



Universidad de Valladolid



Escuela de Ingenierías Industriales



TRABAJO FIN DE MASTER

Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

Autor: Diego de la Calle Rodríguez

Tutores: Samuel García Matilla

María Gallego Rapado

Ángel Manuel Gento Muncio

SEPTIEMBRE DE 2023



Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de este trabajo de fin de máster.

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor por su guía, paciencia y dedicación en todo momento.

También quiero dar las gracias a mi familia por su apoyo incondicional y por animarme a seguir a delante durante todo el proyecto.

Por último, quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad de Valladolid que me ha brindado la oportunidad de realizar este máster y a todos los profesores que han contribuido a mi formación.

Gracias a todos ellos, puedo decir que he cumplido con éxito esta etapa tan importante en mi vida.



Nueva distribución en planta del almacén de producto
terminado en Signify Valladolid





Resumen

El presente Trabajo de Fin de Máster se centra en la propuesta y análisis de una nueva distribución en planta para el almacén de producto terminado de la empresa Signify en Valladolid. El objetivo principal es mejorar la eficiencia y la utilización del espacio en el almacén, teniendo en cuenta la incorporación de las nuevas familias de luminarias y el manejo de las baterías de litio, consideradas mercancías peligrosas.

El estudio se centrará en la zona de producto terminado de la fábrica de Signify Valladolid, con el propósito de asegurar el área de almacenamiento de las luminarias LED Solares, sin comprometer la productividad y los costes.

Se plantearán varios escenarios y se analizará cada uno de ellos para determinar el más adecuado. Específicamente, se estudiará la posibilidad de almacenar las nuevas luminarias LED Solares y sus componentes en el almacén de producto terminado, provenientes de los almacenes de distribución de Francia e India. Además, se abordará el desafío de almacenar las baterías de litio, ya que son consideradas mercancías peligrosas y requieren un manejo y almacenamiento especial.

El análisis de la distribución en planta implicará considerar factores como la capacidad del almacén, los flujos de materiales, las necesidades de manipulación y almacenamiento de las luminarias solares y las baterías de litio, así como los requisitos de seguridad y cumplimiento normativo para el manejo de mercancías peligrosas.

Palabras clave:

Luminarias LED Solares, almacén, sustancias peligrosas, baterías de Litio de Seguridad y seguridad.



Nueva distribución en planta del almacén de producto
terminado en Signify Valladolid





Abstract

This master's thesis focuses on the proposal and analysis of a new plant layout for the finished product warehouse of the company Signify in Valladolid. The main objective is to improve the efficiency and space utilization in the warehouse, taking into account the incorporation of the new solar lights and the handling of lithium batteries, considered dangerous goods.

The study will focus on the finished product area of the Signify Valladolid factory, with the purpose of securing the storage area for the Solar LED luminaires, without compromising productivity and costs.

Several scenarios will be considered, and each will be analyzed to determine the most appropriate one. Specifically, the possibility of storing the new Solar LED luminaires and their components in the finished product warehouse, coming from the distribution warehouses in France and India, will be studied. In addition, the challenge of storing lithium batteries will be addressed, as they are considered dangerous goods and require special handling and storage.

The plant layout analysis will involve considering factors such as warehouse capacity, material flows, handling and storage needs for solar lights and lithium batteries, as well as safety and compliance requirements for handling dangerous goods.

Key words:

Solar LED luminaires, warehouse, hazardous substances, Lithium-Ion batteries, and safety.



Nueva distribución en planta del almacén de producto
terminado en Signify Valladolid





Índice

Agradecimientos	i
Resumen.....	iii
Abstract	v
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de tablas	xv
1. Introducción y objetivos.....	1
1.1 Contextualización	1
1.2 Motivación y justificación	4
1.3 Objetivo	5
1.4 Alcance.....	6
1.5 Estructura	6
2. Empresa.....	9
2.1 Philips	9
2.2 Philips Indal Valladolid.....	12
2.3 Signify	14
2.3.1 Lay-out Signify Valladolid.....	19
2.3.2 Aplicación de Lean en Signify	20
3. Lay-out, Lean manufacturing y almacenes.....	23



3.1	Layout o distribución en planta	23
3.1.1	Tipos de procesos de producción	24
3.1.2	Tipos de distribución en planta.....	25
3.1.2.1	El layout o distribución en planta por producto.....	25
3.1.2.2	El layout o distribución en planta por proceso	26
3.1.2.3	El layout o distribución en planta en posición fija	26
3.2	Lean Manufacturing	26
3.2.1	Herramientas Lean.....	29
3.3	Almacenes	31
3.3.1	Tipos de almacenes	32
3.3.1.1	Sistemas de bloques apilados.....	32
3.3.1.2	Sistemas convencionales	33
3.3.1.3	Sistemas drive-in.....	33
3.3.1.4	Sistemas dinámicos.....	34
3.3.1.5	Sistemas móviles	35
3.3.1.6	Sistemas rotativos	35
3.3.1.7	Estanterías cantiléver	36
3.3.1.8	Almacenes autoportantes.....	37
3.3.1.9	Almacenes automáticos	38
4.	Situación actual en el almacén de producto terminado.....	39
4.1	Almacén de producto terminado	40
4.2	Flujo de material en el almacén	47
5.	Material solar, cambios en almacén y propuestas	55
5.1	Introducción	55
5.2	Signify Valladolid es Solar	56
5.3	Liberación de un nuevo pasillo	57



5.4 Ubicación y problema de las baterías	63
5.4.1. Cerramiento de panel sándwich	66
5.4.2 Contenedor modular de Denios	68
5.4.3 Utilización de una de las cuatro playas para las baterías	70
5.4.4 Extintores, Pyrobubbles y contenedores de cuarentena	71
6. Estudio económico	75
6.1 Introducción	75
6.2 Jerarquía de proyecto	76
6.3 Etapas del proyecto	76
6.4 Estudio económico	78
6.4.1 Cálculo de las horas efectivas de trabajo anuales	79
6.4.2 Cálculo de las horas dedicadas por cada participante	79
6.4.3 Coste del personal por horas	80
6.4.4 Coste de los equipos y sus depreciaciones	80
6.4.5 Coste por hora de los gastos indirectos	81
6.4.6 Coste por cada fase del proyecto	81
6.4.7 Cálculo del coste total	82
7. Conclusiones y desarrollos futuros	83
7.1 Conclusiones	83
7.2 Futuros desarrollos	86
8. Bibliografía	89



Nueva distribución en planta del almacén de producto
terminado en Signify Valladolid





Índice de Figuras

Figura 2.1 Fundadores de Philips (PHILIPS, 2023)	9
Figura 2.2 Primera bombilla de Philips (PHILIPS , 2023).....	11
Figura 2.3 Instalaciones Indal Valladolid (El Norte de Castilla , 2011)	13
Figura 2.4 Ubicación en el mapa de Signify Valladolid (Google Maps).....	14
Figura 2.5 Philips y Signify (VICTUS , 2018).....	17
Figura 2.6 Luminarias para deporte y áreas (SIGNIFY, 2023)	18
Figura 2.7 Luminarias para túneles (SIGNIFY, 2023)	18
Figura 2.8 Luminarias Urban & Heritage (SIGNIFY, 2023)	18
Figura 2.9 Luminarias NPDL (SIGNIFY, 2023)	18
Figura 2.10 Distribución en planta de Signify Valladolid	19
Figura 2.11 Líneas de producción Signify Valladolid.....	20
Figura 2.12 S.T.A.R. Signify.....	21
Figura 3.1 Ejemplo distribución en planta Saeta Die Casting.....	24
Figura 3.2 Objetivos Metodología Lean (Prieto, 2023).....	27
Figura 3.3 Principios Lean Fuente: Apuntes del Máster.....	27
Figura 3.4 Principales despilfarros Lean Manufacturing (Do, 2017).....	28
Figura 3.5 Metodología 5'S (SANATORIUM, 2017).....	30
Figura 3.6 Kanban (Adam, 2023)	31
Figura 3.7 Bloques apilados (JUJAED, 2017)	32
Figura 3.8 Sistema convencional (MECALUX, 2023).....	33
Figura 3.9 Sistema Drive-In (MECALUX, 2023)	34



Figura 3.10 Sistema Dinámico (MECALUX, 2023).....	34
Figura 3.11 Sistema móvil (NOEGA SYSTEMS, 2021).....	35
Figura 3.12 Sistema rotativo	36
Figura 3.13 Estanterías Cantilever (MECALUX, 2023)	37
Figura 3.14 Almacén autoportante (SCM EXPERTOS EN LOGISTICA, 2023)	37
Figura 3.15 Almacén automático (mecalux, 2021)	38
Figura 4.1 Almacén producto terminado	40
Figura 4.2 Ubicación almacén de producto terminado en planta	41
Figura 4.3 Layout del almacén de producto terminado de Signify actual	41
Figura 4.4 Zona de muelles del almacén de producto terminado.....	42
Figura 4.5 Zona de playas y expediciones.....	43
Figura 4.6 Último pasillo del almacén de materias primas	44
Figura 4.8 Distribución de la mercancía almacenada en el almacén	47
Figura 4.9 Zona de recepción del almacén.....	48
Figura 4.10 Ejemplo etiqueta de identificación y hoja de pedido p.....	49
Figura 4.11 Zona de playas.....	50
Figura 4.12 Zona del almacén 510.....	51
Figura 4.13 Zona del almacén 550.....	52
Figura 4.14 Zona MTS Coreline	53
Figura 4.15 Zona del almacén LOW	54
Figura 5.1 Representación de los componentes de las luminarias solares.	56
Figura 5.2 Nueva distribución del almacén de producto terminado.....	61
Figura 5.3 Ejemplo cerramiento panel sándwich con puertas automáticas.	66



Figura 5.4 Contenedor modular DENIOS.....	68
Figura 5.5 Propuesta layout almacenamiento baterías de litio.....	71
Figura 5.6 Extintores de baterías de litio.....	72
Figura 5.7 Pyrobubbles	73
Figura 5.8 Contenedor de cuarentena para baterías de litio	73
Figura 6.1 Diagrama de Gannt de las actividades del proyecto	78
Figura 6.2 Diagrama sectorial Horas dedicadas por cada participante	80



Nueva distribución en planta del almacén de producto
terminado en Signify Valladolid





Índice de tablas

Tabla 6.1 Resumen de actividades realizadas durante el proyecto.....	77
Tabla 6.2 Calculo horas efectivas.....	79
Tabla 6.3 Calculo de horas por cada participante.....	79
Tabla 6.4 Coste del personal por horas.....	80
Tabla 6.5 Coste de los equipos y amortizaciones.....	80
Tabla 6.6 Calculo de los costes indirecto por hora.....	81
Tabla 6.7 Calculo del coste por cada fase del proyecto.....	81
Tabla 7.1 Tabla comparativa de las distintas propuestas.....	85



Nueva distribución en planta del almacén de producto
terminado en Signify Valladolid





1. Introducción y objetivos

1.1 Contextualización

La idea de este Trabajo de Fin de Máster nace de una necesidad de cambio en la distribución en planta de Signify Valladolid, por la incorporación de nuevas luminarias solares a las familias de productos actuales.

Con este trabajo se pretende hacer frente a los nuevos peligros que pueden presentarse por esta nueva incorporación y realizar plan de acción ligado al cumplimiento de normativas relativas a estos productos. Teniendo en todo momento claro el objetivo de que no suponga un gran gasto para la planta y se consiga la máxima eficiencia y seguridad en planta.

Este proyecto se desarrolla gracias a las prácticas realizadas en las instalaciones de Signify en Valladolid, a través del Máster en Logística de la Universidad de Valladolid, en la Escuela de Ingenierías Industriales.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

Este Trabajo de Fin de Máster se centra en una nueva situación a la que se está enfrentando la empresa. Pues con el objetivo de una continua mejora y actualización de sus productos al mercado europeo, Signify, tiene por objetivo la inclusión de un nuevo tipo de luminarias solares, con las cuales se busca ser más cuidadosos con el medioambiente y conseguir un ahorro energético clave en este mundo en el que nos encontramos ahora en el que todo gira entorno a la electrificación de todo cuanto nos rodea.

El problema que se presenta a continuación en fábrica es la recepción de material proveniente de otro almacén del grupo, ubicado en Francia, dedicado únicamente al almacenamiento y distribución de las luminarias. Además de este material, está entrando mercancía y producto acabado desde la India y China, ya que todavía en la planta de Valladolid no se está produciendo este tipo nuevo de luminaria solar.

Las placas fotovoltaicas suelen tener baterías como elementos de respaldo para tener disponible electricidad aun en las horas que en los que no hay producción solar. Aunque existen diversos tipos, hasta el día de hoy, en la planta se están almacenando baterías de gel y litio, siendo estas últimas las mejores en cuanto a rendimiento y vida útil.

El problema que se presenta a continuación es el almacenamiento de todo este material, del cual falta mucha información, pues al estar muchas de estas luminarias solares compuestas por baterías tanto de litio como de gel, necesitan unas condiciones concretas tanto de humedad, temperatura y altura en tema de almacenamiento. Además, ahora mismo se están almacenando en una zona de cuarentena en el almacén de producto terminado. Es decir, están ocupando un sitio que no debería ser el suyo, y podrían suponer un problema a corto plazo



para los otros productos terminados almacenados en el almacén de producto terminado.

Todas tienen en común un sistema de seguridad o control que evita que se sobrecalienten. Es algo así como un regulador de carga que dirige y controla la cantidad de energía que discurre entre la batería y las placas solares, y avisa si esta se sobrecarga.

Las baterías de litio se han convertido en una fuente de energía muy popular en la actualidad, ya que se utilizan en una amplia gama de productos en su mayoría electrónicos, desde teléfonos móviles hasta vehículos eléctricos, pero en este proyecto nos centraremos en las luminarias. Sin embargo, a pesar de ser muy eficientes, este tipo de baterías también presentan algunos riesgos potenciales que es importante tener en cuenta.

Uno de los principales peligros de las baterías de litio es que pueden incendiarse o explotar si se manejan o almacenan incorrectamente. Esto se debe a que las baterías de litio contienen líquidos altamente inflamables y están diseñadas para almacenar grandes cantidades de energía en un espacio muy pequeño. Si las baterías se sobrecargan, se cortocircuitan, se perforan o se exponen a altas temperaturas, pueden generar un aumento de la presión interna y liberar el líquido inflamable de su interior, provocando un incendio o explosión.

Además, las baterías de litio pueden ser tóxicas si se ingieren o inhalan los gases que emiten en caso de sobrecalentamiento o combustión. Los químicos tóxicos presentes en las baterías de litio como el cobalto, níquel y litio pueden provocar irritación en la piel, los ojos y sistema respiratorio, e incluso pueden llegar a causar graves daños en los órganos internos.



