](#) es una empresa privada cuya forma jurídica es de sociedad anónima unipersonal. La empresa se dedica a la fabricación y venta al por mayor de dispositivos electrónicos de potencia. Se

constituyó en 1987 por Don Abelardo Salvo Babiloni y fue la primera empresa en diseñar y fabricar un arrancador estático en España. En la actualidad, la firma se proclama primer fabricante de inversores solares para plantas fotovoltaicas y líder mundial en almacenamiento energético.



Figura 2.1: Instalaciones de *Power Electronics* en Llíria.

Power Electronics tiene una posición estratégica en la Comunidad Valenciana, con sede ubicada en [LLÍRIA, VALENCIA](#). Sus instalaciones cuentan con más de 100.000 metros cuadrados de superficie donde se han integrado todo tipo de mejoras buscando siempre asegurar la calidad de sus productos y servicios. La empresa ofrece sus productos a clientes en todos los continentes.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y DEL SECTOR

Power Electronics es una empresa especializada en la fabricación de productos de electrónica de potencia. Diseña, fabrica y distribuye una amplia gama de inversores y estaciones solares para la producción y el almacenamiento de energía, arrancadores electrónicos y variadores de velocidad, además de postes y estaciones de carga para todo tipo de vehículos eléctricos. En este momento es el cuarto fabricante a nivel mundial de inversores solares y el número uno en el continente americano^[1].

En el ámbito de la movilidad eléctrica ha lanzado tres líneas de producto: estaciones de carga rápida y ultrarrápida para vehículos eléctricos (incluyendo vehículos pesados); soluciones urbanas y para gestión de flotas; y soluciones domésticas y para aparcamientos de uso público^[2].

En cuanto al sector, la CNAE es la Clasificación Nacional de Actividades Económicas y asigna un código a cada actividad económica de las que se pueden realizar. Según la [CNAE 2009](#), estos son los códigos que corresponden a las actividades que la empresa está realizando.

Código primario:

4321 – Instalaciones Eléctricas

Códigos secundarios:

2841 – Fabricación de máquinas herramienta para trabajar el metal

2899 – Fabricación de otra maquinaria para usos específicos n.c.o.p.

PRINCIPALES FORMAS DE FINANCIACIÓN

Existen varios tipos de fuentes de financiación, estas pueden ser propias o ajenas. Tal y como se ha mencionado anteriormente, *Power Electronics* se trata de una empresa privada. La forma de captar fondos de la empresa por lo general es mediante la financiación privada.

Las fuentes de financiación ajenas son recursos propiedad de terceras personas. Estos han sido cedidos por terceros de manera temporal con unas fechas de devolución y en algunos casos con la obligación de pagar un interés en concepto de remuneración. Esto también es conocido por el nombre de préstamos. En la Figura 2.2 se muestran los préstamos recibidos de organismos públicos.

POWER ELECTRONICS ESPAÑA SL							
46160 LLIRIA (VALENCIA, ESPAÑA)		Código NIF		846419834			
Empresa privada		Fecha últimas cuentas		31/12/2021			
El Global Ultimate Owner de esta participada es POWER ELECTRONICS INTERNACIONAL SL							
Operaciones de financiación							
Préstamos sin garantía real							
Importe concedido	Pendiente largo plazo	Pendiente corto plazo	Pendiente total	Vencimiento	Tipo interés	Entidad	Descripción
	4.414	1.608	6.022				Préstamos recibidos de organismos públicos que corresponde a varios préstamos concedidos por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), SEPPIVA, Reindus y Ministerio de Industria para proyectos de investigación. Estos préstamos, cuya finalidad viene asociada a la financiación de actividades de I+D no devengan interés alguno o un interés cercano al 0%.
	80.967	14.230	95.197				Deuda agrupada de varios préstamos. Durante el ejercicio 2021, la Sociedad ha formalizado cuatro nuevos préstamos por un importe total de 100.000 miles de euros, con vencimiento en el ejercicio 2028 y sujetos a tipos de interés de mercado. Tal financiación ha sido parcialmente dispuesta para amortizar anticipadamente cuatro préstamos, uno de ellos ICO, obtenidos en el ejercicio 2020, por un importe total de 80.600 miles de euros, que vencían entre los años 2023 y 2027 y que se encontraban sujetos a tipos de interés de mercado.
Todos los montos en miles de EUR							

Figura 2.2: Operaciones de financiación en referencia a los préstamos.

POWER ELECTRONICS ESPAÑA SL							
46160 LLIRIA (VALENCIA, ESPAÑA)		Código NIF		846419834			
Empresa privada		Fecha últimas		31/12/2021			
El Global Ultimate Owner de esta participada es POWER ELECTRONICS INTERNACIONAL SL							
Subvenciones							
Organismo	Tipo	Año	Importe	Importe ejercicio	Importe pendiente	Descripción	
COMUNITAT VALENCIANA - SECRETARIA AUTONOMICA DE ECONOMIA SOSTENIBLE, SECTORS PRODUCTIVOS, COMERCI I CONSUMO COMUNITAT VALENCIANA - SECRETARIA AUTONOMICA DE ECONOMIA SOSTENIBLE, SECTORS PRODUCTIVOS, COMERCI I CONSUMO	Industria y energía	2021	1.000.000			Concesión a Power Electronics España, S.L. Impulso a Proyectos Industriales Estratégicos: Almacenamiento energético - Concesión a Power Electronics España S.L. Impulso a Proyectos Industriales Estratégicos Almacenamiento energético - Web: https://dogr.gva.es/datos/2020/12/31/pdf/2020_11398.pdf	
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO - ESTADO - MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	Investigación, desarrollo e innovación	2021	12.840			Subvenciones para el fomento de las patentes y modelos de utilidad españoles y en el exterior de la Oficina Española de Patentes y Marcas, O.A. - Orden ICT/677/2019, de 17 de junio, por la que se establecen las bases reguladoras de la concesión de subvenciones para el fomento de las solicitudes de patentes y modelos de utilidad por la Oficina Española de Patentes y Marcas, O.A. - Web: https://www.boe.es/boe/dias/2019/06/21/index.php?n=5250	
COMUNITAT VALENCIANA - AGENCIA VALENCIANA DE LA INNOVACION - COMUNITAT VALENCIANA - AGENCIA VALENCIANA DE LA INNOVACION	Investigación, desarrollo e innovación	2021	97.823			Consolidación de la cadena de valor empresarial - DECRETO 9/2018 por el que se establecen las bases reguladoras para la concesión de ayudas en materia de fortalecimiento y desarrollo del SVE - Web: http://www.dogr.gva.es/datos/2018/06/07/pdf/2018_5565.pdf	
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACION - ESTADO - MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACION	Investigación, desarrollo e innovación	2021	104.486			Orden de 19 de abril de 2021 por la que se aprueba la convocatoria 2021 de ayudas a proyectos de investigación en líneas extranjeras, en colaboración público-privada. - Orden ECC/1780/2013, de 30 de septiembre, por la que se aprueban las bases reguladoras para la concesión de ayudas públicas del Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal 2013-2016 - Web: https://www.boe.es/boe/dias/2013/09/30/pdf/BOE-A-2013-10259	
Todos los valores en EUR							

Figura 2.3: Subvenciones más elevadas del año 2021.

En cuanto a las fuentes de financiación propias, estas hacen referencia a los recursos que son propiedad de los socios de la empresa. Son los aportados por los socios de la empresa (capital), los generados por la empresa y no repartidos (reservas) y los aportados por terceros que no tienen la obligación de devolución (subvenciones). En referencia a estos últimos, vemos que la compañía cuenta con una gran ayuda de subvenciones del estado, y de otras instituciones públicas. En la Figura 2.3 se muestran algunas subvenciones de los últimos años disponibles en el Sabi, pero en el siguiente documento puedes consultar toda la información al respecto sobre las [subvenciones de Power Electronics.pdf](#).

MISIÓN, VISIÓN Y VALORES

MISIÓN

“Nuestra misión es que las nuevas generaciones no tengan que preocuparse por la contaminación.”

VISIÓN

“La compañía aspira a ser líder en España en electrónica de potencia, estar entre los cinco mayores fabricantes europeos y estar entre los diez mayores fabricantes a nivel mundial. Con este objetivo hace especial hincapié en la potenciación de su Centro de Investigación Tecnológica, uno de los mayores laboratorios de investigación en electrónica de potencia del mundo y único en España.”

VALORES

Excelencia:

“Nuestra meta es alcanzar la máxima calidad, mejorando de forma continua los procesos productivos de todos nuestros productos.”

Sostenibilidad:

“Nos mueve un firme compromiso con el medio ambiente. El uso de energías renovables y el aumento de eficiencia energética son objetivos prioritarios en el desarrollo de nuestras líneas de producto.”

Flexibilidad:

“Power Electronics se adapta a cualquier necesidad de cada cliente y proyecto. Garantizamos asesoramiento, asistencia técnica y formación continua y personalizada.”

Innovación:

“Los productos de Power Electronics cuentan con la última tecnología enfocada a mejorar su eficiencia, durabilidad y funcionamiento.”