Otro problema asociado a este tipo de baterías es el riesgo de cortocircuitos, especialmente si se utilizan cargadores o adaptadores de baja calidad o si se mezclan diferentes tipos de baterías. Los cortocircuitos pueden generar un exceso de calor y acabar provocando un incendio.

Por lo que es muy importante tomar medidas de precaución al utilizar y almacenar este tipo de baterías. Esto incluye; seguir al pie de la letra las instrucciones del fabricante, utilizar cargadores y adaptadores de alta calidad, no sobrecargar las baterías, no perforarlas ni exponerlas a altas temperaturas y evitar mezclar distintos tipos de baterías.

1.2 Motivación y justificación

La iniciativa de este trabajo surge gracias a las prácticas en Signify Valladolid anteriormente mencionadas y el interés y motivación que tiene para mi poder pasar a la práctica y en una empresa real un proyecto de mejora y adaptación.

Desde el principio tenía muy claro que quería realizar un trabajo fin de máster dentro de la empresa, pues creo que es una oportunidad de conocer más a fondo la empresa en la que me encuentro realizando las prácticas y de alguna manera formar parte activa en ella.

Mi formación en Grado de Comercio junto con mis conocimientos adquiridos durante el máster creo que además de ayudarme con este proyecto, van a ayudarme a crecer y asentar muchos conceptos.

Otro punto importante para mí ha sido que mis tutores en la empresa junto con mis compañeros se han involucrado en todo momento en este proyecto para ayudarme con él y me han hecho sentirme parte de su equipo desde un primer



momento, aspecto que agradezco y que creo que ha ayudado en mi motivación para abordar “este problema” que se planteaba y que casualmente coincidía con mis prácticas.

1.3 Objetivo

Antes de comenzar con el desarrollo de este Trabajo de Fin de Máster, es fundamental establecer los objetivos que se pretenden alcanzar a través de su realización. Permittiéndonos de esta manera conocer los pasos necesarios para su ejecución y centrarnos en aquellos puntos que requieren una mayor atención.

El objetivo principal de este proyecto consiste en crear una nueva distribución en planta en Signify Valladolid por la nueva incorporación de una nueva familia de luminarias y sus correspondientes componentes.

Para alcanzar este objetivo, es necesario establecer una serie de puntos intermedios que se explicarán a lo largo de los distintos capítulos en los que se divide este Trabajo de Fin de Máster. Estos puntos intermedios incluyen, entre otras, la identificación de los materiales peligrosos presentes en las nuevas luminarias, reducción del stock actual en el almacén de producto terminado para la liberación de los huecos necesarios para almacenar toda la mercancía nueva y búsqueda de una ubicación para las baterías solares consideradas como mercancía peligrosa.

En resumen, el objetivo principal de este Trabajo de Fin de Máster es garantizar la seguridad del personal y del producto terminado almacenado, mediante la localización y catalogación precisa del material peligroso presente en las luminarias con baterías de litio en el almacén de producto terminado. A lo largo de los distintos capítulos de este trabajo, se describirán los pasos necesarios para alcanzar este objetivo, así como las medidas de prevención y



seguridad necesarias para minimizar los riesgos asociados a este tipo de material.

1.4 Alcance

En resumen, el alcance de este proyecto se centra en la creación de una nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en la planta de Signify Valladolid. Este proceso implica la reducción del stock ya existente, la liberación de un espacio dentro del almacén para su almacenamiento teniendo siempre presente la metodología LEAN, el conocimiento de los nuevos materiales peligrosos de las nuevas luminarias solares y por último seleccionar la mejor ubicación para la mercancía peligrosa asegurando la mayor seguridad posible tanto al personal de fabrica como del producto acabado almacenado.

1.5 Estructura

La estructura de este trabajo se compondrá de ocho bloques principales. En el primer capítulo, presentaremos a la empresa su historia, orígenes, y evolución.

El segundo capítulo, se dedicará completamente a explicar la distribución en planta, el almacén y la metodología LEAN, todos los conceptos básicos necesarios para entender su funcionamiento y los distintos flujos dentro de la planta.

En el capítulo tres se aborda la distribución interna actual del almacén y su funcionamiento para ubicar toda la mercancía que entra.

En el cuarto capítulo abordaremos el problema en torno al cual gira este proyecto o trabajo fin de máster y los cambios y necesidades a realizar o incorporar en la planta.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

En el cuarto capítulo, además del estudio de este problema se verán las distintas alternativas para hacer frente a este problema, y la elección de la mejor propuesta. Se explicará cómo ha sido la evolución del proyecto desde sus inicios en el diseño de la distribución de la planta como el final. Cuáles han sido los detalles que han tenido que variar respecto al Lay-Out que actualmente hay en la planta, sin dejar de lado el Lean tan presente en la empresa y la seguridad.

En el quinto capítulo, se llevará a cabo el estudio económico que ha supuesto el desarrollo de este trabajo de fin de máster. Considerando todos los costes de cada fase y obteniendo un resultado final.

En el capítulo seis se presentan las conclusiones obtenidas a lo largo del progreso del proyecto, así como las posibles direcciones a seguir en el futuro.



Nueva distribución en planta del almacén de producto
terminado en Signify Valladolid





2. Empresa

2.1 Philips

Philips es una compañía multinacional de origen neerlandés que se dedica a la fabricación de productos electrónicos, de iluminación y de cuidado personal. Fue fundada en 1891 por Gerard Philips y su padre Frederik Philips en la ciudad de Eindhoven, en los Países Bajos (ver figura 2.1). (PHILIPS, 2023)



Figura 2.1 Fundadores de Philips (PHILIPS, 2023)



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

Los primeros productos que fabricó la compañía fueron lámparas incandescentes, lo que les permitió crecer rápidamente en el mercado europeo y expandirse a otros países. Durante la Primera Guerra Mundial, Philips se convirtió en el principal proveedor de lámparas para las fuerzas armadas de los Aliados, lo que fortaleció aún más su posición en el mercado. (PHILIPS, 2023)

En la década de 1920, Philips comenzó a diversificar su producción, fabricando radios, equipos de sonido y otros productos electrónicos. Durante la Segunda Guerra Mundial, la compañía fue confiscada por los alemanes, pero logró sobrevivir y recuperarse después de la guerra. (PHILIPS, 2023)

En la década de 1960, Philips se convirtió en uno de los líderes mundiales en la fabricación de televisores en color, lo que contribuyó a su expansión internacional. En la década de 1970, la compañía continuó diversificando su producción, lanzando al mercado productos como reproductores de cintas de cassette, grabadoras de vídeo y sistemas de entretenimiento doméstico. (PHILIPS, 2023)

Philips es una compañía líder mundial en iluminación desde hace más de 120 años. Su legado en este sector comenzó en 1891 con la fundación de la compañía y la fabricación de lámparas incandescentes. Desde entonces, la compañía ha sido pionera en el desarrollo de tecnologías innovadoras y sostenibles en iluminación, y ha tenido una influencia significativa en la industria. (PHILIPS, 2023)

En la década de 1930, Philips introdujo la lámpara fluorescente (ver figura 2.2), una tecnología que revolucionó la iluminación en interiores debido a su mayor eficiencia energética y durabilidad. En la década de 1980, la compañía



lanzó la lámpara compacta fluorescente (CFL), una alternativa más eficiente y económica a las lámparas incandescentes tradicionales. (PHILIPS, 2023)



Figura 2.2 Primera bombilla de Philips (PHILIPS , 2023)

En la década de 1990, Philips se convirtió en uno de los principales desarrolladores de tecnología LED (diodo emisor de luz), una tecnología que ha transformado la industria de la iluminación en las últimas décadas. Los LED son más eficientes energéticamente, duraderos y respetuosos con el medio ambiente que otras tecnologías de iluminación. Philips ha sido pionera en la investigación y el desarrollo de tecnologías LED y ha liderado el mercado de iluminación LED en todo el mundo (PHILIPS, 2023).

Philips también ha sido líder en el desarrollo de soluciones de iluminación inteligente y conectada. La compañía ha desarrollado sistemas de iluminación que se pueden controlar mediante aplicaciones de teléfono inteligente y que pueden adaptarse a las necesidades de los usuarios en tiempo real. Estas soluciones también ofrecen beneficios energéticos y de costos al permitir que los usuarios ajusten la iluminación según las necesidades específicas.



Philips ha sido una compañía innovadora y líder en la industria de la iluminación durante más de un siglo, y ha desarrollado tecnologías y soluciones que han transformado la manera en que iluminamos nuestros hogares y lugares de trabajo.

En cuanto a su entrada en España, Philips comenzó a operar en el país en 1926, cuando abrió una oficina de ventas en Barcelona. En 1949, la compañía estableció su primera fábrica en España, en la localidad de Montornès del Vallès, en la provincia de Barcelona. Desde entonces, Philips ha mantenido una fuerte presencia en España, fabricando una amplia gama de productos electrónicos y de iluminación y convirtiéndose en una marca muy reconocida y apreciada por los consumidores españoles. (Miaspiradora.com, 2023)

2.2 Philips Indal Valladolid

Philips Indal Valladolid, actualmente Signify, es una empresa que forma parte de la compañía anteriormente conocida como Philips Lighting. Y fue el fruto de la adquisición por parte de Royal Philips Electronics en el 2011 de de la empresa española Industrias Derivadas del Aluminio (Indal), con sede en Valladolid, empresa fundada por dos hermanos vallisoletanos en 1950 dedicada a la industria de la iluminación. (BLANCO, 2011)

Indal era líder en la fabricación de luminarias LED de alta eficiencia energética para el mercado europeo y se había expandido rápidamente en América Latina y Oriente Medio. (BLANCO, 2011)



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

A finales de los 70 Indal incorpora Saeta (Sociedad Anónima Española de Transformación del Aluminio). Tras la adquisición de varias factorías del sector por todo el mundo en 1999 se crea el Grupo Indal. (BLANCO, 2011)

La compra de Indal por parte de Philips fue parte de la estrategia de la empresa holandesa de expandir su presencia en el mercado de iluminación LED. La adquisición permitió a Philips fortalecer su posición en el mercado español y europeo de la iluminación LED, así como acceder a la experiencia y conocimientos de Indal en el diseño y fabricación de soluciones de iluminación de alta calidad y ampliar su cartera de soluciones de iluminación.

Signify Manufacturing Spain S.L., anteriormente conocida como Indal (ver figura 2.3), es una empresa ubicada en Valladolid, España, que se dedica a la fabricación de aparatos eléctricos de iluminación. Su dirección es carretera Arcas Reales s/n, en el Polígono Industrial de Argales, código postal 47008, a 6 km al sur del centro de la ciudad de Valladolid (ver figura 2.4). El tiempo estimado en coche desde el centro de Valladolid hasta Philips Indal Valladolid es de alrededor de 15 minutos.



Figura 2.3 Instalaciones Indal Valladolid (El Norte de Castilla , 2011)



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

2.3 Signify

Philips, como mencioné anteriormente, es una compañía multinacional de origen neerlandés que se dedica a la fabricación de productos electrónicos, de iluminación y de cuidado personal. En 2016, Philips decidió separar su negocio de iluminación del resto de la compañía y creó una nueva entidad llamada Philips Lighting. (PHILIPS, 2023)

La planta de producción de Indal en Valladolid se convirtió en un centro de excelencia de Philips en iluminación LED y se integró en la división de iluminación de la compañía holandesa. La adquisición también permitió a Philips expandir su presencia en el mercado de iluminación pública y aumentar su oferta de soluciones de iluminación LED para aplicaciones industriales y comerciales.



Figura 2.4 Ubicación en el mapa de Signify Valladolid Fuente: (Google Maps)



Philips Lighting, ahora conocida como Signify, se convirtió en una compañía independiente que se enfoca exclusivamente en la fabricación de productos y soluciones de iluminación. Este cambio de nombre se produce en 2018, este nuevo nombre se encuentra íntimamente relacionado con la luz como un lenguaje para conectar personas. La compañía mantiene la marca Philips en algunos de sus productos, pero ahora opera de manera independiente de Philips. (SIGNIFY, 2023)

Signify es una de las compañías líderes en el mercado mundial de iluminación, con presencia en más de 70 países y un amplio portafolio de productos y soluciones para iluminación interior y exterior. La compañía se ha enfocado en el desarrollo de tecnologías de iluminación inteligente y conectada, y ha desarrollado soluciones de iluminación LED que ofrecen eficiencia energética y ahorros significativos en costos.

Signify ha continuado con el legado de Philips en la innovación y el desarrollo de soluciones de iluminación sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. La compañía ha sido reconocida por sus esfuerzos en sostenibilidad y ha establecido objetivos ambiciosos en materia de reducción de emisiones de carbono y conservación de recursos.

Signify se dedica a la fabricación de productos y soluciones de iluminación para diferentes aplicaciones, desde iluminación pública hasta iluminación comercial e industrial. Entre otros productos que fabrica Signify Valladolid, se encuentran luminarias para alumbrado público, luminarias para interiores y exteriores, sistemas de iluminación para grandes superficies comerciales e industriales, y soluciones de iluminación para estadios y espacios deportivos.



Además de su compromiso con la calidad y la innovación, Signify también tiene un fuerte compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad social. La empresa está comprometida a reducir su huella de carbono y a trabajar para lograr una economía circular mediante la reducción, la reutilización y el reciclaje de sus productos y materiales. (SIGNIFY, 2023)

Signify es una empresa global con una presencia significativa en Europa, donde cuenta con varias fábricas y centros de distribución en varios países. Aquí hay algunos ejemplos de sus principales fábricas y centros de distribución en Europa:

- Fábrica de Ketzryn (Polonia)
- Fábrica de Tamasi (Hungría)
- Fábrica de Pila (Polonia).
- Fábrica de Valladolid (España)
- Centro de innovación y producción de Eindhoven, Países Bajos: Este centro es un importante centro de innovación y producción de Signify en Europa, donde se lleva a cabo la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y productos de iluminación.
- Almacén de distribución Le Plessis -Paté (LPP) (Francia) (donde se almacenaba lo solar antes de venir a Valladolid)
- Almacén de distribución Robakowo (Polonia)
- Almacén de distribución de Pila (Polonia)
- Almacén de distribución Flight Forum (Holanda)



Philips y Signify son dos entidades separadas que comparten una historia común en la fabricación de productos y soluciones de iluminación innovadoras y sostenibles. Philips ha sido una compañía líder en el sector durante más de un siglo, y Signify ha continuado con su legado como una de las compañías líderes en el mercado mundial de iluminación (ver figura 2.5).