DISTRIBUCIÓN DE LOS EMPLEADOS

Según los datos más recientes, que datan del año 2021, *Power Electronics* consta de un total de 2.122 trabajadores, de los cuales 426 son mujeres y 1.696 son hombres. Se puede apreciar que a medida que el tiempo avanza las contrataciones aumentan, consultar Figura 2.4. A excepción del año 2020, donde seguramente hubo una disminución de empleo debido a la situación de crisis provocada por el COVID-19, si se observan los datos, la tendencia es de crecimiento por lo que podemos imaginar que los datos del 2022 serán más elevados que en el 2021 y que, en el año 2023, acabarán todavía con cifras más elevadas.

	2021		2020		2019		2018		2017	
	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
Técnicos y profesionales, científicos e intelectuales de apoyo							26	225	10	109
Empleados de tipo administrativo							12	17	14	17
Comerciales, vendedores y similares							1	14	1	3
Resto personal cualificado							12	64	13	69
Trabajadores no cualificados							95	695	20	459
Distribución	426	1.696	232	1.184	323	1.706	146	1015	58	657
Empleados totales	2122		1416		2029		1161		715	

	2016		2015		2014		2013		2012	
	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
Técnicos y profesionales, científicos e intelectuales de apoyo	5	89			8	80	6	61		
Empleados de tipo administrativo	14	13			11	10	10	30		
Comerciales, vendedores y similares	1	2			1	2		9		
Resto personal cualificado	6	51			5	15	1	38		
Trabajadores no cualificados	25	475			5	288	3	97		
Distribución	51	630	38	515	30	395	20	235	13	163
Empleados totales	681		553		425		255		176	

	2011		2010		2009	
	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
Técnicos y profesionales, científicos e intelectuales de apoyo			2	22	3	16
Empleados de tipo administrativo			5	4	5	4
Comerciales, vendedores y similares				12	6	34
Resto personal cualificado			2	73		
Trabajadores no cualificados				6		5
Distribución	10	105	9	117	14	59
Empleados totales	115		126		73	

Figura 2.4: Distribución de empleados en POWER ELECTRONICS ESPAÑA SL.

En 2019 se llevó a cabo la inauguración de las nuevas instalaciones en Llíria, las actuales de la compañía. Las nuevas instalaciones propiciaron que los empleados de 2019 acabaran casi duplicando a los del año anterior. Asimismo, el cambio que supuso la introducción de sus nuevas instalaciones también lo podemos apreciar en otros aspectos que se mencionarán varios apartados más adelante.

Un tema interesante que vale la pena mencionar es la brecha de género. Año tras año, la cifra de hombres siempre supera a la de las mujeres. Es cierto que la diferencia con el paso de los años se ha ido acortando, como interpretar en la Figura 2.5, la contratación de mujeres ha crecido con más rapidez comparándola con la de los hombres, aunque las últimas cifras (2021) muestran que los hombres todavía son mayoría, casi llegando a cuadruplicar la cantidad de mujeres contratadas.

	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009
hombres / mujer	3,98	5,10	5,28	6,95	11,33	12,35	13,55	13,17	11,75	12,54	10,50	13,00	4,21

Figura 2.5: Cantidad de hombres por mujer que trabajan en POWER ELECTRONICS ESPAÑA SL.

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

POWER ELECTRONICS INTERNACIONAL SL es el *Global Ultimate Owner* de *POWER ELECTRONICS ESPAÑA SL*. *Global Ultimate Owner* (GUO) es la persona o entidad en la parte superior de la estructura de propiedad corporativa. *POWER ELECTRONICS INTERNACIONAL SL* a su vez es GUO de 23 empresas más por todo el mundo, consultar Figura 2.6.

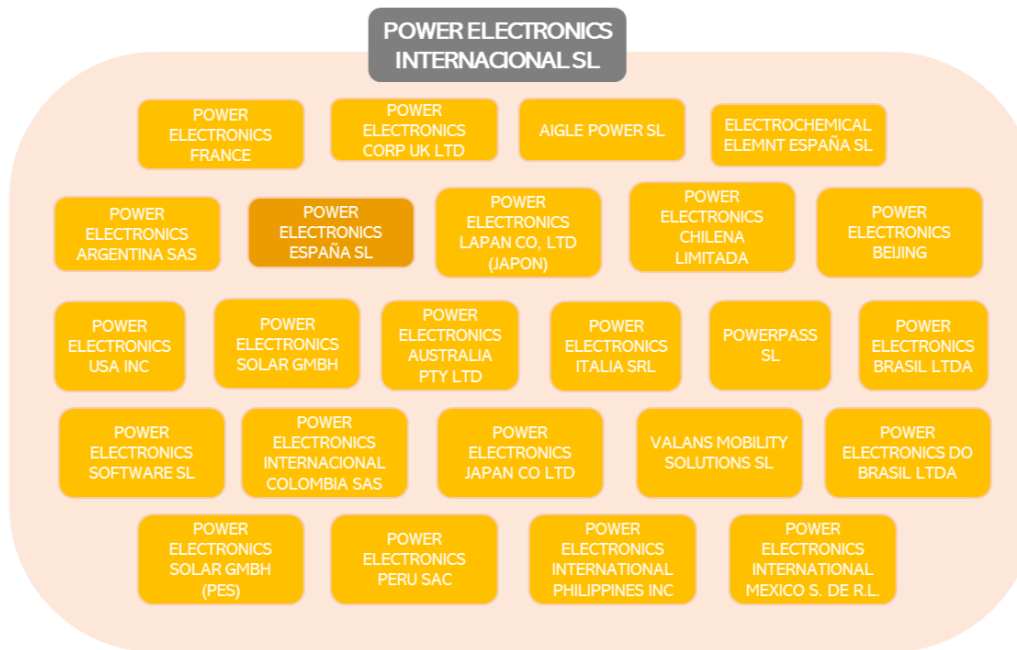


Figura 2.6: Propiedades de *POWER ELECTRONICS INTERNACIONAL SL*.

En la Figura 2.7, se muestra la estructura de la propiedad *POWER ELECTRONICS ESPAÑA SL*. Podemos apreciar tiene un único GUO por encima, *POWER ELECTRONICS INTERNACIONAL SL*. Esta empresa es la accionista mayoritaria con el 100% de las acciones, por lo que las decisiones que quieran tomarse en *POWER ELECTRONICS ESPAÑA SL* deberán ser ratificadas por *POWER ELECTRONICS INTERNACIONAL SL*.

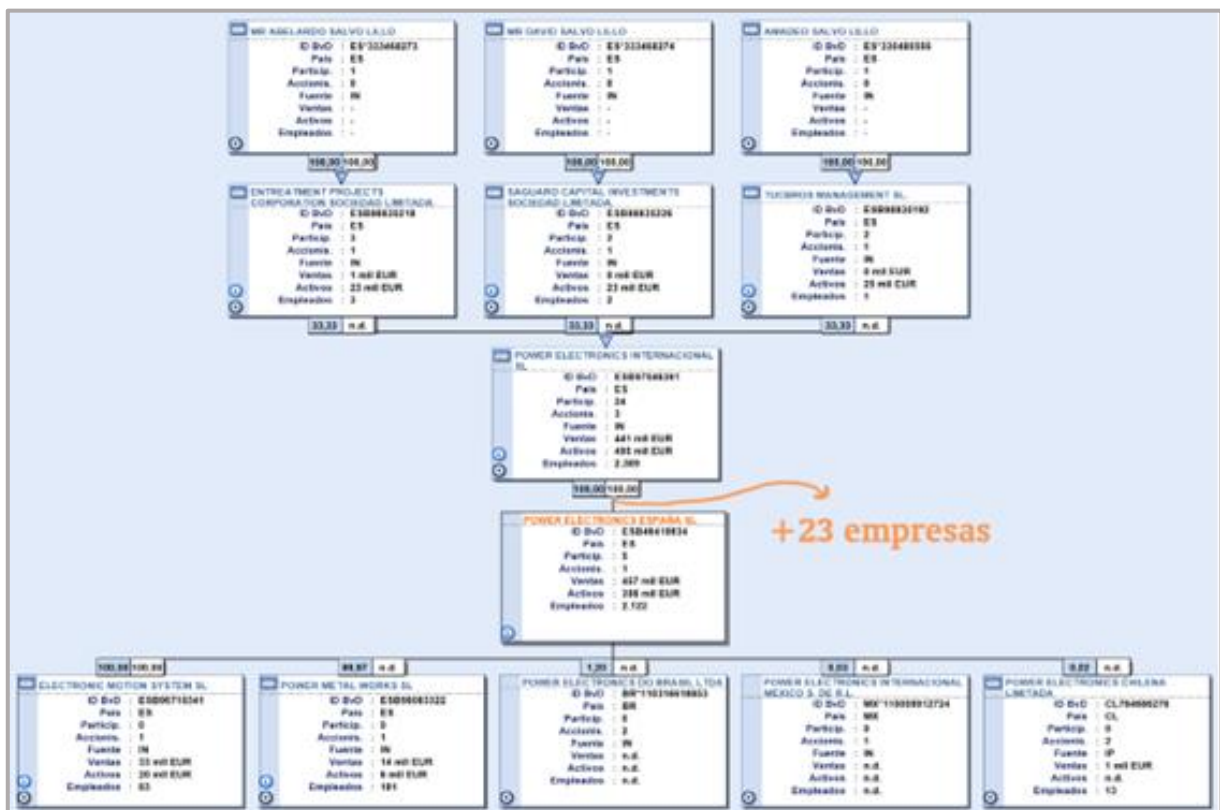


Figura 2.7: Estructura de la propiedad *POWER ELECTRONICS ESPAÑA SL*.

POWER ELECTRONICS INTERNACIONAL SL tiene tres GUO, quienes tienen repartidas de forma equivalente el 100% (33,33% cada empresa) las acciones de la compañía.

- *ENTREATMENT PROJECTS CORPORATION SL*, director ejecutivo: Abelardo Salvo Lillo.
- *SAGUARO CAPITAL INVESTMENTS SL*, director ejecutivo: David Salvo Lillo.
- *TUCBROS MANAGEMENT SL*, director ejecutivo: Amadeo Salvo Lillo.

Actualmente los tres directivos están al frente de *Power Electronics*, por lo que ellos son los que toman las decisiones más importantes de la empresa. Los tres son hijos de Don Abelardo Salvo Babiloni, fundador de la compañía en 1987.

RECURSOS DE LA EMPRESA E INVERSIONES RECIENTES

INSTALACIONES, DENTRO Y FUERA DE LAS FRONTERAS

En 2019 se llevó a cabo la inauguración de las nuevas instalaciones en Llíria, las actuales de la compañía. Anteriormente la sede se encontraba en el Parque Tecnológico de Paterna. Estas instalaciones cuentan con restaurante, gimnasio y otros espacios para fomentar el bienestar de los trabajadores. Esta gran inversión ha supuesto un gran coste inicial para la compañía, cerca de unos 50 millones de euros según informó la empresa a la revista Economía 3. Esta inversión inicial posteriormente se vería recompensada al cabo de los años. Las nuevas instalaciones propiciaron que los empleados de 2019 acabaran casi duplicando a los del año anterior. Asimismo, el cambio que supuso la introducción de sus nuevas instalaciones también lo podemos apreciar en otros aspectos como el considerable aumento desde 2019 de los Ingresos de Explotación, consultar Figura 2.8, y en el Activo Total, consultar Figura 2.9.

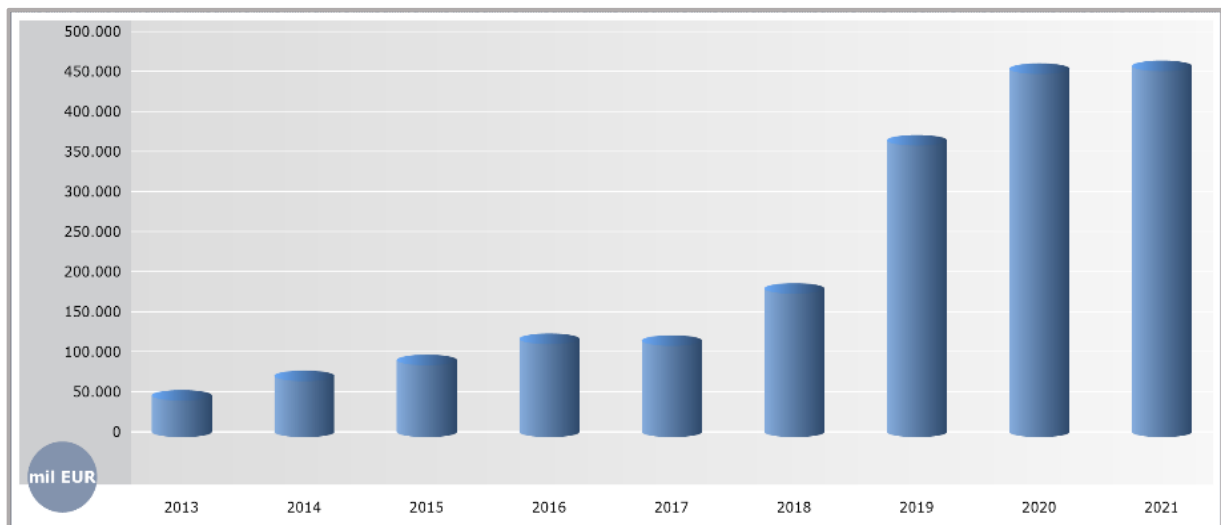


Figura 2.8: Evolución de una variable clave: Ingresos de explotación (2013 - 2021).

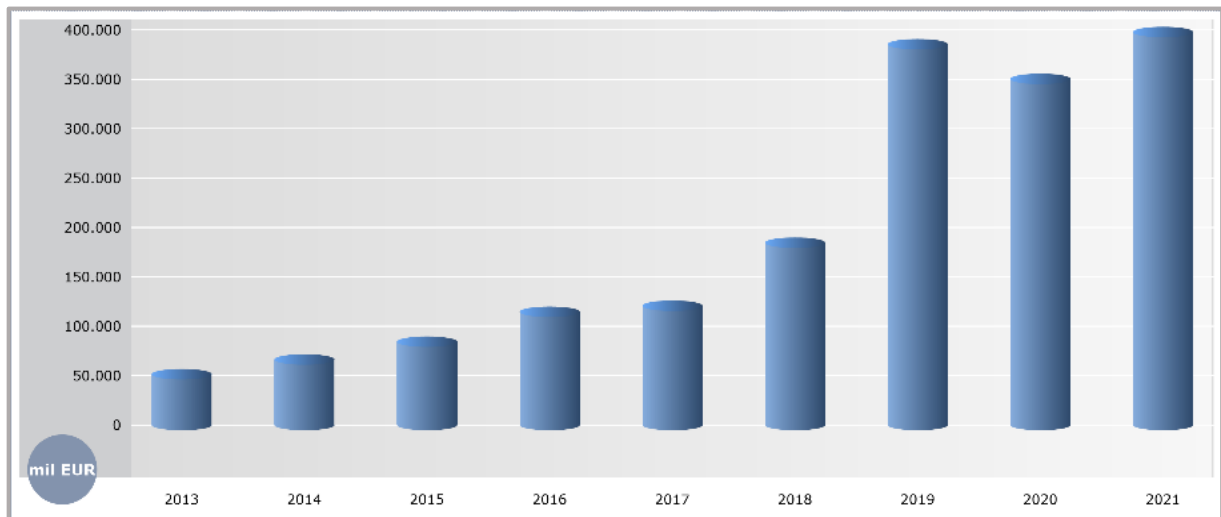


Figura 2.9: Evolución de una variable clave: Total Activo (2013 - 2021).

Las instalaciones en Lliria cuentan con más de 100.000 metros cuadrados de superficie donde se han integrado todo tipo de mejoras buscando siempre asegurar la calidad de sus productos y servicios. Actualmente cuentan con más de 2.122 trabajadores y esta cifra seguirá creciendo. Además de la sede en España, *Power Electronics* cuenta con otras dos importantes instalaciones fuera de Europa como las instalaciones que tienen en Australia, y en Estados Unidos. En los últimos años las ventas en el extranjero han ido en aumento, solo tenemos que fijarnos en el dato de que el 84% de las exportaciones son dirigidas a países como Australia, EE.UU., Filipinas, México y Reino Unido. Debido a este aumento de ventas es importante que una empresa como *Power Electronics* amplie sus fronteras cada vez más para así poder abastecer más lugares en todo el mundo.

“Estados Unidos es nuestra gran apuesta para el año que viene. Sin embargo, estamos creciendo en todos los países, especialmente en México, Australia y Nueva Zelanda. En Japón también tenemos expectativas pese a las barreras tecnológicas y culturales.”

RECURSOS CLAVE

Power Electronics es una empresa que fabrica variadores de velocidad, arrancadores electrónicos y filtros activos que van enfocados a la industria, industrias como agua, minería, etc. Eso en la parte industrial.

En la parte solar, se dedican a hacer inversores solares fotovoltaicos para plantas fotovoltaicas a gran escala, que tienen mucho éxito en EE.UU., Reino Unido, Chile, entre otros países. Pero *Power Electronics* no solo hace el producto, también da un servicio y el principal es [Power On Support](#). Las grandes empresas tienen un punto débil y ese es el servicio. Sin embargo, *Power Electronics*, con ese carácter familiar y de ayudar al cliente en cualquier situación, hace que esta empresa no sea sólo fabricante de productos, sino que da un servicio completo en todo el ciclo del producto.

“Tenemos tanta fidelidad con nuestros clientes de siempre porque se siente cómodos trabajando con nosotros, ya que saben que en cualquier momento que pase algo vamos a estar ahí ayudándoles.”