Figura 2.5 Philips y Signify (VICTUS , 2018)

En cuanto a la facturación de SIGNIFY, en su informe anual de 2022, la compañía reportó una facturación de 7,5 mil millones de euros en ese año fiscal. Esta cifra representa un aumento del 9,5% con respecto al año anterior. La compañía atribuye este crecimiento a una combinación de un aumento en las ventas de productos y servicios de iluminación LED, así como a un mayor enfoque en soluciones de iluminación conectadas y sostenibles.

En 2022, la compañía emplea a aproximadamente 35,000 personas en todo el mundo. Estos empleados trabajan en una variedad de áreas, incluyendo investigación y desarrollo, ventas, marketing, producción y logística. Signify Valladolid emplea actualmente más de 200 trabajadores y se espera tener una de producción de aproximadamente 68 millones de euros para el 2023.

Signify Valladolid se centra en la fabricación de luminarias led para exteriores, las cuales se dividen en cuatro grandes grupos o familias (ver figuras 2.6-2.9):



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid



Figura 2.6 Luminarias para deporte y áreas (SIGNIFY, 2023)



Figura 2.7 Luminarias para túneles (SIGNIFY, 2023)



Figura 2.8 Luminarias Urban & Heritage (SIGNIFY, 2023)



Figura 2.9 Luminarias NPD (SIGNIFY, 2023)



2.3.1 Lay-out Signify Valladolid

La fábrica de Valladolid está distribuida en varias áreas bien diferenciadas y donde el flujo de material va de derecha a izquierda como puede observarse en la figura 2.10. Comenzaríamos a la derecha del todo con los almacenes de materia prima, pasando a los hornos de pintado de las carcasas, las líneas de montaje y finalizamos en el almacén de producto terminado.



Figura 2.10 Distribución en planta de Signify Valladolid

Este último, es el foco de la propuesta de cambio de layout, que se centrará en garantizar la seguridad en todo momento, especialmente considerando que los nuevos productos cuentan con baterías de ión de litio. La idea es asegurar la seguridad de almacenamiento y la manipulación de las luminarias.

Esta nueva propuesta de layout del almacén de producto terminado permitirá al equipo de la fábrica gestionar las luminarias solares en un área específica,



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

minimizando los riesgos y garantizando la mayor seguridad posible en todo momento.

En la planta de Signify Valladolid, el proceso productivo es de tipo continuo, más en concreto de tipo flow shop, y el tipo de distribución en planta que existe actualmente es una distribución por producto, más en concreto, de tipo lineal. Todas las líneas de las distintas familias de productos que se fabrican en la planta tienen una forma de línea recta; actualmente existen 27 líneas (ver figura 2.11).



Figura 2.11 Líneas de producción Signify Valladolid

2.3.2 Aplicación de Lean en Signify

La implicación de Signify en Lean demuestra su compromiso con la mejora continua y la eliminación de procesos innecesarios, lo que se traduce en una mayor eficiencia y satisfacción del cliente. Signify se ha convertido en un ejemplo de cómo Lean puede ser utilizado en la industria de la tecnología y más concretamente en el sector de la iluminación consiguiendo lograr una ventaja competitiva y mejorar la calidad.

Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

Entre las iniciativas de Lean adoptadas por Signify se encuentran herramientas como los 5 porqués, las 5's o como se conoce dentro de la empresa 6's ya que están muy comprometidos con la seguridad, PDCA y Kanban entre otros (ver figura 2.12).



Figura 2.12 S.T.A.R. Signify

En la fábrica con el objetivo de mantener la mayor seguridad posible se realizan dos acciones:

- BBS (Behaviour Base Safety): son inspecciones de puestos de trabajo distintos a los que realiza el empleado. En busca de intentar ver fallas o actuaciones peligrosas con el fin de erradicarlas lo antes posible y cumplir con la premisa “safety first” lo que se traduce en “la seguridad lo primero”.
- NM (Near Miss) muy útil para ayudar y proponer ideas para mejorar situaciones que podrían ser peligrosas para los empleados, además aquellos que los realizan ayudan con propuestas preventivas.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

Otra iniciativa importante de Lean en Signify, es el uso de equipos de mejora continua para identificar y solucionar problemas en los procesos de producción y cadena de suministro. Estos equipos se componen de trabajadores de distintas áreas, lo que fomenta la colaboración y comunicación interna entre departamentos y ayuda a identificar problemas que pueden afectar a varias áreas.

Signify ha implementado la metodología LEAN en todos sus procesos. Esto se puede ver claramente en su distribución en planta, donde se ha optimizado al máximo a fin de reducir los despilfarros, acercando las líneas de fabricación a la pintura y a la materia prima, y reduciendo los movimientos gracias a los AGV (Automatic Guided Vehicle), que son los que mueven el producto desde las líneas hasta el almacén de producto terminado todo esto de forma automatizada.



3. Lay-out, Lean manufacturing y almacenes

3.1 Layout o distribución en planta

El Lay-Out, también conocido como distribución en planta se refiere a la forma en que se organizan los recursos físicos y humanos en el espacio disponible para maximizar la eficiencia de la producción. La distribución en planta de una fábrica implica la distribución de maquinaria, equipos, materiales, herramientas y los espacios de trabajo para crear una secuencia lógica y eficiente en la producción (ver figura 3.1) (Quesada, 2005)

El objetivo principal de un buen Layout es minimizar los costos y tiempos de producción y mejorar la calidad del producto, mediante la reducción de tiempos de espera, la optimización de las operaciones de transporte y la eliminación de cuellos de botella en el proceso de producción.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

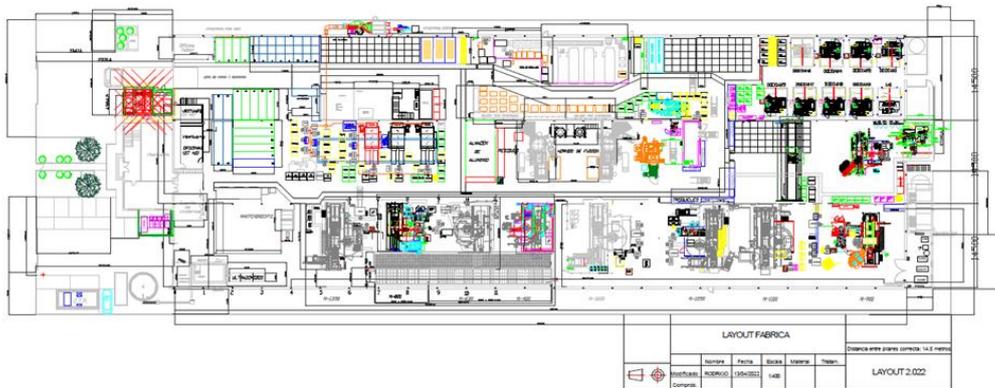


Figura 3.1 Ejemplo distribución en planta Saeta Die Casting

Para diseñar un buen Layout y lograr los objetivos de eficiencia, seguridad y calidad se deben tener en cuenta varios factores clave; el flujo de procesos, espacio disponible, la maquinaria y los equipos, la movilidad y seguridad, la ergonomía y los estándares y regulaciones.

3.1.1 Tipos de procesos de producción

Es necesario determinar el tipo de proceso de producción antes de diseñar el Layout porque éste, influye en gran medida en el diseño de la distribución en planta. El diseño del Layout de la planta debe ser compatible con el tipo de proceso de producción para garantizar que la producción se realice de manera eficiente y rentable. Si el diseño de la distribución no es compatible con el tipo de proceso de producción, la producción puede enfrentarse a problemas de flujo, cuellos de botella y otros obstáculos que pueden afectar la eficiencia y la rentabilidad de la producción.

Existen varios tipos de procesos de producción, los cuales son utilizados para fabricar diferentes tipos de productos y satisfacer diferentes necesidades. Cada tipo de proceso de producción tiene sus propias ventajas y desventajas, y su



elección depende del producto o servicio que se está fabricando y de las necesidades del cliente. (Zamora, 2019)

1. Producción por proyectos.
2. Producción en masa.
3. La producción por lotes.
4. Producción continua.
5. Producción personalizada.

3.1.2 Tipos de distribución en planta

Los diferentes tipos de distribución en planta son una herramienta importante para lograr una eficiente organización en la producción. Por ello, las empresas deben conocer las posibilidades existentes y las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas para que se adecuen a sus necesidades y requerimientos productivos. A continuación, se explican los principales tipos de distribución en planta y sus características. (Torrents, 2004)

3.1.2.1 El layout o distribución en planta por producto

En este tipo de distribución, los equipos y recursos se agrupan según su función en el proceso productivo y se colocan en un orden lógico para facilitar el flujo de trabajo y conseguir una producción eficiente. Este tipo de distribución es el que se utiliza actualmente en Signify Valladolid.

Algunas de las formas más comunes de distribución en planta por producto son las siguientes:

- Distribución en línea recta u orden lineal.
- Distribución en forma de "U".
- Distribución en forma de "L".



- Distribución en forma de "O".
- Distribución en forma de celda.
- Distribución dentada" o "distribución de peine.

3.1.2.2 El layout o distribución en planta por proceso

Es otro tipo de diseño de planta de fabricación en el que los equipos y materiales se agrupan según el tipo de proceso o actividad que realizan en lugar de estar agrupados por producto. En este diseño, los equipos y recursos se colocan en un orden lógico que sigue el flujo del proceso de producción.

3.1.2.3 El layout o distribución en planta en posición fija

Es un tipo de diseño que suele ser utilizado en la fabricación de grandes objetos, como aviones, barcos, puentes y edificios. En este diseño, el producto se mantiene en una posición fija mientras que los equipos y herramientas necesarios se mueven alrededor del producto para realizar las operaciones necesarias.

3.2 Lean Manufacturing

Lean puede traducirse como magro y en el contexto de Lean Manufacturing o Producción Ajustada, se refiere a la eliminación de los desperdicios y optimización de procesos de producción para lograr un mayor eficiencia y calidad en los productos (ver figura 3.2). Esta metodología busca minimizar los despilfarros y maximizar el valor para el cliente. (Womack, 2017)



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

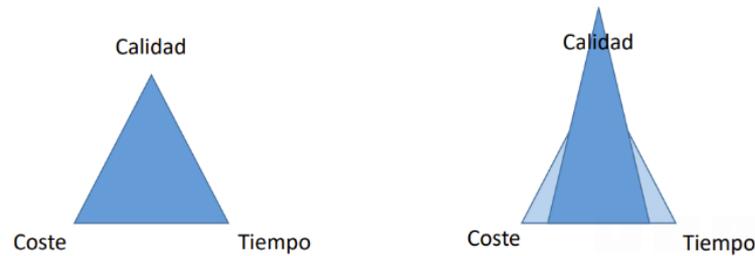


Figura 3.2 Objetivos Metodología Lean

El proceso para llevar a cabo Lean Manufacturing consta de varias etapas, aunque el proceso puede variar según la organización y los requisitos del proyecto. Es importante seguir cada etapa del proceso para lograr los resultados deseados. Las principales etapas se pueden resumir en la figura 3.3.



Figura 3.3 Principios Lean (Stsepanets, 2022)

Existen varios procesos que pueden aportar o no valor en la fabricación y producción de bienes y servicios. Algunos ejemplos de procesos que aportan valor son el diseño, la fabricación o entrega a clientes. Por otro lado, hay procesos los cuales no aportan valor como largas esperas en los procesos productivos, el almacenamiento masivo, etc.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

En cuanto a los despilfarros, son tres principales en Lean Manufacturing Mura, Muda y Muri (ver figura 3.4).

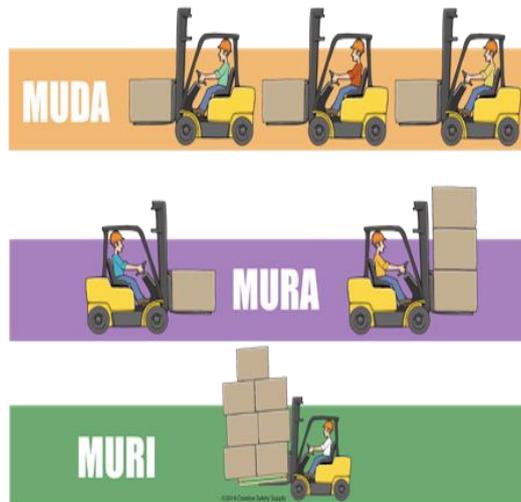


Figura 3.4 Principales despilfarros Lean Manufacturing (Do, 2017)

Mura se refiere al desperdicio de irregularidades en los procesos de producción que dan lugar a variaciones en el rendimiento y eficiencia. Un ejemplo sería los picos y valles en la demanda.

Muri se refiere al desperdicio de la sobrecarga o tensión en los trabajadores y los procesos de producción. Un ejemplo sería el trabajo en exceso.

Muda se refiere al desperdicio de cualquier actividad que no agrega valor a los productos o servicios producidos. Un ejemplo podría ser el transporte o el movimiento innecesario. (Arbós, 2021)

Dentro de los despilfarros Muda podemos encontrar una subdivisión, denominada los 7+2 despilfarros:

1. Sobreproducción (Producir demasiada cantidad o demasiado rápido)



2. Esperas (Esperar para actuar hasta que otra persona termina su trabajo)
3. Transporte (Movimientos entre procesos)
4. Procesamiento en exceso (Más pasos de los requeridos)
5. Inventarios (Lo excesivo sobre lo mínimo requerido conlleva nuevas tareas)
6. Movimientos (Cada movimiento resta valor y añade costes)
7. Retrabajos (Solucionar problemas de calidad o errores)

*Talento (No utilizar plenamente las capacidades de los empleados)

*Burocracia (Exceso de papeleo y controles)

3.2.1 Herramientas Lean

Las herramientas Lean son un conjunto de técnicas y metodologías que buscan mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos productivos mediante la eliminación de desperdicios y la reducción del tiempo de producción. Muchas de estas herramientas son ampliamente utilizadas en la industria debido a su efectividad y facilidad de implementación. Algunas de las herramientas más utilizadas son: 5´s, Value Stream Mapping (VSM), Poka Yoke, Kanban, 5 porqués, y el Ciclo de Deming o también conocido como Ciclo PDCA. Pero en este proyecto han sido utilizadas las 5´s y el kanban de las que a continuación se va a realizar una explicación: (Guevara, 2023)

- 5´S. Consiste en cinco pasos clave que se utilizan para organizar el lugar de trabajo y minimizar el tiempo de búsqueda, crear y mantener un entorno seguro de trabajo, limpio y organizado. Los pasos son: “Seiri” organización (separación de materiales), “Seiton” orden (organización del lugar de trabajo), “Seiso” limpieza (mantenimiento en términos de limpieza), “Seiketsu” estandarización (documentación y estandarización)



y “Shitsuke” disciplina (hábitos para mantener un lugar de trabajo limpio y organizado) (ver figura 3.5).

En Signify, se ha añadido una sexta S, refiriéndose ésta a safety en español seguridad. Ante todo, prima la seguridad, si no se garantiza una seguridad en todos los pasos no se puede llevar a cabo la propuesta.



Figura 3.5 Metodología 5'S (SANATORIUM, 2017)

- Kanban. Es una herramienta de programación visual utilizada para controlar lo que se produce y cuando se produce. Utiliza tarjetas para controlar el movimiento de materiales y productos y para minimizar la cantidad de inventario en los procesos de producción (ver figura 3.6).



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

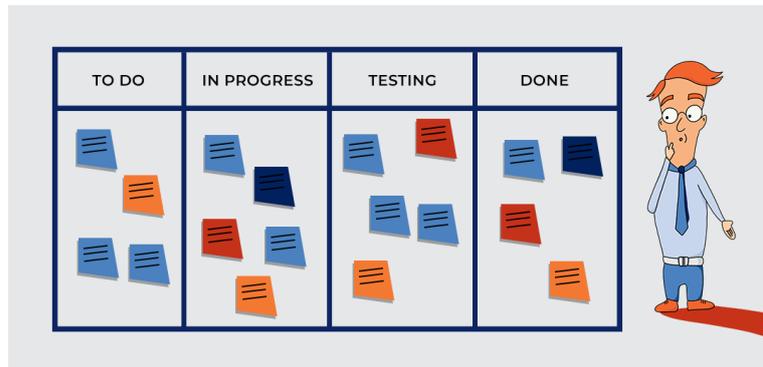


Figura 3.6 Kanban (Adam, 2023)

3.3 Almacenes

Un almacén es un lugar en el que se almacenan bienes o productos, con el objetivo de mantenerlos en buen estado y en espera de su uso, distribución o venta. Los almacenes pueden ser de distintos tipos dependiendo de la mercancía que se quiera almacenar.

A la hora de elegir un tipo de almacén u otro es importante tener varios factores en cuenta para elegir el que mejor se adapte a las necesidades de cada empresa. Dentro de los factores a tener en cuenta el más importantes es la altura del almacén, también es importante conocer qué tipo de material se va a almacenar teniendo en cuenta pesos y medidas.

Es importante también tener en cuenta que tipo de maquinaria vamos a emplear en nuestro almacén pues necesitan de un ancho suficiente en los pasillos para moverse y girar en ellos.

Tener identificada toda la mercancía dentro del almacén es vital para tener información sobre los huecos (espacio donde se aloja un pallet europeo con medidas 1200 x 800) que se encuentran disponibles y cuales no, esto es crucial



para lograr tener una buena gestión del espacio y por consiguiente una buena optimización. (Pau i Cos, 2001)

3.3.1 Tipos de almacenes

En la actualidad existen diversos tipos de almacenes, y es importante conocerlos para optimizar su uso en los procesos logísticos. En este sentido, a continuación, se presentará un resumen explicativo de los tipos de almacenes más utilizados, sus características y funciones: (Tejero, 2007)

3.3.1.1 Sistemas de bloques apilados

Este sistema de almacenamiento utiliza bloques de pallets apilados que crean estructuras verticales, permitiendo aprovechar el espacio vertical disponible y maximizar la capacidad de almacenamiento de mercancía. Los bloques de pallets se apilan en filas que crean pasillos (ver figura 3.7).



Figura 3.7 Bloques apilados (JUJAED, 2017)



3.3.1.2 Sistemas convencionales

El sistema de almacenamiento convencional es un método tradicional de almacenamiento en el que se utilizan estanterías estándar para almacenar los productos. Este sistema es adecuado para almacenar productos que requieren un acceso frecuente, ya que las estanterías permiten una fácil accesibilidad y visibilidad de los productos almacenados. Las estanterías pueden ser de diferentes tamaños y alturas, y se organizan en filas y columnas para maximizar el espacio disponible en el almacén (ver figura 3.8).

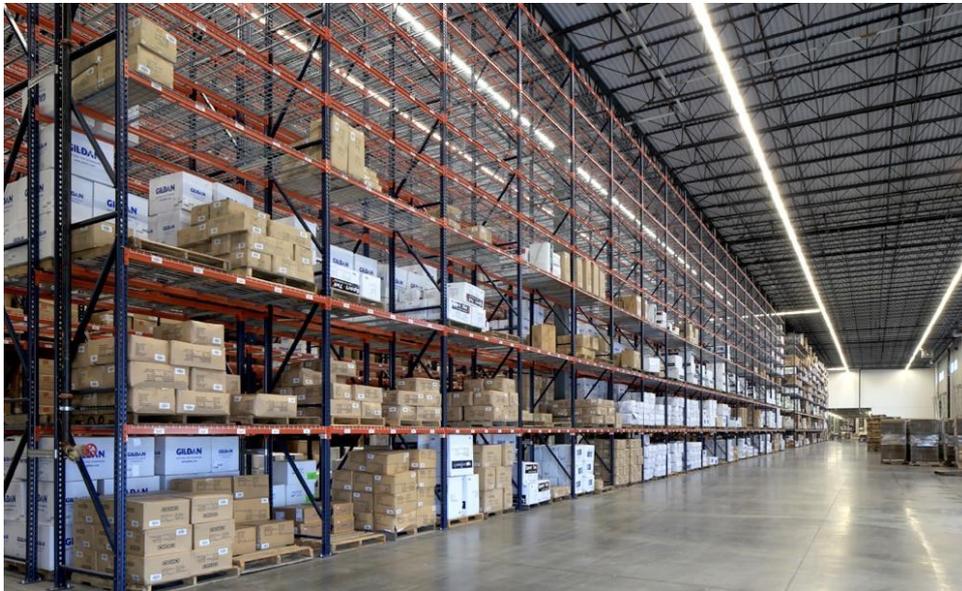


Figura 3.8 Sistema convencional (MECALUX, 2023)

3.3.1.3 Sistemas drive-in

El sistema de almacenamiento Drive-in es una técnica en la que se utilizan estanterías especialmente diseñadas para que los productos puedan ser cargados y descargados desde un solo lado. En este tipo de sistema, los pallets se colocan en carriles diseñados para el acceso de montacargas, lo que permite aprovechar el espacio vertical del almacén (ver figura 3.9).



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid



Figura 3.9 Sistema Drive-In (MECALUX, 2023)

3.3.1.4 Sistemas dinámicos

Los almacenes dinámicos utilizan un sistema de rodillos inclinados que mediante gravedad permite mover productos a lo largo de los carriles, permitiendo una rotación automática de los productos almacenados reduciendo al máximo los movimientos manuales del personal del almacén (ver figura 3.10).



Figura 3.10 Sistema Dinámico (MECALUX, 2023)



3.3.1.5 Sistemas móviles

Los almacenes móviles es un sistema en el que las estanterías se mueven en carros que se mueven a su vez en carriles. Estos carros pueden moverse tanto de manera manual como a través de motores facilitando el movimiento de las estanterías y el acceso a la mercancía. Esta técnica permite almacenar gran variedad de productos (ver figura 3.11).

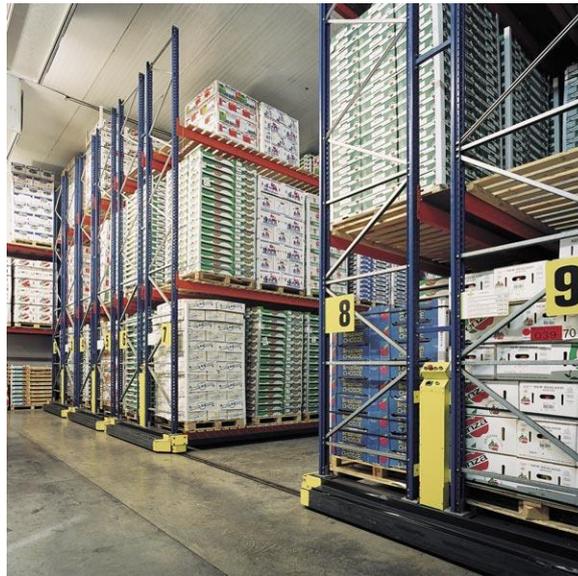


Figura 3.11 Sistema móvil (NOEGA SYSTEMS, 2021)

3.3.1.6 Sistemas rotativos

Los almacenes rotativos, también conocidos como torres de almacenamiento, son un tipo de sistema de almacenamiento en el que los productos se almacenan en estantes giratorios. Estos estantes se desplazan verticalmente y se rotan para proporcionar acceso a los productos almacenados. Estos sistemas son muy eficientes en términos de espacio, ya que ocupan poco espacio en el suelo, y el acceso a los productos es rápido y eficiente debido a su naturaleza rotativa. Los almacenes rotativos pueden ser operados manualmente o automatizados para una mayor eficiencia (ver figura 3.12).



Figura 3.12 Sistema rotativo (MODULA, 2023)

3.3.1.7 Estanterías cantiléver

Las estanterías cantiléver son un tipo de estantería industrial utilizado para almacenar objetos largos y pesados. Este tipo de estantería se compone normalmente de columnas verticales y brazos horizontales. El espacio entre los brazos se puede ajustar para adaptarse a diferentes tamaños de carga, y los brazos individuales pueden soportar cargas pesadas (ver figura 3.13).



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid



Figura 3.13 Estanterías Cantilever (MECALUX, 2023)

3.3.1.8 Almacenes autoportantes

Los almacenes autoportantes son un tipo de sistema de almacenamiento en el que la estructura del propio almacén se utiliza como parte fundamental del sistema de almacenamiento. En otras palabras, los estantes y la mercancía almacenada actúan como componentes importantes del edificio (ver figura 3.14).



Figura 3.14 Almacén autoportante (SCM EXPERTOS EN LOGÍSTICA, 2023)



3.3.1.9 Almacenes automáticos

Los almacenes automáticos son sistemas de almacenamiento automatizados en los que la manipulación de los productos y el acceso a ellos se realiza a través de mecanismos robotizados o automatizados. Estos sistemas pueden ser muy eficientes y ahorrar mucho espacio, ya que no requieren pasillos para el acceso humano y pueden maximizar el espacio disponible en el almacén. Además, los almacenes automáticos pueden mejorar la velocidad y precisión del picking y ayudar a reducir los errores de inventario (ver figura 3.15).



Figura 3.15 Almacén automático (MECALUX, 2021)



4. Situación actual en el almacén de producto terminado

Después de haber introducido toda la teoría necesaria para entender este trabajo fin de máster, es hora de adentrarse en el tema sobre el cual gira este trabajo: los almacenes de producto terminado (ver figura 4.1), su distribución y características y qué cambios o mejoras podrían llevarse a cabo para adaptarlo para el almacenamiento de las nuevas luminarias solares que se van a incorporar y de sus componentes ya que suponen un gran peligro al considerarse mercancía peligrosa al tener baterías de ión de litio.

La adquisición de Indal por parte de Philips ha traído a la planta numerosas mejoras y automatización de procesos que junto con la implementación de la metodología Lean han hecho que sea todo un éxito.



Figura 4.1 Almacén producto terminado

En esta sección, se explicará en detalle cómo son los flujos de material en el almacén de producto terminado, como se administran los huecos de este, como está distribuido, su dimensión, la cantidad de mercancía que puede almacenar, los sistemas de mantenimiento empleados... etc

4.1 Almacén de producto terminado

El almacén de producto terminado lo podemos encontrar a la izquierda de la figura 4.2 representado por un cuadrado de color amarillo. La superficie total del almacén es de 3.085,78m² de los cuales en torno a un 85% están siendo utilizados en estanterías y playas.

Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid



Figura 4.2 Ubicación almacén de producto terminado en planta

En la figura 4.3 se puede ver como se distribuye el almacén, si se analiza la imagen de derecha a izquierda, se puede ver la zona de expediciones, muelles de carga, en concreto son 5 como se puede ver en la figura 4.4 y la zona de recepción.



Figura 4.3 Layout del almacén de producto terminado de Signify actual



Los muelles 1 y 2 son utilizados para la recepción y salida de contenedores y camiones directos. Mientras que 3,4 y 5 son utilizados para transportes que normalmente se realizan con DACHSER.



Figura 4.4 Zona de muelles del almacén de producto terminado

A la izquierda de estos se encuentra expediciones que es por donde se saca toda la paquetería y pequeños bultos a través de DHL y Fedex esta zona puede verse representada en la figura 4.5.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

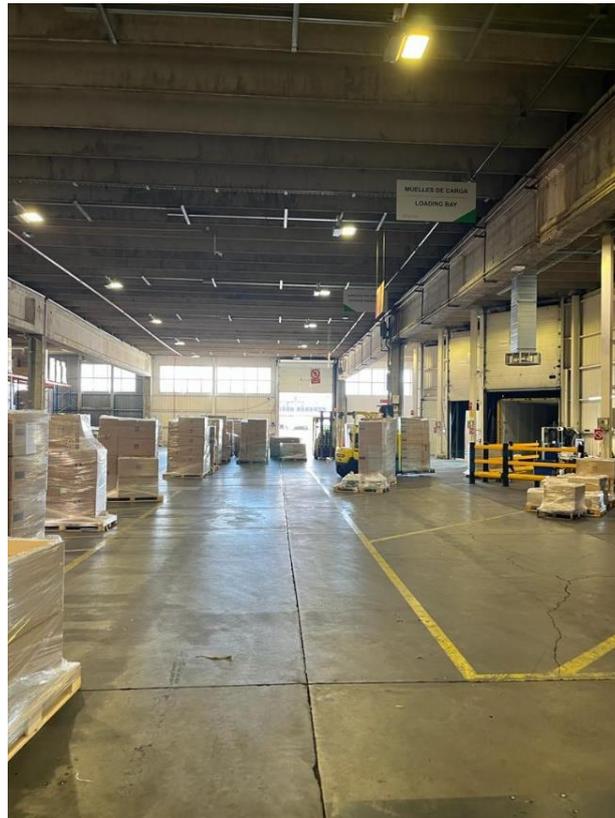


Figura 4.5 Zona de playas y expediciones.

Próximo a ello, se encuentra la zona de las playas representadas por unos rectángulos azules, en concreto cuatro y se encuentran representadas mediante rectángulos pintados en color amarillo en el suelo.