INDICADORES ECONÓMICOS

La rentabilidad económica es un indicador básico para juzgar la eficiencia en la gestión empresarial, porque es el comportamiento de los activos, con independencia de su financiación, lo que determina

con carácter general que una empresa sea o no rentable en términos económicos. Cuanto más elevado es el rendimiento mejor, porque indicará que se obtiene más productividad del activo. En la Figura 2.10 vemos que durante los últimos años la rentabilidad económica ha sido positiva en todos los ejercicios. El dato que más destaca es el de 2016, donde la rentabilidad económica nos indica que de cada 100 € que ha invertido la empresa ha obtenido un beneficio antes de intereses e impuestos de 23,71 €. A partir de 2016 la rentabilidad económica fue bajando hasta que en 2021 volvió a subir a valores más cercanos a la media.

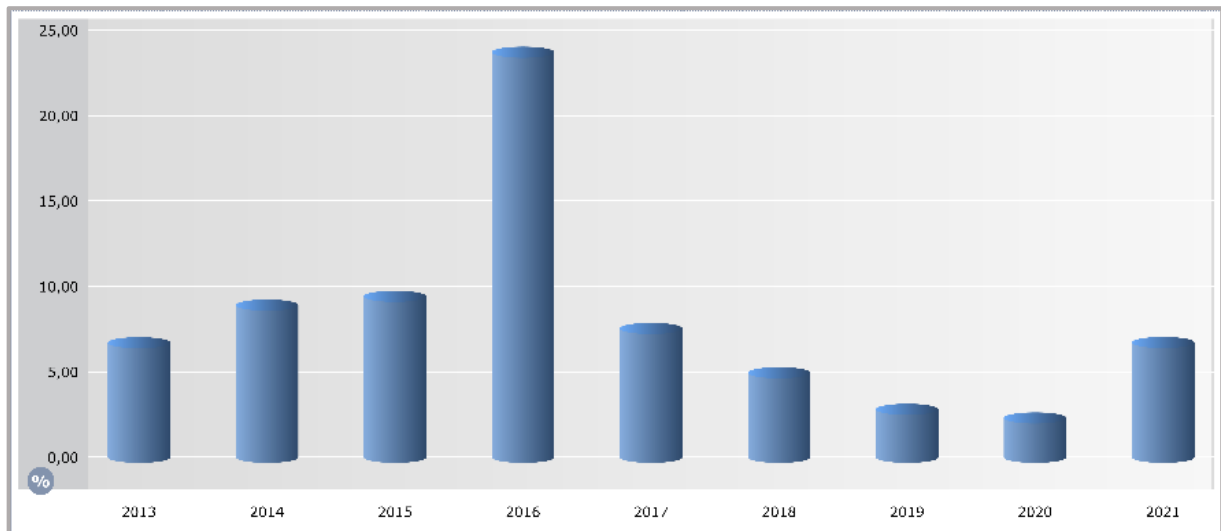


Figura 2.10: Evolución de una variable clave: Rentabilidad económica (%) (2013 - 2021).

Otro dato de interés es la rentabilidad financiera. Esta representa la capacidad de los fondos propios para generar beneficios. Como mínimo la rentabilidad financiera ha de ser positiva e igual o superior a las expectativas que tengan los propietarios del negocio. Para ser objetivos conviene utilizar el coste de oportunidad como medida comparativa, e invertir en el negocio con mejores expectativas de generar beneficios. En la Figura 2.11 vemos que los socios fueron bastante elevados en 2016, cuando la rentabilidad económica también lo era, pero vemos que en 2021 se ha incrementado respecto a años anteriores, rozando casi el 50% y sin que la rentabilidad económica sea tan elevada.

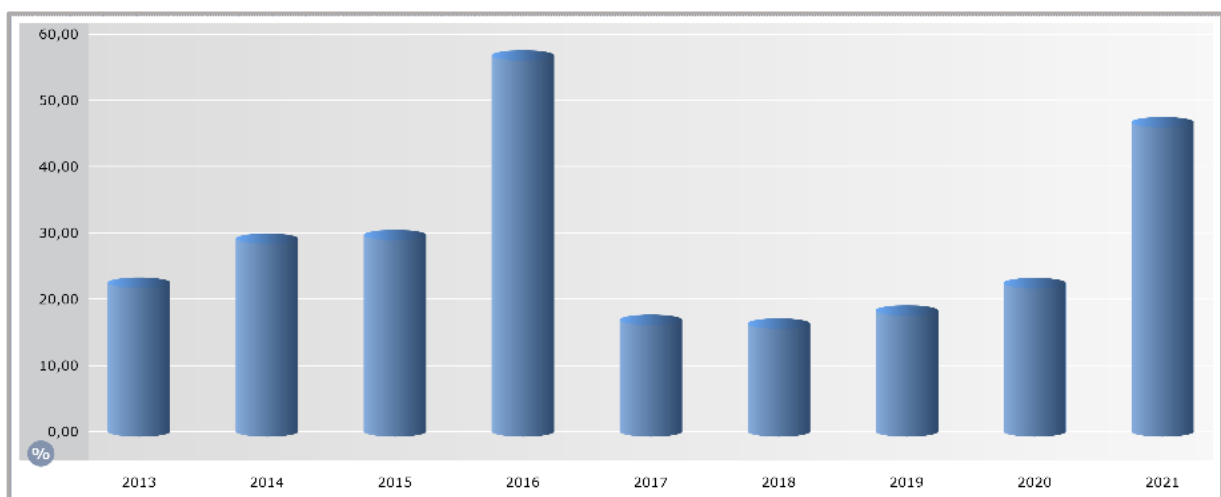


Figura 2.11. Evolución de una variable clave: Rentabilidad financiera (%) (2013 - 2021).

BUSINESS MODEL CANVAS



Figura 2.12. Business Model Canvas de *Power Electronics*.

3. CASO DE NEGOCIO

3.1. RESUMEN EJECUTIVO

El problema que se quiere atender es el del transporte de componentes y materiales en la zona de montaje de los cargadores pequeños.

En *Power Electronics*, actualmente, se realiza este transporte mediante el uso de unas mesas móviles que son empujadas manualmente por los operarios. Estas llevan los componentes pesados hasta los puestos de montaje de los cargadores pequeños y también transportan los cargadores sin montar hasta las mesas de montaje. Una vez finalizado el montaje, los cargadores montados se llevan a la zona de revisión.

El transporte de estos materiales de forma manual supone una pérdida de tiempo a la hora de producir los cargadores ya que implica que los trabajadores pierdan su tiempo desplazando a las siguientes etapas el producto. A veces, supone que más de un trabajador tenga que dejar su puesto para poder cargar los materiales más pesados. Por tanto, puede llegar a suponer la pérdida de varios minutos a lo largo del montaje de un cargador

Además, este proceso causa que el operario acumule cansancio al tener que realizar esfuerzos físicos elevados tales como levantar y transportar un cargador montado de 35 kg. Este cansancio produce una disminución continua de la eficiencia del trabajador, el cual puede acabar reduciendo su ritmo de trabajo a la mitad del inicial y, a su vez, puede suponer un aumento significativo en la probabilidad de que el operario falle o realice erróneamente una tarea.

Por todo esto, se propone el uso de unos vehículos de transporte automatizados que sustituyan a los trabajadores en la labor de empujar las mesas móviles de transporte de materiales y cargadores. Estos robots se encargarían de recoger las mesas cargadas con los materiales pesados y los cargadores no montados y llevarlos a la zona de trabajo. También se encargarían de transportar los cargadores una vez montados a la zona de revisión.

Con esta automatización se evitaría que el trabajador detenga su montaje al tener que ayudar a otro compañero, ahorrando así en muchos casos incluso 2 o 3 minutos. Además, se lograría reducir la fatiga del personal, lo que les permitiría trabajar más rápido y, probablemente, con menos fallos, produciendo en muchos casos incluso el doble de rápido de lo que lo harían si estuviesen fatigados. Con esto, se podría pasar de los 30-45 minutos de montaje actuales a los 25-30 minutos y se reduciría, como se ha mencionado, la cantidad de fallos, pasando, en un caso hipotético, de un 20% de probabilidades de fallar a mitad de jornada a un 5%.

Por último, durante el desarrollo de esta propuesta de automatización, se pudo observar su compatibilidad con el trabajo realizado por el grupo B5-BIS, el cual proponía una mejora en el proceso de montaje mediante la implementación de *cobots* que ayudasen con el montaje de los cargadores pequeños. A la hora de realizar el *layout* se comentará directamente un diseño de planta conjunto que implementa tanto la mejora de transporte como la de montaje, aunque para el resto del trabajo no se tendrá en cuenta la parte del montaje debido a que todo lo referente al mismo será explicado en el trabajo del grupo B5-BIS. En este trabajo se considerarán solamente todas aquellas actividades relacionadas con el transporte del proyecto conjunto excepto en el apartado del *layout* y el presupuesto, que serán apartados conjuntos y comunes en ambos grupos.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La propuesta de los vehículos automáticos soluciona un problema en el proceso del transporte de componentes desde la zona de almacenamiento a la de montaje de los cargadores y desde la zona de montaje a la de revisión.

Los trabajadores de la empresa, en la actualidad, pierden tiempo de montaje yendo a por los materiales y recogiendo el propio cargador, a veces con la ayuda de otro compañero de montaje, el cual también debe detener su proceso. Este proceso de transporte hace que los operarios experimenten una fatiga significativa que se acumula durante la jornada y produce que sean más propensos a errores.