Tras las cuatro playas, comienza la zona de estanterías, representadas por 10 rectángulos negros, cada rectángulo negro corresponde a dos estanterías, como se puede observar todas ellas están partidas la mitad como las playas por un pasillo central que las divide y permite el paso de las carretillas. Cabe destacar que todos los pasillos tienen una anchura fija de 3,6 metros, que permite a los operarios maniobrar correctamente.



El almacén de producto terminado es de tipo convencional, el motivo de ello es sus grandes beneficios para la mercancía que se fabrica y se necesita almacenar ya que como se vio antes, da una gran accesibilidad fácil y directa que ayuda al rápido acceso y salida de la mercancía. Otro punto fuerte de este tipo de almacén es su fácil adaptación a los cambios, cambios que se deberán realizar para adaptar el almacén de producto terminado a los nuevos componentes y luminarias solares.

Las estanterías se dividen en cuatro grandes zonas la primera zona está dedicada al almacenamiento de embalajes, cajas de cartón, plásticos rollos de burbujas y es la más alejada de los muelles de carga, a esta zona la denominaremos almacén de materias primas representada por la figura 4.6.

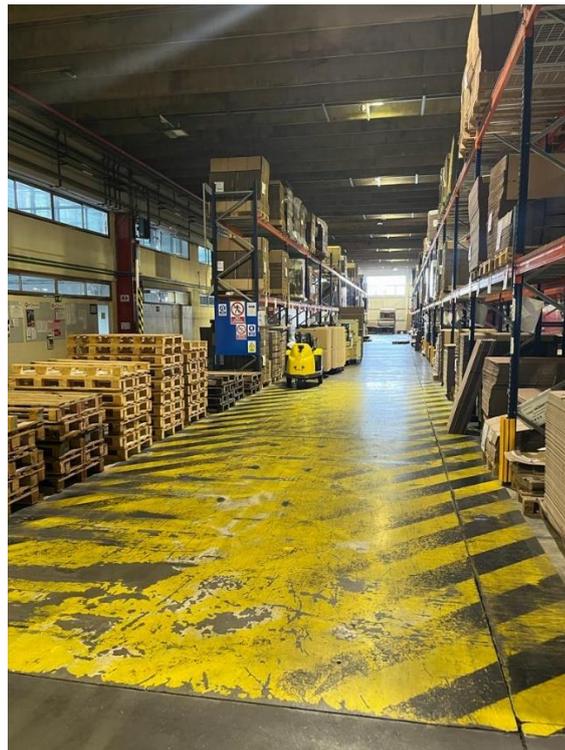


Figura 4.6 Último pasillo del almacén de materias primas



En segundo lugar, encontramos la zona de productos acabados MTS y es donde se almacena el producto estrella Coreline que es uno de los más vendidos. Seguido de esta se encuentra la zona de los productos “MTO” Make To Order 510 y 550 y pallets LOW donde se almacena la mercancía con dimensiones más pequeñas, en esta zona se encuentra a diferencia de las demás, 4 alturas en vez de 3.

Como bien se ha comentado anteriormente es muy importante tener bien localizada la mercancía en el almacén para conseguir una buena optimización. En el almacén se ha realizado una codificación de todos los huecos, con el fin de identificarlos y localizarlos de manera más eficiente. Al asignar un código a cada hueco, se consigue un registro de la ubicación de los productos y una optimización de la gestión del inventario. Además, permite una mayor precisión en la preparación de pedidos y la gestión de la logística en general. Esta codificación está formada por cuatro apartados; el primero sería la numeración de la estantería, el segundo el módulo, el tercero el nivel y por último la posición en la que se encuentra dentro del módulo.

En la figura 4.7 se puede ver como el hueco 5.08.2.3 pertenecería a la estantería número 5, el módulo 8, en el segundo nivel y la posición tercera.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid



Figura 4.7 Modelo de numeración de los huecos en las estanterías del almacén

Como bien puede verse en la figura 4.8, el almacén de producto terminado tiene 16 +1 módulos por estantería, en cada módulo entran 9 pallets más otros 3 pallets que caben encima por donde corta el pasillo central, la zona de pallets low está formada por 8 módulos con cuatro alturas en vez de 3 donde caben 4 pallets por altura, con lo que obtenemos una capacidad aproximada de 735 huecos. Los mismos huecos tiene la zona de materias primas donde se pueden almacenar hasta 735 pallets.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

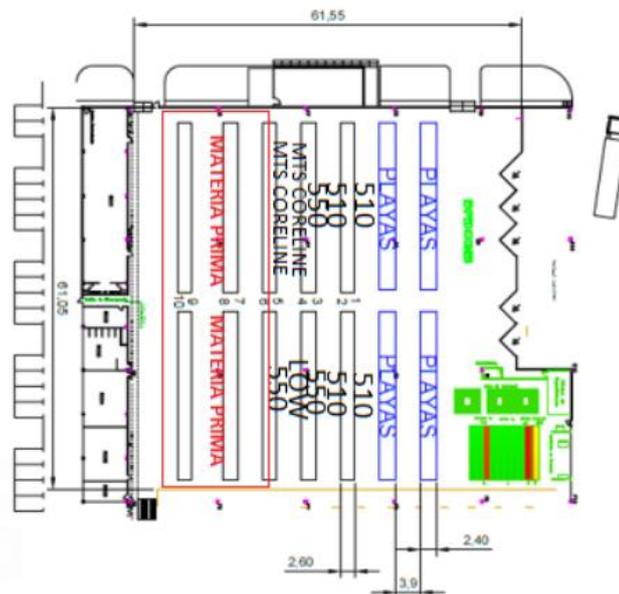


Figura 4.8 Distribución de la distinta mercancía almacenada en el almacén

La zona de las cuatro playas es donde son ubicados los pedidos que van a ser expedidos al día siguiente, cada una de las cuatro playas están formadas por 52 rectángulos con una medida de 1275x900mm un poco mayor que la medida del pallet europeo (1200 x 800), consiguiendo así una separación entre pallets. Al igual que la zona de estanterías el pasillo central que las divide sigue presente en la zona de las playas. El total de huecos es de 208.

La suma de los huecos de las estanterías y de las playas nos da un total de 943 huecos.

4.2 Flujo de material en el almacén

El flujo del material comienza en la zona de recepción representada por la figura 4.9, toda la mercancía que entra al almacén de producto terminado entra por esta zona, son los AGV's los encargados de llevar el producto terminado



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

desde las líneas a la zona de recepción. La automatización del transporte de producto terminado gracias a la incorporación de AGV's desde las líneas de montaje hasta el almacén ha supuesto una importante reducción de los movimientos que no aportaban valor.



Figura 4.9 Zona de recepción del almacén.

Aquí se realiza una lectura de las etiquetas de identificación que son asignados a los pallets, en esta etiqueta se define la ubicación a través de SAP quedando registrado en el sistema tanto su entrada como ubicación. Esta información siempre debe ser cotejada con la hoja de pedido de producción donde se ofrece de forma resumida información sobre el pedido y la línea del mismo, el código del material, orden de producción. Mientras en la etiqueta nos aparece también la orden de producción, el código de material, la ruta, el cliente,



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

y es el código de barras denominado handling unit donde indica donde debe ubicarse en el almacén. Todo esto puede verse reflejado en la figura 4.10.



Figura 4.10 Ejemplo etiqueta de identificación y hoja de pedido

Tras ser leídos los pallets que llegan de producción mediante unas pistolas por operarios, se les coloca la etiqueta anteriormente comentada, el pallet es embalado por una embaladora automática y otro operario se encarga de trasladarla a su ubicación establecida en las estanterías.

A la hora de ubicar los pedidos en el almacén podemos encontrar varias zonas:



- Zona 916.

Conocida como las playas, actualmente encontramos cuatro, cada una de ellas como se comentaba anteriormente con una capacidad de 52 huecos, puede verse representada en la figura 4.11. En esta zona se ubican los productos más próximos a salir, los que salen a lo largo del día y del siguiente.

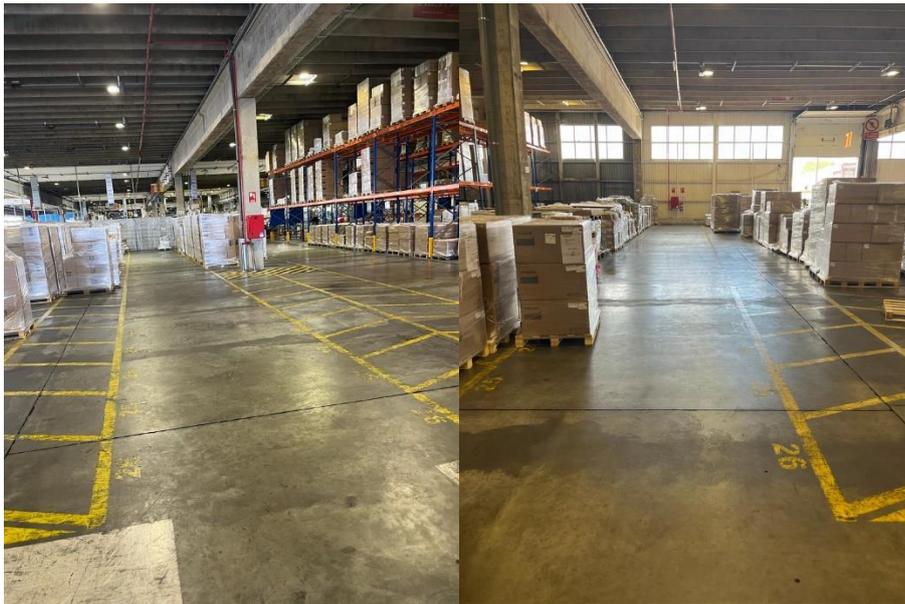


Figura 4.11 Zona de playas

Con el fin de reducir los movimientos innecesarios en la zona de playas se ha optado por realizar una rotación “teórica” de las playas, pues en una playa se ubican los pedidos de la fecha x , en el siguiente los del $x+1$, en el siguiente los del $x+2$, etc De tal manera que según van saliendo el que tenía que salir en la fecha x queda vacío y es ocupado por aquellos que más tarde van a salir, pasando a ser el de la fecha $x+1$ que ahora sería x el primero en salir. Esta es la única zona sin huecos definidos por lo que no se encuentran en SAP, los carretilleros del almacén llevan la mercancía a la playa que marca SAP y es el carretillero el que decide la ubicación dentro de esa playa.



La zona de estanterías se divide a su vez en cinco grandes zonas:

- Zona 510

En esta zona se ubican todos aquellos pedidos con fecha de salida en un plazo máximo de 6 días. Esta zona está formada por unos 300 huecos con dos estanterías que tienen disponibles 16 módulos y 3 alturas (ver figura 4.12).



Figura 4.12 Zona del almacén 510

- Zona 550

En esta zona se ubican los pedidos que tienen fecha de salida en un plazo de 7 días o más. Esta zona es más pequeña que la anterior pues tiene solo estantería y media, y está formada por unos 220 huecos aproximadamente (ver figura 4.13).



Figura 4.13 Zona del almacén 550

- Zona Make to Stock (MTS) Coreline

En esta zona se almacena la única luminaria make to stock, Coreline, está formado por dos medias estanterías en las que se pueden almacenar hasta 144 pallets de mercancía y está representada en la figura 4.14.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

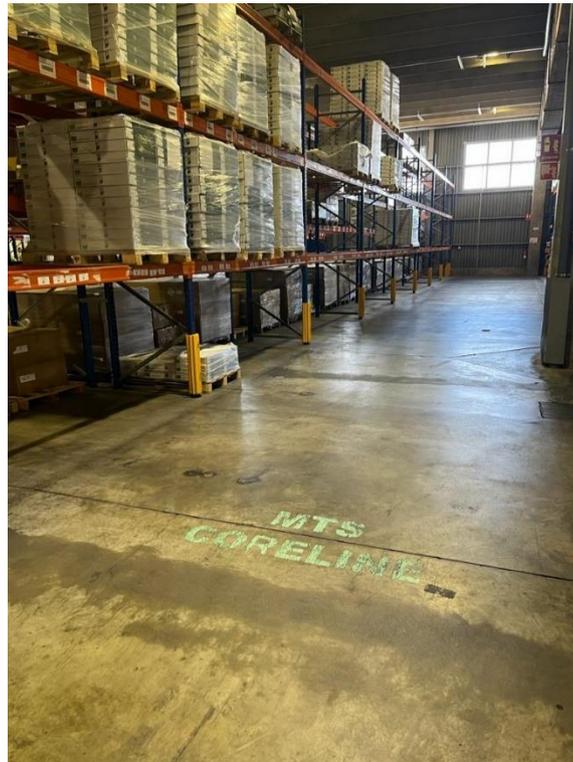


Figura 4.14 Zona MTS Coreline

- Zona LOW

En esta zona del almacén, representada en la figura 4.15, se almacenan aquellos pallets más pequeños, está formado una media estantería (llamaremos media estantería a una de las dos partes en las que divide el pasillo central a las estanterías), con cuatro alturas, es decir hay unos 128 huecos destinados a almacenar pequeños pallets.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid



Figura 4.15 Zona del almacén LOW



5. Material solar, cambios en almacén y propuestas

5.1 Introducción

Las nuevas luminarias LED solares son una excelente opción para la energía verde en la actualidad. Estas luces solares ofrecen muchos beneficios, tales como un menor costo de operación y mantenimiento, menor consumo eléctrico y una reducción significativa en la huella de carbono. Esto es especialmente importante en una época en la que hay una gran demanda de energía verde y la necesidad de reducir nuestro impacto en el medio ambiente.

Las nuevas luminarias solares están compuestas por varios elementos importantes que permiten su funcionamiento como puede verse en la figura 5.1. En primer lugar, cuentan con paneles solares que captan la energía del sol para convertirla en electricidad. Además, incorporan baterías de gel y baterías de litio que almacenan la energía generada por los paneles solares para su uso



posterior. También cuentan con controladores de carga, que regulan la energía y evitan sobrecargas en las baterías.