Este proyecto no modificaría demasiado la estructura de la empresa ni los procesos, aunque sí supondría una modificación del software. Al ser una mejora del proceso de transporte que no afecta directamente al proceso de montaje, no implicaría el despido de ningún operario, aunque sí aumentaría mínimamente la producción como se ha mencionado anteriormente.

Además, la aplicación propuesta no requiere de una gran zona de trabajo, por lo que no sería necesario mover la producción a otra área de la planta, simplemente modificar la zona ya establecida incluyendo el equipamiento necesario para la automatización. Esta modificación supondría, por ejemplo, retirar las mesas y zonas de almacenaje de material grande actuales para implementar las mesas que el robot transportaría. Pero, por ejemplo, el robot ya tendría su zona de movimiento especificada gracias a las rutas de desplazamiento señalizadas de la empresa y solo requeriría de una

zona para los cargadores en la zona de almacenes y una zona de estacionamiento en el área de revisión de cargadores.

3.3. VISIÓN GENERAL DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN

El proyecto es una actualización de las instalaciones de manera que el tiempo de montaje de los cargadores pequeños se vea reducido por la mejora en la calidad de trabajo de los empleados y el transporte de cargadores y materiales se vea mejorado tanto en tiempo como en calidad ya que será todo semiautomático. De esta manera se lograría que los trabajadores se centren en las tareas de montaje y no en otras, concentrando su atención y consiguiendo mejores resultados en menos tiempo.

PREMISIAS

Se asume que la empresa está pensando en automatizar el proceso de montaje de los cargadores, así como que hay poco espacio, poco presupuesto y necesidad de agilizar el proceso.

El tema del espacio, como se ha mencionado anteriormente, no supone ningún problema ya que no se emplea mucho más espacio que en la actualidad.

Se asume como otra premisa que, como este proceso no es el único ni el más importante que lleva a cabo la empresa, la mejora debe traer grandes beneficios con poco esfuerzo y poco gasto para que sea factible.

RESTRICCIONES

Como se ha expuesto en las premisas, las restricciones tendrán que ver con el espacio y el presupuesto con el que se cuenta para la mejora. Los trabajadores también podrían suponer una restricción si no prestan atención a las condiciones de uso de los robots que se colocarán en la mejora o si dificultan el trabajo del mismo (aunque que esto ocurra es poco probable debido a que la automatización supone la formación de los trabajadores involucrados en la misma).

OBJETIVOS E INDICADORES DE ÉXITO

El objetivo final es lograr que los operarios trabajen en mejores condiciones que faciliten su trabajo y, gracias a ello, reduzcan el tiempo de montaje y la cantidad de fallos producidos. Aunque para lograr una aproximación más cercana a los porcentajes sería necesario un estudio del caso en profundidad, se han supuesto unos indicadores próximos a lo que se estima que debería lograrse.

Con este proceso se reduciría la fatiga del trabajador hasta un 50% al terminar la jornada laboral, esto produciría una disminución de los fallos de un 25%.

Para finalizar, supondría un aumento de la producción de aproximadamente un 6%, número que, aun no siendo muy elevado, si se tiene en cuenta que no es una modificación del proceso de montaje en sí, supone un aumento en las ventas significativo tanto a corto plazo (un año) como a largo plazo (10 años).

3.4. ALINEACIÓN DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Power Electronics prioriza la salud y bienestar de sus trabajadores fomentando la realización de actividades deportivas y difundiendo la alimentación saludable entre estos con tal de reducir las bajas por enfermedad y ansiedad en la organización. Por ello, el uso de los vehículos automatizados ayudaría a estar más cerca de lograr este objetivo al evitar que los trabajadores realicen sobreesfuerzos y se lesionen.

Otra de sus metas es la de ampliar la infraestructura mejorando a su vez la tecnología para prestar un mejor servicio y aumentar la eficiencia de los procesos. En este caso, el proyecto de los AMR tiene como objetivo agilizar la producción y reducir el espacio ayudando así a estar un paso más cerca de este objetivo.

3.5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

A la hora de plantear procesos susceptibles a la automatización se dieron dos casos: el transporte de materiales grandes y cargadores que son transportados por los trabajadores mediante mesas móviles y la forma de obtener los materiales pequeños de los operarios.

La segunda opción fue descartada tras consultar con los trabajadores de la zona si este proceso era eficiente tal y como estaba y descubrir que, según los operarios, era la forma más conveniente para acceder a los mismos sin perder tiempo. Por ello, se decidió continuar con la idea centrada en el transporte.

Al momento de aportar ideas, lo primero que surgió fue la idea de unos robots móviles que realizasen el transporte de forma automatizada de los componentes hasta la mesa de los operarios, donde estos tendrían que coger los materiales y dejarlos donde correspondiese.

Esta idea estaba más cerca de lo deseado, aunque que el trabajador tuviese que levantar hasta la mesa o dejar en el suelo los componentes continuaba sin solucionar el problema de la fatiga de los operarios.

Por ello, se planteó que la mesa del operario y la zona de almacenaje de los componentes en el área de montaje fuesen transportadas por el AMR desde el principio mediante unas estanterías adecuadas al trabajo. Fue así como se llegó a la conclusión de que lo más efectivo sería el uso de vehículos automatizados con estanterías con sistema de anclaje para transportar los componentes grandes y cargadores.

Además, al compartir ideas de proyectos con algunos compañeros, se llegó a la conclusión de que, tanto este proyecto como el del B5-BIS, al modificar el mismo proceso y no solaparse, podían implementarse como una sola automatización. Con esto se llegó a la idea de unir la propuesta del grupo mencionado de mejorar la zona de montaje incluyendo una cinta transportadora y *cobots* a la propuesta realizada en este trabajo de transportar mediante AMR los componentes manipulados en la zona de montaje.

3.6. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO Y FLUJOS DE CAJA

Este proyecto tendría distintos costes iniciales:

- Para comenzar, aunque esto será mejor explicado en la propuesta técnica, la compra tanto de los AMR como de las baterías y estanterías supondrá un coste de aproximadamente 56.000 €.
- La instalación de esta automatización (configuración del AMR, instalación de la base de carga, etc.) supondrá un coste aproximado de 400 €.
- Además, la formación del personal supondrá un coste aproximado de 2000 €.

INVERSIÓN INICIAL	
COSTE	
EQUIPAMIENTO	56.000 €
INSTALACIÓN	400 €
FORMACIÓN	2.000 €
TOTAL	58.400 €

Figura 3.1. Resumen de la inversión inicial.

Con esto se puede mostrar que la inversión inicial será de aproximadamente 58.400 €.

Esta propuesta, por otra parte, supondrá un leve aumento en la cantidad de cargadores realizados. Teniendo en cuenta que en la actualidad se producen aproximadamente 6 u 8 cargadores diarios, con esta automatización se podría alcanzar la cantidad de entre 11 y 12 cargadores por día laboral. Suponiendo este aumento, se podrían llegar a fabricar más de 720 cargadores extra anualmente (sin contar los meses de vacaciones).

Asumiendo un precio de venta medio de los cargadores pequeños de unos 1.000 €, se logrará un aumento de los ingresos anuales de aproximadamente 230.000 €.

Suponiendo que el coste del mantenimiento de los AMR crea un coste semestral de 450 €, es decir, un coste anual de 900 €, se puede concluir que la automatización, en su primer año de implantación, supondrá un beneficio de 170.700 €.

	CARGADORES MONTADOS	DÍAS LABORALES	PRECIO DE VENTA	VENTAS ANUALES	MANTENIMIENTO	INVERSIÓN INICIAL
PRODUCCIÓN ACTUAL	10	230	1.000 €	2.300.000 €		
1er AÑO	11	230	1.000 €	2.530.000 €	900 €	58.400 €
2o AÑO	11	230	1.000 €	2.530.000 €	900 €	
3er AÑO	11	230	1.000 €	2.530.000 €	900 €	

Figura 3.2. Previsualización de los gastos y beneficios

* En este apartado no se están teniendo en cuenta los costes de la implementación del proceso realizado por el grupo B5-BIS, aun así, teniendo en cuenta que el presupuesto conjunto que se muestra en la propuesta técnica es de aproximadamente 255.000 €, se puede estimar que, aunque en el primer año se producirían pérdidas, a partir del segundo año se podrían contemplar beneficios de entre 180.000 € y 250.000 € anuales.

FLUJO DE CAJA	VENTAS EXTRA	BENEFICIO EXTRA
2.300.000 €		
2.470.700 €	230.000 €	170.700 €
2.529.100 €	230.000 €	229.100 €
2.529.100 €	230.000 €	229.100 €

Figura 3.3. Previsualización del flujo de caja.

	INVERSIÓN INICIAL
PRODUCCIÓN ACTUAL	
1er AÑO	255.000 €
2o AÑO	25.900 €
3er AÑO	

Figura 3.4. Previsualización de los gastos y beneficios conjuntos.

FLUJO DE CAJA	VENTAS EXTRA	BENEFICIO EXTRA
2.300.000 €		
2.274.100 €	230.000 €	-25.900 €
2.529.100 €	230.000 €	203.200 €
2.529.100 €	230.000 €	229.100 €

Figura 3.5. Previsualización del flujo de caja conjunto.