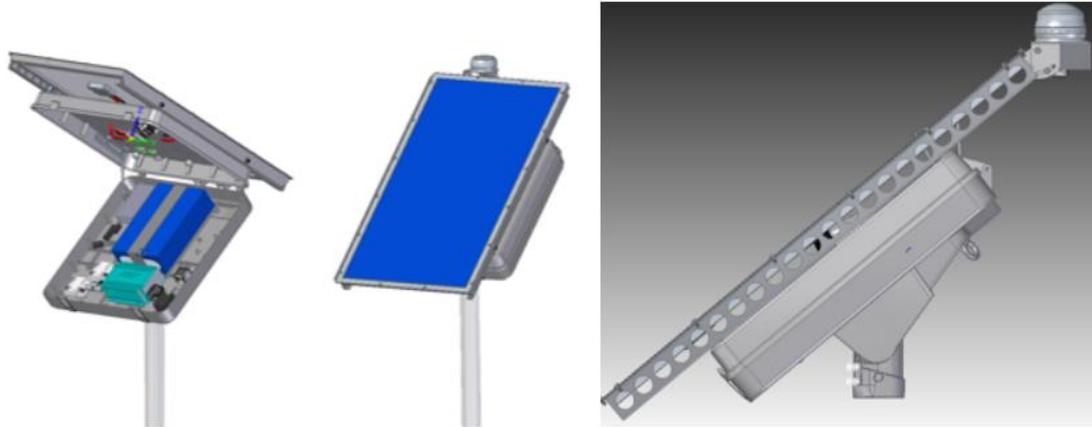


Figura 5.1 Representación de los componentes de las luminarias solares (Fuente interna)

Por último, estas luminarias solares están equipadas con cables y accesorios necesarios para su instalación, garantizando así una conexión adecuada en el lugar donde se instalan. La combinación de todos estos elementos permite que las luminarias solares funcionen de manera eficiente, sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

5.2 Signify Valladolid es Solar

Para la planta de Signify Valladolid, encargada de la producción y distribución de estas luminarias, su utilización puede ser muy beneficiosa. La capacidad de producir este tipo de productos innovadores y sostenibles puede tener un impacto muy positivo en la imagen de la empresa y en la satisfacción de los clientes. Además, la producción y distribución de estas luminarias puede contribuir a un futuro más sostenible al tiempo que se cumple con una creciente demanda de productos ecológicos y con un menor impacto ambiental.



La fábrica ya ha empezado a recibir una gran cantidad de mercancía solar, y se prevé recibir tanto de India como LPP en Francia alrededor de 300-350 pallets, por lo que es necesario buscar espacio para almacenarlo en el almacén de productos terminados en la fábrica de Signify en Valladolid. Para lograrlo, se requiere realizar un cambio significativo en el diseño del almacén. Específicamente, es necesario reorganizar el espacio para acomodar la mercancía peligrosa que contiene baterías de litio.

Hasta el mes de abril de 2023, se ha asignado un área específica del almacén, ubicada cerca de las playas, como zona de cuarentena para almacenar la mercancía. Esta zona fue designada para recibir los pallets de luminarias solares procedentes de Francia, así como los diversos componentes utilizados en la fabricación de estas luminarias enviados desde la India y China.

Sin embargo, debido a la constante llegada de pallets y componentes, se produjo una acumulación excesiva de mercancía en dicha zona, llegando a un punto de sobreacumulación. La gran cantidad de productos almacenados ha superado la capacidad disponible en esa área, generando un desafío logístico y poniendo en riesgo la eficiencia del flujo de trabajo en el almacén.

5.3 Liberación de un nuevo pasillo

Ante esta situación, se volvió imperativo realizar un cambio en el diseño del layout del almacén para gestionar de una manera más efectiva la acumulación de esta mercancía. Con el fin de optimizar el espacio disponible, se ha decidido reducir el stock de materia prima almacenada en las estanterías del almacén de productos terminados (vidrios, plásticos, papel de burbujas y embalajes de cartón).



La reorganización de la distribución de los vidrios en el almacén de recepción de mercancías y materias primas, los cuales han pasado a ubicarse en los huecos más bajos de las estanterías, ya que por dimensiones y peso ha traído mejoras tanto en el picking, como el transporte y almacenamiento de estos. Esta reubicación de los vidrios junto con la implementación de un sistema Kanban para reducir el stock de cajas de cartón de Smurfit, ha traído importantes beneficios y mejoras en el proceso de reaprovisionamiento y almacenamiento. En el caso de los plásticos y papel de burbujas estos se han eliminado por completo.

El sistema Kanban aplicado para las cajas de cartón de Smurfit sigue una lógica similar a la secuenciación de las mangueras que se realiza con la empresa CSV Valladolid desde hace ya unos años. Con ella se ha conseguido una secuenciación efectiva y ajustada a la demanda de producción a través del ERP de la planta en este caso SAP.

Signify implementa una secuenciación de cables con CSV como proveedor para garantizar que haya existencias de mangueras para la producción de luminarias durante n+7 días de montaje. Con la secuenciación de cables, se establece una secuencia clara de materiales para mejorar la eficiencia en la producción y reducir los tiempos de espera. Además, al contar con existencias de mangueras para n+7 días de montaje, se puede mejorar la flexibilidad en la producción y la capacidad de adaptarse a cambios en la demanda. La colaboración con CSV ha permitido reducir el inventario y los costos asociados con su almacenamiento y manejo.

En el caso de las cajas de cartón de Smurfit, se ha realizado una secuenciación con la que cada orden de producción cuenta con un abastecimiento preciso y oportuno de cajas, garantizando que siempre haya



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

existencias suficientes para $n+2$ días de montaje. Esta metodología de reaprovisionamiento ha eliminado la necesidad de reabastecer los huecos vacíos sin tener en cuenta la demanda real, lo que ha hecho que el proceso sea más eficiente y acorde con el principio LEAN.

Gracias a la aplicación del sistema Kanban para las cajas de cartón, se han logrado liberar aproximadamente 44 huecos en el almacén. Esto significa una optimización del espacio disponible y una mejor utilización de las estanterías, alineando el almacenamiento con las necesidades reales de producción.

Además, la reubicación de los vidrios, que antes ocupaban los huecos más bajos de las estanterías por su gran tamaño, ha permitido aprovechar los espacios superiores que no estaban siendo utilizados eficientemente. Este cambio ha liberado medio pasillo en el almacén, lo que representa un importante ahorro de espacio y una mejora en la fluidez de las operaciones dentro del almacén.

Es relevante mencionar que antes de estas mejoras, la otra mitad del pasillo había sido utilizada para almacenar pallets vacíos, lo que generaba un desperdicio de espacio y recursos. Con la implementación del nuevo sistema de reaprovisionamiento y la reubicación de los vidrios, se ha eliminado este desperdicio y se ha convertido ese espacio en una zona útil y productiva para alojar la mercancía necesaria.

Este proyecto de reorganización y secuenciación en el almacén ha traído beneficios significativos, incluyendo una mayor eficiencia en el reaprovisionamiento, un mejor uso del espacio disponible, una reducción de desperdicios y una mayor adaptabilidad a la demanda de producción. Estas mejoras no solo han optimizado las operaciones del almacén, sino que también



han contribuido a un enfoque más LEAN y sostenible en la gestión de inventarios y almacenamiento.

La implementación del sistema Kanban ha sido exitosa, logrando un ahorro significativo en términos de espacio ocupado por las cajas. La recolocación de los vidrios, aunque simple, junto con el desalojo de todos esos pallets que suponían un desperdicio de espacio en el almacén han supuesto la liberación de un gran número de huecos.

Gracias a estas medidas, se ha obtenido un pasillo adicional en el almacén de productos terminados, lo que se traduce en 294 huecos libres, un pasillo entero. Y por consiguiente se ha reducido el número de huecos de materia prima a 440 huecos aproximadamente,

Este espacio adicional resulta ideal para almacenar componentes de las nuevas luminarias solares, como los módulos solares, los controladores de carga, los cables y los paneles solares.

Dado que los paneles solares tienen dimensiones de 2 metros, se ha tomado la decisión de alojarlos en el suelo del almacén, tanto por peso como dimensiones, ayudando así a su movimiento y siendo lo más seguro posible. En cuanto a los controladores de carga y cables utilizados para fabricar las luminarias solares, estos han sido ubicados en el pasillo de una forma caótica mediante SAP.

Este nuevo pasillo, dedicado exclusivamente al material solar, permite agrupar todos los componentes necesarios para el ensamblaje de las luminarias solares en una misma zona, (lo cual se ve representado en la figura 5.2). Esto evita movimientos innecesarios de las carretillas elevadoras y optimiza el tiempo



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

y los recursos requeridos para la preparación de los pedidos y el ensamblaje de las luminarias.

Además, al nombrar este pasillo como MTS SOLAR, se le otorga una identidad clara y se resalta la importancia de este sector dentro del almacén. Esto facilita la ubicación y el acceso rápido a los elementos necesarios, lo que agiliza el proceso de ensamblaje y satisfacción de la demanda de la nueva familia de luminarias solares.



Figura 5.2 Nueva distribución del almacén de producto terminado de Signify

Se espera que esta nueva familia de luminarias solares, como el Coreline, tenga una alta demanda en el mercado. Al dedicar un espacio específico y



optimizado para estos componentes, se asegura una gestión eficiente y ordenada de los materiales, evitando confusiones o pérdida de tiempo en la búsqueda de los elementos necesarios para el ensamblaje.

La propuesta de liberación de un pasillo mediante la recolocación de material y la reducción del stock en el almacén ha sido evaluada y se ha determinado que es viable. Esta solución no requiere ningún costo adicional y cumple con la necesidad que se tenía en la fábrica. A continuación, se explicarán los detalles de esta propuesta y por qué otras soluciones no fueron consideradas.

La recolocación de material consiste en reorganizar los productos y materiales en el almacén de manera más eficiente, de modo que se pueda aprovechar al máximo el espacio disponible. Esto implica revisar el diseño del almacén, la disposición de los estantes y la ubicación de los productos. Mediante esta recolocación, se puede crear un pasillo adicional que antes estaba ocupado por el exceso de stock.

La reducción del stock en el almacén implica disminuir la cantidad de productos y materiales almacenados a niveles óptimos. Esto se logra a través de una gestión más eficiente de los pedidos, control de inventario y seguimiento de la demanda. Al reducir el stock innecesario, se liberan espacios que pueden ser utilizados para crear un pasillo adicional.

La viabilidad de esta propuesta se basa en varios factores. En primer lugar, no requiere ningún costo adicional, ya que se aprovechan los recursos y espacios existentes en el almacén. Además, la recolocación de material y la reducción del stock son acciones que pueden implementarse rápidamente y no implican grandes cambios en los procesos de la fábrica.



Es importante destacar que la decisión de no buscar otras soluciones se debe a que esta propuesta cumple con la necesidad que se tenía en la fábrica.

5.4 Ubicación y problema de las baterías

Tras la ubicación exitosa de todos los componentes y las luminarias solares provenientes de Francia, India y China, surge un último desafío relacionado con las baterías de litio, que son consideradas como mercancía peligrosa.

Las mercancías peligrosas se asignan a números ONU y a nombres apropiados de envío según su clasificación en cuanto a peligro y composición. Las mercancías peligrosas deben ir asignadas a uno de los nombres apropiados que se muestran en la lista de mercancías peligrosas, en este caso nos centraremos en la UN3480 que son las baterías de litio sueltas y la UN3481 que son las baterías de litio empacadas con equipo. Según la clasificación de las mercancías peligrosas se establecen 13 categorías, en este caso sería la clase 9; Materias y objetos peligrosos diversos, a los que pertenecen las baterías de litio.

Si bien las baterías que se encuentran dentro de la carcasa de las luminarias no representan un riesgo, las baterías sueltas han permanecido en la zona de cuarentena debido a su naturaleza.

Según las hojas de seguridad del proveedor de las baterías algunas recomendaciones para almacenar correctamente las baterías serían:

- Mantenerlas en un lugar seco, fresco y ventilado.
- No estar expuestas a la luz solar durante largos periodos de tiempo.
- Guardarlas con una carga de entre el 50 y 70%.
- Comprobar regularmente su capacidad de carga.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

- Protegerlas de daños mecánicos.
- Almacenarlas a una distancia mínima de 5 metros de otras zonas de almacenamiento.
- Equiparlas con un sistema de alarma contra incendios.

También cabe destacar refiriéndose a la temperatura, aspecto muy delicado y por consiguiente importante para las baterías, que la temperatura ideal para almacenar baterías de litio varía según el tipo de batería y las recomendaciones del fabricante. Sin embargo, en general, se considera que la temperatura óptima de almacenamiento para las baterías de litio está en el rango de 15°C a 25°C, rango en el que se encuentra la fábrica con una temperatura media de 19°C que son monitorizados y controlados gracias a distintos sensores de temperatura ubicados a lo largo de toda la fábrica.

Es importante tener en cuenta que las baterías de litio son sensibles a las temperaturas extremas. Si las baterías se almacenan a temperaturas demasiado altas, como por encima de 60°C, se puede acelerar su degradación y reducir su vida útil. Por otro lado, si las baterías se almacenan a temperaturas demasiado bajas, como por debajo de -20°C, su rendimiento y capacidad pueden disminuir temporalmente.

Es recomendable mantener las baterías de litio en un entorno fresco y seco, evitando exposiciones prolongadas a temperaturas extremas. Además, es importante evitar cambios bruscos de temperatura, ya que esto también puede afectar negativamente a las baterías.

El almacén ya cuenta con un ambiente controlado dentro de ese rango de temperatura, por lo que, si se asegura que las baterías se mantengan en condiciones adecuadas, no sería necesario realizar obras o modificaciones



en términos de temperaturas para almacenar las baterías de litio de manera segura.

Con el objetivo de encontrar una ubicación óptima y segura para el almacenamiento de estas baterías, se han propuesto tres soluciones. Todas ellas teniendo en cuenta la complejidad del almacenaje de mercancías peligrosas y tomando todas las medidas necesarias para garantizar la seguridad del personal y de las instalaciones.

- **Obra de cerramiento:** Destinando un área específica dentro del almacén que cumpla con los requisitos de seguridad necesarios para el almacenamiento de baterías de litio. Esta área deberá estar equipada con sistemas de control de temperatura, ventilación adecuada, extintores de incendios y un sistema de detección de humo. Además, se deben seguir los procedimientos y regulaciones pertinentes para el manejo de mercancías peligrosas.
- **Contenedores modulares:** Otra alternativa es considerar la utilización de un área dentro del almacén en la que instalar estos contenedores. Estos contenedores ofrecen flexibilidad y seguridad, al tiempo que permiten un manejo eficiente de las mercancías peligrosas.
- **Utilización de una de las cuatro playas:** La tercera propuesta consiste en realizar un reajuste adicional en el diseño del layout del almacén de producto terminado para crear un área segregada específicamente para el almacenamiento de baterías de litio. Esta área debe contar con medidas de seguridad adicionales, como barreras, señalización clara y acceso restringido.



5.4.1. Cerramiento de panel sándwich

Una opción adicional para el almacenamiento de las baterías de litio sería la implementación de un cerramiento de obra utilizando paneles sándwich (ver figura 5.3). Este enfoque proporciona una solución segura y confiable para almacenar las baterías en la nueva zona designada dentro del almacén de módulos solares.

Los paneles sándwich son estructuras compuestas por dos capas exteriores de metal resistente, como acero galvanizado, y un núcleo aislante en el medio. Estos paneles ofrecen una alta resistencia y durabilidad, al tiempo que brindan un excelente aislamiento térmico y acústico.



Figura 5.3 Ejemplo cerramiento panel sándwich con puertas automáticas (FlexiPorta, 2023)



Al utilizar paneles sándwich para construir un cerramiento de obra, se pueden crear espacios específicos para el almacenamiento de las baterías de litio. Estos cerramientos pueden ser diseñados y adaptados según las dimensiones y necesidades particulares de las baterías, asegurando un ajuste perfecto y una máxima utilización del espacio disponible. La propuesta de este cerramiento se ubicaría dentro del pasillo de MTS solar, utilizaría los huecos que existen entre las estanterías aprovechando su estructura, como un almacén autoportante. Las dimensiones de este cerramiento serían de 5 módulos a cada lado del pasillo que linda con el exterior de la nave de la fábrica, se realizaría un cambio en las alturas que existe actualmente en el pasillo pudiendo albergar hasta 4 alturas, 12 pallets por módulo obteniendo aproximadamente 120 huecos donde albergar los pallets de baterías.

El cerramiento de obra con paneles sándwich proporciona varios beneficios. En primer lugar, garantiza la seguridad de las baterías de litio al protegerlas de posibles daños y minimizar los riesgos de incendio o fuga. Además, este tipo de cerramiento proporciona un control adicional sobre las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, creando un entorno más adecuado para el almacenamiento de las baterías.

Además de su funcionalidad, los cerramientos de obra con paneles sándwich también ofrecen una instalación rápida y fácil, lo que minimiza el tiempo de interrupción en las operaciones del almacén. Asimismo, son estructuras modulares, lo que significa que se pueden desmontar y reubicar en caso de ser necesario en el futuro. La empresa que se encargaría de hacer la obra sería Ingeolid y su presupuesto sería de aproximadamente 60.000 Eur de inversión.



5.4.2 Contenedor modular de Denios

Los contenedores modulares de Denios brindan una opción versátil y segura para el almacenamiento de las baterías de litio.

Estos contenedores proporcionan un ambiente controlado, evitando riesgos y minimizando la posibilidad de accidentes o daños. Además, permiten una gestión más eficiente de las baterías al mantenerlas separadas del resto del inventario. Los contenedores modulares de DENIOS (ver figura 5.4) están contruidos a partir de paneles modulares, lo que permite que se puedan modificar y adaptarse fácilmente.



Figura 5.4 Contenedor modular Denios (Denios, 2023)



Estos paneles están fabricados con materiales resistentes al fuego y cuentan con sistemas de ventilación y control de temperatura adecuados para mantener un entorno seguro.

Los contenedores modulares se pueden ubicar dentro del área del almacén de producto terminado, proporcionando una solución segura y aislada para el almacenamiento de las baterías. Además, su diseño modular permite adaptar la capacidad de almacenamiento según las necesidades cambiantes.

Estos contenedores se pueden instalar de manera estratégica, aprovechando el espacio disponible en el almacén y garantizando un acceso conveniente para la gestión de las baterías. Además, al ser unidades independientes, ofrecen la ventaja de ser fácilmente movibles, lo que permite reorganizar el espacio del almacén en caso de requerirse en el futuro.

El sitio escogido para albergar este contenedor sería la zona de cuarentena ya que es la zona más alejada del almacén y también próxima a los muelles y expediciones, en este caso solo habría que ubicarlo y no habría que realizar obra. El espacio de esta zona de cuarentena es de aproximadamente 33 m², y la dimensión de este contenedor es de 9,41 metros de largo por 2,24 metros de ancho por 3,60 metros de alto, por lo que si cupiera en esta ubicación sin realizar muchos cambios. En cuanto a la cantidad de pallets que podría llegar a albergar sería un máximo de 16 pallets, por lo que sería necesario más de un contenedor, el presupuesto para estos contenedores junto con los accesorios necesarios: ventilación forzada, sistema de bloqueo de puertas, control del aire ventilado, sistema de rociadores y desagüe de extinción tendría un valor aproximado de 97.500 Eur por contenedor.



5.4.3 Utilización de una de las cuatro playas para las baterías

Una opción adicional y viable para el almacenamiento de los pallets de baterías de litio sería utilizar una de las cuatro playas disponibles. Considerando que los pallets de baterías son aproximadamente 50 unidades y que las playas cuentan con 52 huecos cada una, que pueden acomodar pallets de medidas europeas, esta alternativa ofrece varias ventajas.

En primer lugar, utilizar una de las playas existentes sería la opción más económica, ya que no requeriría inversiones adicionales o cambios en el layout del almacén esto puede verse representado en la figura 5.5. Esto resulta beneficioso, especialmente en un contexto de incertidumbre legislativa, donde adaptar el almacén puede implicar un mayor riesgo financiero.

Además, ubicar los pallets de baterías en una de las playas cumple con las recomendaciones del fabricante ya que no existe normativa en la actualidad en cuanto a su almacenamiento. Al estar cerca de los muelles, en caso de algún incidente, los gases podrían ser fácilmente evacuados fuera de la fábrica, minimizando los riesgos para el personal y el entorno. Asimismo, al estar ubicados en un área abierta y visible, los operarios pueden detectar rápidamente cualquier problema o anomalía en las baterías, permitiendo una respuesta inmediata para su control o extinción.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

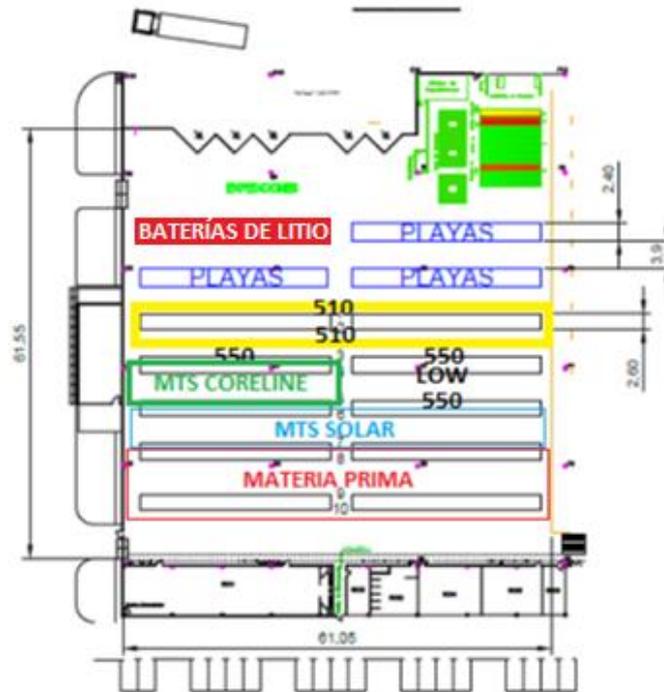


Figura 5.5 Propuesta layout almacenamiento baterías de litio

La proximidad de las baterías a los muelles también facilita su separación en caso de que se identifique una batería en mal estado que requiera un tratamiento especial. Al estar más cerca, se agiliza el proceso de aislamiento y toma de medidas necesarias para mitigar cualquier posible riesgo asociado.

5.4.4 Extintores, Pyrobubbles y contenedores de cuarentena

En cualquiera de las tres propuestas consideradas, sería prudente y necesario tomar medidas adicionales para garantizar la seguridad en el almacenamiento de las baterías de litio. Entre estas medidas se encuentra la utilización de extintores especialmente diseñados para fuegos de litio, como los extintores de Iberext.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

Los extintores de Iberext para litio (representados en la figura 5.6), están especialmente diseñados para hacer frente a incendios que involucran baterías de litio. Estos extintores contienen agentes extintores específicos que ayudan a controlar y extinguir de manera efectiva el fuego en caso de un incidente con las baterías de litio. Su utilización puede marcar la diferencia en la capacidad de respuesta y en la contención del fuego, evitando que se propague y cause daños mayores.



Figura 5.6 Extintores de baterías de litio (Iberext, 2023)

Además, considerando la naturaleza potencialmente peligrosa de las baterías de litio, sería recomendable contar con Pyrobubbles o materiales similares para el control y sofocación de incendios (ver figura 5.7). Las Pyrobubbles son esferas de material retardante de fuego que pueden ser dispersadas sobre las llamas para controlar y extinguir el fuego de manera más efectiva. Estas esferas tienen propiedades aislantes y pueden ayudar a evitar la propagación del fuego, minimizando así los riesgos asociados con las baterías de litio en caso de un incendio.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid



Figura 5.7 Pyrobubbles (Genius, 2023)

Adicionalmente, para manejar situaciones en las que una batería pueda haber sufrido daños o haya estado expuesta a condiciones no óptimas, sería recomendable adquirir contenedores de cuarentena (ver figura 5.8). Estos contenedores permiten el aislamiento seguro de las baterías afectadas, evitando cualquier posible propagación de daños o riesgos a otras áreas del almacén. Estos contenedores proporcionan un medio confiable para almacenar y manejar de forma adecuada las baterías que necesiten una cuarentena o inspección adicional.



Figura 5.8 Contenedor de cuarentena para baterías de litio (Genius, 2023)



Nueva distribución en planta del almacén de producto
terminado en Signify Valladolid



6. Estudio económico

6.1 Introducción

El proyecto Valladolid es Solar de Signify en Valladolid tiene como objetivo impulsar la producción de nuevas luminarias solares en la planta de Valladolid, con el fin de crecer como fábrica y adaptarse a las tendencias ecofriendly y de producción de energía verde limpia.

Para traer la producción y por consecuencia directa de esta el almacenamiento de los distintos componentes de estas nuevas luminarias, se ha tenido que hacer frente a un gran reto el cual ha sido buscar un sitio dentro del almacén de producto terminado para ubicar toda la mercancía solar recibida.

En este estudio económico abordaremos las distintas fases o etapas por las que ha pasado este proyecto y todas personas que han participado directa y activamente para buscar solución efectiva a esta problemática.



6.2 Jerarquía de proyecto

En este proyecto han participado varios departamentos, tales como supply chain, compras, producción y almacenes, todos ellos aportando ideas necesarias tanto para la implementación de estas nuevas luminarias como para su producción y almacenamiento. En este caso, para este estudio económico del trabajo final de máster se tendrán en cuenta aquellas personas que han estado directamente implicadas con el tema de la manipulación, transporte y almacenamiento, es decir, los departamentos de almacenes y supply chain.

Para la realización del proyecto ha sido necesaria la participación de 6 personas:

- Samuel Garcia Matilla Global Supply Chain Manager
- Warehouse Logistics Group Leader Octavio Lorenzo.
- Supply Chain Manager María Gallego
- Security Manager Patricia García
- Supply Chain Itern Diego de la Calle
- Cordinador del Máster en Logística Ángel Manuel Gento

6.3 Etapas del proyecto

En el proceso de llevar a cabo este estudio, se pueden identificar tres etapas fundamentales que se describen a continuación:

1. Definición del proyecto: En esta etapa inicial se establece el propósito, el alcance y los objetivos del proyecto. Se analiza detalladamente la razón por la cual se lleva a cabo el estudio, así como los resultados que se esperan obtener. Es importante clarificar y delimitar el alcance del proyecto para tener una visión clara de lo que se busca lograr.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

2. Desarrollo de alternativas: En esta fase se exploran y se generan diferentes opciones o alternativas para abordar la problemática planteada. Se realiza un análisis exhaustivo de las posibles soluciones, considerando factores como la seguridad, la viabilidad económica, el espacio disponible, la normativa vigente, entre otros. Se evalúan las ventajas y desventajas de cada alternativa, así como sus implicaciones y posibles impactos.
3. Selección de alternativa más idónea y justificación: En esta etapa final se elige la alternativa que se considera más adecuada y se justifica la elección realizada. Se evalúan los resultados de manera integral, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, económicos y de seguridad. Se argumenta y se documenta el porqué de la elección, respaldándola con análisis y datos relevantes.

Estas etapas permiten llevar a cabo un proceso estructurado y riguroso, desde la definición del proyecto hasta la selección de la mejor alternativa, asegurando una toma de decisiones fundamentada y respaldada por un análisis exhaustivo.

La tabla 6.1 resume las actividades realizadas durante el proyecto, indicando las fechas de inicio y finalización de cada actividad, así como la duración en horas de cada una.

Actividad	Fecha inicio	Duración (días)	Fecha de finalización
Definición del proyecto	21/02/2023	53	15/04/2023
Desarrollo de alternativas	18/03/2023	99	25/06/2023
Selección de alternativa más idónea y justificación	12/06/2023	28	10/07/2023

Tabla 6.1 Resumen de actividades realizadas durante el proyecto

La tabla de actividades realizadas durante el proyecto brinda una visión clara y concisa de las tareas llevadas a cabo, así como de su duración en horas. Este



tipo de registro es esencial para tener un seguimiento detallado del avance del proyecto y garantizar una gestión eficiente del tiempo.

La inclusión de las fechas de inicio y finalización de cada actividad es de gran utilidad para establecer una línea de tiempo, que puede verse reflejada en la figura 6.1

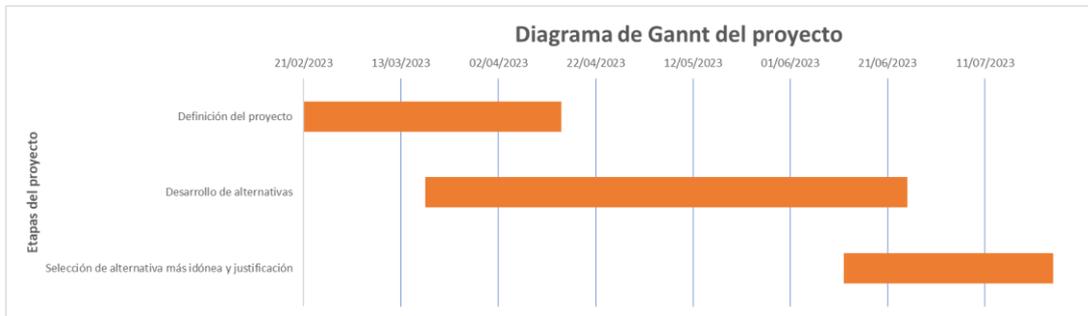


Figura 6.1 Diagrama de Gantt de las actividades del proyecto

6.4 Estudio económico

En este punto se abordará el análisis económico en sí, vinculándolo a las distintas fases del proyecto.