3.7. IMPACTOS

Además del beneficio económico, este proyecto impactaría a la empresa de otras formas. Como se ha explicado anteriormente, el transporte automático de los componentes evitaría sobrecargar físicamente al trabajador y reducir su fatiga. Además, no se eliminarían puestos de trabajo. Todo esto haría que el personal se mantuviese más motivado y contento gracias a la mejora en la calidad de trabajo y, por tanto, mejoraría el ambiente de trabajo.

Por otra parte, como impacto negativo o contra-beneficio, podríamos poner que, debido a que trabajan de forma autónoma, el fallo en el sistema de alguno de los AMR o por parte del personal podría suponer un accidente laboral y lesionar a algún trabajador. Aun así, ya que, como se explicará en el apartado de normativa y seguridad de la propuesta técnica, la velocidad de los robots estará limitada, haciendo bastante difícil que se dé el caso de que se produzcan esta clase de accidentes.

3.8. INTERESADOS DEL PROYECTO

Los interesados del proyecto serían todos aquellos que van a trabajar con los vehículos automáticos de una forma u otra y todos aquellos a los que les afecta que esta automatización se lleve a cabo.

Se puede empezar por aquellos que se ven involucrados en el proceso que se lleva a cabo antes de la implementación como la propia empresa de *Power Electronics* como principal interesada. Esto se debe a que el proyecto sería implementado en sus fábricas y financiado por ellos, por lo que su interés por que el proyecto progrese adecuadamente será muy superior al resto de interesados. También serán aquellos que obtengan el beneficio final de todo el proceso. Otros interesados serán *Robotnik* y *QH Tech*, los cuales proporcionarán los componentes necesarios para la implementación del proyecto, siendo *Robotnik* la proveedora de los AMR y *QH Tech*, la de las baterías.

Para terminar, aquellos que se verán afectados serán:

- El personal de los almacenes: tendrán que encargarse de cargar las mesas con los materiales pesador y los cargadores no montados. También necesitarán saber cómo enviar señales al robot para que continúe con su trayecto tras ser cargado.
- Operarios de la zona de montaje: tendrán que aprender a colaborar con estos robots móviles, aprenderse sus rutas de movimiento, zonas de riesgo y, al igual que el personal de los almacenes, tendrán que aprender a enviar señales al robot que le permitan saber cuándo el cargador está montado y debe ser recogido.
- Personal de control de calidad: estos tendrán que aprenderse las rutas del robot para evitar riesgos cuando entren en la zona de revisión de los cargadores.
- Personal de mantenimiento y programación de los AMR: tendrán que aprender cómo funcionan los AMR para poder realizar las revisiones del equipamiento y reparar el robot en caso de que sea necesario. Los encargados de la programación tendrán también que programar las rutas del robot entre otros antes de que este pueda operar.

4. MANUAL DE GESTIÓN DE PROYECTO

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Mediante la implementación de estos robots autónomos móviles se busca mejorar la calidad de trabajo de los operarios al librarlos de realizar sobreesfuerzos como levantar del suelo los materiales pesados empleados para el montaje de los cargadores pequeños. A su vez, se pretende incrementar la velocidad de producción y mejorar la calidad de los productos realizados al reducir la probabilidad de que se produzcan errores en los montajes.

4.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Con este proyecto se busca mejorar la calidad de vida de los empleados que trabajan en la zona de montaje de los cargadores pequeños liberándolos de trabajos que requieren esfuerzos físicos. También se pretende aumentar la productividad mínimamente incrementando la cantidad de cargadores montados diariamente en 1 o 2 unidades.

Si se tiene en cuenta tanto la automatización del transporte como la del montaje, se esperaría que se empezasen a obtener beneficios extra de entre 180.000 y 250.000 € a partir del segundo año de la implementación.

4.3. ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto es limitado, evidentemente, ya que se debe tener en cuenta que el hecho de automatizar un proceso de esta forma (incluso sumando el proyecto B5-BIS), no proporcionaría un aumento de producción excesivo. Sin embargo, lo que se busca con esta automatización es una mejora de las condiciones de trabajo de los operarios y responsables de montaje, así como un alivio de trabajo para aquellas personas que se encargaban del transporte de los materiales más pesados.

A la larga los objetivos son que la calidad del producto mejore aún más dado que los trabajadores se encontrarán más cómodos y, de esta forma, permitir que la empresa pueda competir incluso a mayor nivel con otras empresas del sector debido a su factor de calidad. Además, siendo realistas, la producción sí sería más rápida y se conseguiría vender más pedidos más rápido de forma que la empresa gozaría de incluso mejores estadísticas de cara al público.

El alcance del proyecto es limitado. Esto se debe a que, incluso sumando el proyecto del grupo B5-BIS, la producción no incrementaría drásticamente. Sin embargo, lo que se busca con esta automatización es la mejora de las condiciones de trabajo de los operarios que trabajan montando los cargadores, así como aligerar el trabajo de aquellas personas que se encargaban del transporte de los materiales más pesados. Además, la implementación de esta automatización no supone unos costes muy elevados teniendo en cuenta los beneficios que aporta, por lo que su puesta en funcionamiento no implica un gran riesgo para la empresa.

Por otra parte, a largo plazo, uno de los objetivos de esta propuesta es que la calidad del producto aumente gracias a la mejora en el ambiente de trabajo, permitiendo a la empresa mejorar su posición competitiva.

4.4. ESTRUCTURA DEL EQUIPO DE DESARROLLO E INTERESADOS DEL PROYECTO

La estructura del equipo, como se mencionó en la presentación es poco clara. Somos un equipo que se podría calificar a nivel empresarial como una cooperativa ya que, si fuéramos una empresa, todos tendríamos todas las mismas acciones, las mismas responsabilidades y los mismos derechos. A nivel del trabajo realizado, como también fue puntualizado, nos ayudamos como podemos. Se ha comentado que el tema del tiempo ha sido un problema a resolver ya que los trabajos eran largos y cada vez uno de nosotros podría tener las cosas difíciles para trabajar o realizar alguna tarea, así que se ha intentado en todo momento repartir el trabajo de forma equitativa y en el momento en que alguna persona lo ha tenido difícil por cualquier circunstancia, las otras dos han saltado a ayudar sin ningún tipo de problema y eso es algo importante que recalcar de un trabajo en grupo tan costoso y largo como este.

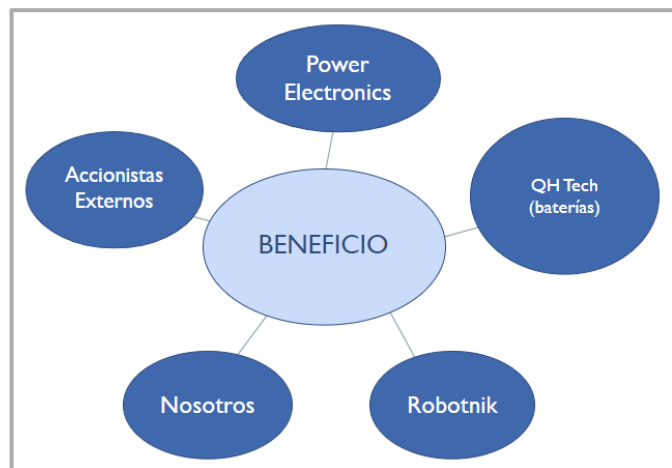


Figura 4.1. Interesados y beneficiarios del proyecto.

Como se ha mencionado anteriormente, aquellos interesados en el proyecto serán:

- La propia empresa de *Power Electronics*. Esto se debe a que la financiación, implementación y los beneficios finales serían realizadas y obtenidos por esta empresa.
- *Robotnik* y *QH Tech*. Ambas empresas estarían interesadas en el proyecto ya que proporcionarían los componentes empleados en la automatización y, por tanto, obtendrían ganancias si se implementase.
- Grupos B5 y B6 BIS. Ambos grupos estarían interesados en que el proyecto se llevase a cabo ya que, al ser los que han sido contratados por la empresa en cuestión para realizar la propuesta de automatización, su implementación supondría que el trabajo se ha realizado correctamente y, por tanto, la obtención de un pago por parte de *Power Electronics*.
- Además, los accionistas externos de *Power Electronics* también estarían interesados debido a que la implementación de esta propuesta supondría un beneficio para ellos.

4.5. ENTREGABLES DEL PROYECTO

En este trabajo habría muchos documentos a entregar, así que se hará en orden cronológico para poder mantener un orden mínimo en qué se entrega, cuándo y a quién.

- El primer paso sería terminar esta propuesta de proyecto y presentarla a *Power Electronics* para que dieran su aprobación y nos permitiesen realizar el proyecto. A continuación, se les entregarían tanto un presupuesto más detallado (ya que podríamos contactar con las empresas de forma oficial y nos darían un presupuesto real para el material necesitado) como un *layout* incluso más detallado con medidas precisas pedidas a las empresas externas y a la propia interesada. Estos dos últimos documentos deberían entregarse a la vez en un periodo menor al mes. Se calcula que alrededor de tres semanas debería ser suficiente.
- Deberían entregarse a las empresas a las que se van a pedir los materiales peticiones de presupuesto por parte de *Power Electronics* para obtener este presupuesto ya nombrado. Esto se haría nada más la empresa diera el visto bueno al proyecto.
- Habría que repartir en la empresa de *Power Electronics* a todos los trabajadores de planta un pequeño documento explicativo del funcionamiento de los robots, como parte inicial de su formación para trabajar con los mismos.
- Una vez completada la formación de los trabajadores de planta se debería entregar un dossier por puesto de trabajo que contuviese las medidas de seguridad a seguir y tuviese los dibujos que aparecerán más adelante en el *layout* para que no hubiese problemas ni descuidos.
- Con la implementación ya en marcha habría que hacer un seguimiento de los errores y proporcionar a la empresa un documento que plasmase este seguimiento cada más más o menos. Además, habría que avisar del estado de las baterías si hubiese algún problema.
- Al pasar un año de la implementación se deberá proporcionar a la empresa un documento que muestre el beneficio económico conseguido ese año gracias a la implementación y compararlo con el coste de oportunidad además de una estimación de lo que se cree que se puede conseguir con la misma automatización en el futuro.
- Si lo desea o puede, *Power Electronics* debería informar a los accionistas (si es que los hay) del avance del proyecto y pasarles este último documento nombrado.

4.6. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO

ANALISIS DEL ENTORNO (PRIORITARIA)

Analizar el espacio y el entorno de trabajo actual de la empresa con el objetivo de saber los espacios por los que el AMR deberá desplazarse y las zonas de riesgo.

BUSQUEDA DE PROVEEDORES

Una vez analizado el entorno, pensar qué tipo de robots se pueden implementar de manera sencilla para evitar tener que cambiar el entorno lo máximo posible. Teniendo en cuenta también el factor económico.

ELECCIÓN DEL ROBOT MÓVIL

Una vez planteadas las diversas opciones posibles de robots tipo AGV (Vehículo de Guiado Automático) o AMR (Robot autónomo móvil), hay que plantear si es necesario modificar alguna cosa del entorno para su correcto funcionamiento. Cuál será el tipo de sistemas de guiado: ¿Filoguiado, Opto-guiado, Visión Artificial o Guiado laser? ¿Cuál será el óptimo y asequible?

ACOMODAR LAS INSTALACIONES

Tras seleccionar el tipo de robot y sistema de guiado, será necesario acomodar las instalaciones a los requerimientos de estos.

PROGRAMACIÓN DE LOS ROBOTS MÓVILES

Después de obtener los robots, el equipo informático deberá plantear cómo reprogramar los robots y hacer que funcionen de la forma requerida y por las zonas habilitadas.

IMPLEMENTACIÓN DE LAS RUTAS DE LOS ROBOTS MÓVILES

Implementar esto a cada uno de los robots será el siguiente paso.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Una vez programados correctamente, será necesario realizar pruebas de funcionamiento.

CORRECCIÓN DE ERRORES (HASTA EL FINAL)

Si se produce algún error, se tendrá que corregir antes de continuar con la siguiente fase.

SUPERVISIÓN Y MANTENIMIENTO (HASTA EL FINAL)

Controlar que todo vaya bien y, si hace falta, reparar lo que se haya estropeado.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO (DURANTE UN AÑO) DE LOS ROBOTS MÓVILES

Tras comprobar que los robots funcionan adecuadamente y de forma segura se podrán implementar poco a poco en el proceso.

4.7. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

PARTES DEL PROYECTO	FASES
ANÁLISIS	Análisis del entorno Búsqueda de proveedores Elección del AMR
CONTACTO/ADAPTACIÓN	Acomodar las instalaciones
PRODUCCIÓN/PROGRAMACIÓN	Programación de los AMR Implementación de las rutas de los AMR
PRUEBAS Y CORRECCIÓN DE ERRORES	Pruebas de funcionamiento Corrección de errores
SEGUIMIENTO	Supervisión y mantenimiento
IMPLEMENTACIÓN	Pruebas de funcionamiento

Figura 4.2. Previsualización de la planificación del proyecto.

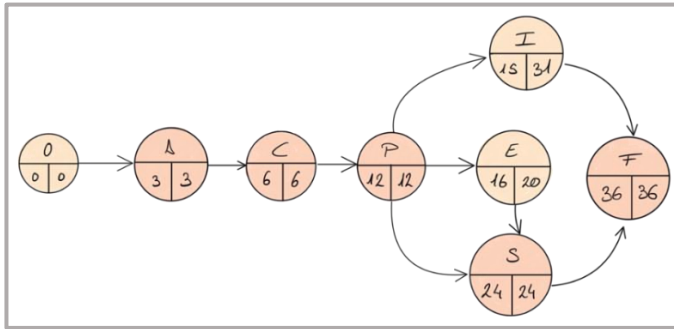


Figura 4.3. Previsualización del PERT.

A	ANÁLISIS DEL ENTORNO (prioritaria)
C	CONTACTO CON LA EMPRESA
P	PROGRAMACIÓN DE LOS ROBOTS MÓVILES
E	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CORRECCIÓN DE ERRORES
S	SUPERVISIÓN Y MANTENIMIENTO
I	IMPLEMENTACIÓN EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN
F	FIN DEL PROYECTO

Figura 4.4. Leyenda del PERT.

4.8. PLAN DE GESTIÓN DE PLAZOS

A continuación, se adjunta el diagrama Gantt, ganttpowerelectronics.gan.

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración
TRANSPORTE MEDIANTE ROBOTS MÓVILES	13/7/23	9/6/25	498
ANÁLISIS DEL ENTORNO	13/7/23	1/8/23	14
PROGRAMACIÓN DE LOS AMR	2/8/23	12/9/23	30
IMPLEMENTACIÓN DE LAS RUTAS DE LOS AMR	13/9/23	24/10/23	30
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	25/10/23	5/12/23	30
CORRECCIÓN DE ERRORES (HASTA EL FINAL)	6/12/23	9/12/24	264
SUPERVISIÓN Y MANTENIMIENTO	6/12/23	9/12/24	264
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DURANTE UN AÑO	6/12/23	6/12/24	263
IMPLEMENTACIÓ DE LA ENTREGA TOTAL ENTREGA	9/12/24	9/6/25	131
FIN DEL PROYECTO	10/6/25	10/6/25	1

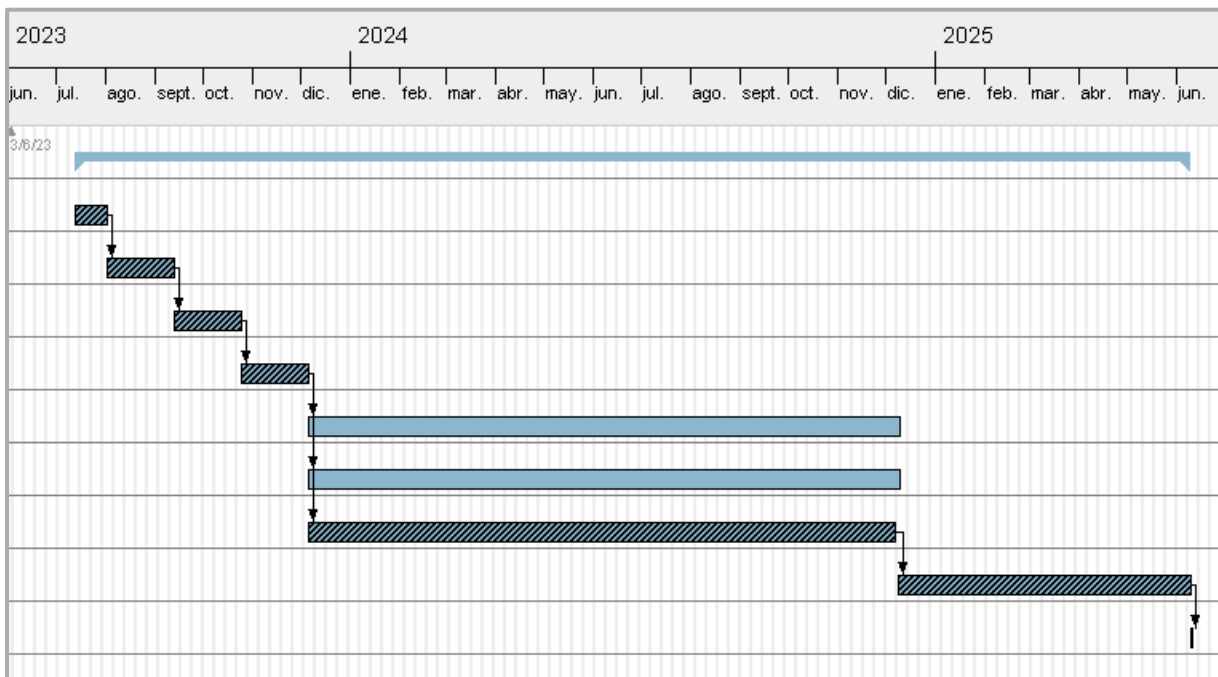


Figura 4.5. Previsualización Gantt.

4.9. PLAN DE GESTIÓN DE COSTES

Atendiendo al punto 4.5, donde se nombran los entregables del proyecto y al 4.7 que habla de la planificación se puede hacer una estimación del plan de costes.

1. El anteproyecto no debería costar nada ya que es una propuesta que le hacemos a la empresa. Esta parte, por lo tanto, no tendría presupuesto añadido.
2. El análisis del entorno, mapeado para los AMR, y la decisión de qué AMR le conviene más a la empresa sí conllevarían un presupuesto. El mapeado y análisis del entorno rondarían los 100 o 200 € mientras la decisión del AMR elegido podría cambiar aspectos importantes del presupuesto planteado (por lo que es improbable que este cambio llegase siquiera a plantearse).
3. Acoplar las instalaciones al proyecto de automatización, en nuestro caso no debería costar absolutamente nada ya que usaríamos hasta los espacios que la empresa ya tiene estipulados para el movimiento de carritos manuales para los automáticos y ya hay señalizaciones de seguridad. Sin embargo, al estar ligados al grupo B5-BIS, este proceso sí tendría un presupuesto al añadir las cintas transportadoras y cambiar todo el *layout*. De todas formas, serán ellos quienes expongan ese coste. Aquí solo se nombra.
4. La formación de los trabajadores que se estima alrededor de los 2.000 €.
5. Programación de los AMR y la implementación de las rutas al trabajo en planta plantearía un par de semanas de pruebas y errores que supondrían aproximadamente unos 750 € si la cosa fuera terriblemente mal y hubiese cualquier tipo de problema con el mapeado o la programación.
6. El seguimiento no supondría un coste elevado a no ser que hubiese problemas o bien con las baterías de los AMR o con las de repuesto o alguno de los robots. En este caso se hablaría con los servicios técnicos correspondientes o se comprarían baterías nuevas. En caso de comprar nuevas baterías el coste sería el de la batería (íntegro y observado en el presupuesto) y en el caso del robot, si el servicio técnico no pudiese hacer nada, se debería comprar uno nuevo (se asume que sin ningún descuento), pero estos robots y la empresa aseguran una calidad y garantía con las que se asegura que esto no debería ocurrir, por tanto, no lo se reflejará en el presupuesto de este trabajo.

4.10. PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS

Los posibles riesgos económicos serían los siguientes:

- Primer y peor caso posible: Error o fallo en uno o ambos AMR de forma que hubiese que comprar nuevos robots o pagar por su reparación, lo cual nos llevaría a un presupuesto desproporcionado debido al alto coste de estos robots.
- Segundo sería que las baterías fallasen y hubiese que usar alguna de repuesto (aunque para ello están), en cuyo caso habría que reponer la de repuesto. Esto no supondría un problema demasiado grande o costoso para el proyecto y ha sido contemplado desde el principio al añadir las baterías de repuesto y su mantenimiento en el presupuesto.

- Otro problema podría ser que, debido a que algún trabajador no supiese cómo usar el equipamiento o se tropezase con algún robot móvil, el material que estos transportan se dañase. Debido a que este material es pesado y ahora mismo transportado de forma manual y levantado a peso por dos trabajadores, asumimos que ya existe riesgo humano de que el equipamiento se dañe en la actualidad, por lo que no lo consideramos un problema ni un peligro extra para el proyecto propuesto.

4.11. LECCIONES APRENDIDAS

Aunque este trabajo no ha sido fácil, gracias a él se ha aprendido mucho. Nosotros por lo menos creemos que ha sido así. Nos hemos topado con cien problemas distintos que no teníamos ni idea de por dónde coger y hemos tenido que replantear el proyecto completo por lo menos una vez.

A pesar de todo, es verdad que las lecciones aprendidas han valido la pena porque ahora tenemos ideas variadas de cómo plantear un proyecto de esta magnitud. Podemos manejar las finanzas y hacer un presupuesto que por lo menos parece coherente y tiene sentido. Somos capaces de buscar información (apoyándonos en los profesores). Resulta curioso pensar lo cerca que estamos de poder hacer algo así solos, y lo lejos que estamos de hacerlo solos y bien.

Si bien nos quedan muchas cosas por aprender de la carrera, este proyecto sirve para que nos preparemos para el mundo laboral y seamos capaces de desarrollar una buena propuesta de la que nadie se vaya a reír. Por lo menos cuando acabemos la carrera.

Por ahora nos quedaremos con la sensación de haber hecho una propuesta empresarial que una empresa quizás podría plantearse. Al aprender cómo contactar con las empresas, cómo buscar información de los materiales y robots que necesitaríamos para un proceso así y ser conscientes de los costes que esto podría conllevar para la empresa nos hemos vuelto más conscientes de qué se podría llevar a cabo y qué no y cómo podríamos ajustarnos a unos presupuestos u otros.

5. CONCLUSIONES

La propuesta de automatización expuesta a lo largo de este documento surgió tras darse cuenta de la existencia de un problema relacionado con el bienestar de los operarios y sus condiciones laborales. El transporte de mercancías mediante mesas móviles suponía que los trabajadores tuvieran que empujarlas y desplazarlas a lo largo de la fábrica. Este equipo, ha ido elaborando y mejorando a lo largo de estos meses una propuesta de mejora, tanto para el trabajador como para la empresa, centrándose en lo que aplica al proceso de montaje de los cargadores pequeños, en vez de toda la fábrica.

Por el camino fueron apareciendo ciertos desafíos y dificultades. Sin lugar a duda, el primero de ellos fue buscar soluciones al problema que se había planteado. Ya cuando se supo por dónde encaminar el trabajo, se tuvo que indagar más sobre los robots móviles, ya que, en las asignaturas impartidas en el primer curso del grado en Informática Industrial y Robótica, como en la asignatura de Robótica Industrial y de Servicios (RIS), no se llegó a profundizar en este tema. Esto se debe a que, en futuros cursos, se empezará a explicar sobre la robótica móvil, pero en el primer curso es algo prematuro.

El siguiente desafío más importante fue algo que casi hizo que se empezara de cero todo el trabajo, lo que conllevaría buscar otro enfoque de automatización que no implicara la robótica móvil, ya que ese era el problema, la robótica móvil. El desconocimiento sobre la materia en sí era un gran inconveniente, aun así, se decidió seguir hacia adelante, y no fue por el problema que supondría el empezar de cero, desde un principio se tuvo plena confianza en el proyecto que se proponía.

Pese al desconocimiento de la robótica móvil, se ha ido explicando el proyecto de forma detallada sin entrar en detalles técnicos. Es cierto que se han podido relacionar conceptos de la anterior mencionada asignatura de RIS, ya que, pese a no haber profundizado en la robótica móvil, su introducción supuso el primer contacto con la materia que nos motivó a proponer una solución realista mediante robótica móvil.

A pesar de todo, somos conscientes de nuestras propias limitaciones y las del proyecto. Esto sumado a que este proyecto necesitaba de los conocimientos ya no solo de las asignaturas de RIS y esta misma, sino la de FOE del primer cuatrimestre. Esto ha hecho que el trabajo se convierta en un reto en muchos aspectos distintos.

Lo más importante es que se ha podido sacar un proyecto de estas características a flote (aunque haya sido con ayuda de los profesores) y se ha podido presentar no solo algo coherente, sino algo palpable, realista e incluso posiblemente realizable.

6. BIBLIOGRAFÍA

DOCUMENTOS PREVIOS

Para la realización de este proyecto se ha empleado información de los siguientes documentos:

- [TR1 – Caso de negocio](#)
- [TR2 – Anteproyecto Empresarial](#)
- [TR4 – Propuesta de equipamiento y presupuesto](#)
- [TR5 – Propuesta de *layout* y normativa](#)
- [TR6 – Presentación](#)
- [TR7 – Propuesta técnica](#)

POWER ELECTRONICS

- [Conócenos | Power Electronics](#)
- [Sabi - Informe \(bvinfo.com\)](#)
- [Power Electronics cambia su domicilio social a las nuevas instalaciones en Lliria | Economía 3](#)
- [Power Electronics, el éxito que brilla con luz propia | Economía 3](#)
- [Tema 6. Finanzas | FOE 2022](#)

CASO DE NEGOCIO

Para realizar los cálculos mostrados en el apartado 3.6 se ha empleado *Excel*.

Además, la información sobre los costes del equipamiento se ha extraído del trabajo de equipamiento y presupuesto realizado con anterioridad.

- [CartConnect100 \(referencia modelos de mesa\) | Fetch Robotics](#)
- [Presupuesto aproximado de las mesas | VEVOR](#)
- [User's manual | OMRON](#)
- [RB-1 BASE | Robotnik](#)
- [LiFePo4 de 24V 30Ah | QH Tech](#)
- Mediante un correo interno a la empresa *Robotnik* se obtuvo el precio del RB-1 Base.
- Mediante un correo interno a la empresa *QH Tech* se obtuvo el precio de las baterías LiFePo4 de 24V 30Ah.

MANUAL DE GESTIÓN DEL PROYECTO

Para realizar el gantt se ha empleado la aplicación de *Gantt Project*.

Para las tablas se ha empleado *Excel*.