Se realizará una contabilidad de los costos de todas las fases del trabajo con el objetivo de analizar el impacto de todos ellos y nos enfocaremos en los siguientes puntos:



6.4.1 Cálculo de las horas efectivas de trabajo anuales

Concepto	Tiempo (días)
Año medio	365
Sabados y domingos (2/7 x 365)	-124,29
Días de vacaciones	-20
Días festivos	-14
Total días efectivos anuales	207
Total horas anuales efectivas (8h/día)	1656

Tabla 6.2 Calculo horas efectivas

6.4.2 Cálculo de las horas dedicadas por cada participante

Personas	Horas
Patricia García	6
Octavio Lorenzo	32
Samuel García	69
María Gallego	79
Ángel Gento	65
Diego de la Calle	185

Tabla 6.3 Calculo de horas por cada participante

Si se analiza detenidamente los tiempos dedicados por cada uno de los integrantes gracias a la tabla 6.3, se puede ver cómo la mayor carga del trabajo ha sido para Diego, María y Samuel. El desarrollo del trabajo ha corrido a cargo de Diego, ya que se ha encargado de la estructura creación y presentación del mismo. Todo el contenido ha estado sujeto a su visión del proyecto y con la ayuda de María y Samuel los cuales han dedicado todas estas horas a reuniones y revisiones semanales y periódicas.



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

La diferencia respecto a Octavio y Patricia es notoria, pues han ayudado a conocer mejor el almacén y la seguridad en él y han sido muy importantes para buscar las mejores alternativas esto puede verse bien reflejado en la figura 6.2.

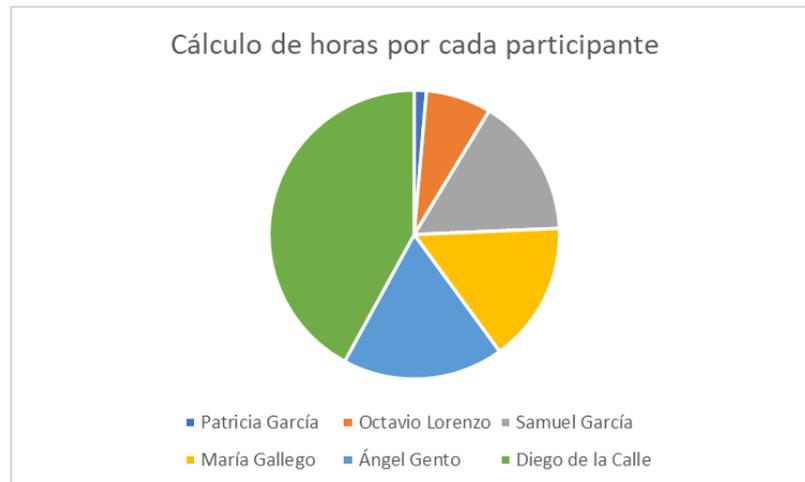


Figura 6.2 Diagrama sectorial Horas dedicadas por cada participante

6.4.3 Coste del personal por horas

Personas	Octavio Lorenzo	Patricia García	María Gallego	Samuel García	Ángel Gento	Diego de la Calle
Sueldo	28.000 €	27.000 €	35.000 €	50.000 €	30.000 €	22.000 €
Seguridad Social (35%)	9.800 €	9.450 €	12.250 €	17.500 €	10.500 €	7.700 €
Tiempo (h)	32	6	79	69	65	185
Coste horario Eur/h	23,0 €	22,5 €	28,0 €	40,0 €	27,3 €	20,0 €
Coste Total	736 €	135 €	2.212 €	2.760 €	1.775 €	3.700 €

Tabla 6.4 Coste del personal por horas

6.4.4 Coste de los equipos y sus depreciaciones

Se establece un período de amortización de 5 años, utilizando un método de amortización lineal para el equipo informático y el software utilizado (ver tabla 6.5).

Equipo	Coste Total	Amortización Anual	Amortización Diaria	Amortización por hora
Portatil	800,00 €	160,00 €	0,44 €	0,02 €
Licencia Microsoft Office	69,00 €	69,00 €	0,19 €	0,01 €
Total	869,00 €	22,90 €	0,63 €	0,03 €

Tabla 6.5 Coste de los equipos y amortizaciones



6.4.5 Coste por hora de los gastos indirectos

Concepto	Coste por hora
Electricidad (kwh)	0,25 €
Internet	0,04 €
Otros (gas, agua...)	0,20 €
Total	0,4885

Tabla 6.6 Calculo de los costes indirecto por hora

6.4.6 Coste por cada fase del proyecto

En la tabla 6.7 se presenta a modo resumen los costos para los recursos en cada fase de un proyecto, considerando la cantidad de horas por cada persona por etapa del proyecto, las tasas horarias de sus salarios, las amortizaciones del material y los costes indirectos asociados.

Concepto		Horas	Coste Horario	Coste Total	
Definición del proyecto	Personal	Diego	56	20,00 €	1.120,00 €
		María	16	28,00 €	448,00 €
		Samuel	15	40,00 €	600,00 €
		Ángel	9	27,30 €	245,70 €
	Amortizaciones		15	0,03 €	0,45 €
	Costes Indirectos		15	0,49 €	7,35 €
TOTAL				2.421,50 €	
Desarrollo de alternativas	Personal	Diego	100	20,00 €	2.000,00 €
		María	39	28,00 €	1.092,00 €
		Samuel	29	40,00 €	1.160,00 €
		Ángel	27	27,30 €	737,10 €
		Octavio	27	23,00 €	621,00 €
	Amortizaciones		36	0,03 €	1,08 €
Costes Indirectos		36	0,49 €	17,64 €	
TOTAL				5.628,82 €	
Selección y justificación de la alternativa	Personal	Diego	29	20,00 €	580,00 €
		María	24	28,00 €	672,00 €
		Samuel	25	40,00 €	1.000,00 €
		Ángel	29	27,30 €	791,70 €
		Octavio	5	23,00 €	115,00 €
		Patricia	6	22,50 €	135,00 €
	Amortizaciones		24	0,03 €	0,72 €
	Costes Indirectos		24	0,49 €	11,76 €
TOTAL				3.306,18 €	
TOTAL				11.356,50 €	

Tabla 6.7 Calculo del coste por cada fase del proyecto



6.4.7 Cálculo del coste total

El gasto total del proyecto ha supuesto un total de **11.356,50 Euros**.



7. Conclusiones y desarrollos futuros

7.1 Conclusiones

El principal motivo de este trabajo era diseñar un lay-out para el almacén de producto terminado, ya que no existían demasiados huecos para almacenar toda la mercancía solar y un cambio era necesario para esta nueva incorporación de nuevas luminarias.

Signify Valladolid apuesta por la energía solar como una nueva forma de seguir iluminando el mundo sin dejar huella de carbono en el camino. En todo momento se ha tenido en cuenta todo lo que hasta el día de hoy existía en



legislación sobre las mercancías peligrosas, los consejos de los fabricantes, e incluso se han realizado visitas a empresas que llevan más de 3 años manipulando y almacenando este tipo de baterías todo ello sin dejar de lado la seguridad de todo el personal de la fábrica.

Durante este complejo trabajo por buscar una solución para este problema que se planteaba en la fábrica y lidiar con esta incertidumbre en materia legislativa, hemos podido reunirnos con empresas punteras que hoy en día están proponiendo soluciones y conjuntamente hemos estudiado que opciones eran las más viables para la fábrica, empresas como Denios, Idelab Genius Group o Iberext.

El cometido de este punto del trabajo de fin de máster es justificar de manera sólida y fundamentada la elección de la mejor propuesta de las 3 presentadas, y presentar las principales conclusiones que se han obtenido a partir de la investigación.

Se han planteado tres escenarios que a priori parecían ser válidos y que según se han ido desarrollando se ha podido corroborar su validez. Estamos ante tres escenarios que se pueden ejecutar y sobre todo que cumplen con los objetivos que se establecieron antes de estas propuestas.

Por todo ello, el escenario seleccionado para el cambio del lay-out del almacén de producto acabado ha sido el escenario 3, ya que cumple con todo lo vigente en legislación hasta el día de hoy, ha ayudado a disminuir el stock de materias primas en el almacén de producto acabado y ha sido sobre todo la opción más económica ya que solo suponía cambios en la localización de la mercancía (ver tabla 7.1).



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

Propuesta	Seguridad	Viabilidad	Precio
Contenedores	Protección contra posibles fugas de gases o incendios	Requiere una fuerte inversión económica, se necesitarían más de un contenedor y no habría espacio suficiente	Coste de adquisición de los contenedores
Cerramiento de obra con panel sandwich	Aislamiento y protección contra incendios	Requiere de obra de construcción	Costo de materiales y mano de obra
Utilización de una de las cuatro playas	Cercanía a los muelles para salida de gases y evacuación	No requiere de inversión en infraestructura	Coste de señalización y adaptación del espacio

Tabla 7.1 Tabla comparativa de las distintas propuestas

En vista de la situación actual, es necesario justificar la elección del escenario 3 como la opción más económica y acorde a las circunstancias en las que nos encontramos. Dado que no existe legislación específica sobre la materia, nos enfrentamos a una gran incertidumbre y realizar una inversión tan significativa sin una base legal establecida sería sumamente arriesgado. Por tanto, se ha tomado la decisión de reubicar la mercancía y utilizar una de las playas para almacenar las baterías de litio y gel.

La elección de esta alternativa se fundamenta en varios factores. En primer lugar, al estar más alejadas de las estanterías, en caso de un incendio, las baterías se encuentran en una ubicación más segura, minimizando el riesgo de propagación y daños adicionales. Asimismo, al estar más cerca de los muelles y de las áreas de expedición, en caso de un incidente con fuego, los gases generados pueden dispersarse más fácilmente al aire libre, reduciendo así la posibilidad de una acumulación peligrosa.

Además, la proximidad a estas áreas facilita una respuesta más efectiva y rápida en caso de que sea necesario extraer una batería al exterior para proceder



a la extinción del incendio, ya sea utilizando extintores de ion litio o utilizando las Pyrobubbles en un contenedor adecuado. Esta estrategia se considera la más efectiva y coherente en términos de seguridad y mitigación de riesgos.

Dada la falta de legislación en el campo específico de almacenamiento de baterías y el alto grado de incertidumbre asociado, el escenario 3 se posiciona como la opción más prudente y sensata desde el punto de vista económico. Esto nos permite adaptarnos a las circunstancias actuales y tomar las medidas necesarias para salvaguardar tanto la integridad de nuestras operaciones como la seguridad de nuestro personal.

Es importante también destacar, que se buscará como objetivo reducir el stock con gestión de los clientes y la previsión de la demanda para tener sólo 3 meses de stock en fábrica (lo que tarda en llegar nuevas baterías de China e India) para reducir el riesgo y serían aproximadamente 200 pallets. Además, se hará FIFO de las baterías para que la fábrica no se quede con stock muy viejo en almacén, ya que no se tiene conocimiento de cómo se comporta esta mercancía hasta el día de hoy.

El desarrollo y ejecución de este proyecto ha sido un proceso prolongado debido a que se trata de una nueva tecnología de iluminación y existen muchos ámbitos en los que todavía no se cuenta con la información necesaria para su manipulación y almacenamiento. Para las distintas propuestas, se han realizado varias reuniones con personas y empresas que ofrecen servicios y productos relacionados con la electricidad y las baterías de litio.

7.2 Futuros desarrollos.

En un futuro cercano se espera que la fábrica comience a fabricar sus propias baterías para estas nuevas luminarias led solares por las que está apostando tanto la compañía. Gran cantidad de sectores están apostando por la



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

electrificación sostenible, lo que generará una necesidad imperativa en los próximos años de una legislación para regular el uso de estas baterías de litio. Lo mejor, antes de realizar una inversión tan fuerte como las otras dos alternativas, es tener en cuenta su amortización. Sin una legislación al respecto próxima, invertir en ellas supone un riesgo muy alto, ya que, si se apuesta por alguna de las otras alternativas y se invierte en ellas, podría suponer un riesgo si en cuanto salga una legislación esta no lo cumpla, pues habrá sido todo en vano.



Nueva distribución en planta del almacén de producto
terminado en Signify Valladolid



8. Bibliografía

- Adam, J. (24 de marzo de 2023). The Kanban system for agile software development explained.
- Altertecnica. (2023). *Altertecnica*. Obtenido de <https://altertecnica.com/principales-tipos-de-layout-en-fabrica/>
- Antonucci, I. (10 de junio de 2021). Lean Manufacturing: los principios del pensamiento que cambió el mundo.
- Aranguren, M. (31 de enero de 2019). Técnico en Alfarería.
- Arbós, L. C. (2021). *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible*. Profit Editorial.
- Asenador, S. H. (01 de noviembre de 2020).
- BLANCO, Á. (30 de JUNIO de 2011). Philips compra Indal. *ABC*.
- Casting, S. D. (2023). *Saeta Die Casting La Empresa*. Obtenido de <https://saetadiecasting.com/la-empresa/>



Nueva distribución en planta del almacén de producto terminado en Signify Valladolid

- Denios. (2023). *Denios*. Obtenido de <https://www.denios.es/contenedores-y-tratamiento-de-sustancias/almacenamiento-de-quimicos-peligrosos/>
- Do, D. (5 de agosto de 2017). What is Muda, Mura, and Muri? The Lean Way.
- El Método Lean . (12 de febrero de 2018). EL TEMPLO LEAN.
- El Norte de Castilla . (30 de junio de 2011). Philips compra Indal . Valladolid.
- FlexiPorta. (2023). *FlexiPorta*. Obtenido de <https://flexiporta.com/cerramientos-industriales/cerramientos-panel-sandwich/>
- Gallardo, J. D. (15 de agosto de 2022). Qué es la distribución de plantas por producto.
- Genius. (2023). Obtenido de <https://www.genius-group.de/en/products/genius-transport-containers/>
- Genius. (2023). *Genius Group*. Obtenido de <https://www.genius-group.de/en/products/pyrobubbles/>
- Go, E. (12 de abril de 2021). *Comparativa entre luces LED y bombillas tradicionales*. Obtenido de <https://blog.energygo.es/comparativa-luces-led-bombillas-tradicionales/>
- Guevara, J. A. (2023). *Lean Manufacturing Modelos y herramientas*. Pereira: Colección de Textos Académicos Universidad Tecnológica de Pereira.
- Iberext. (2023). *Iberext*. Obtenido de <https://www.iberext.com/sistemas/proteccion-activa-contra-incendios/extintores-manuales-de-incendio/fuegos-en-baterias-de-litio/>
- JUJAED. (21 de noviembre de 2017). Bloques apilados: ventajas y desventajas.
- MECALUX. (8 de enero de 2021). El almacenamiento automático aumenta la eficiencia de las empresas.
- MECALUX. (2023). Estanterías cantilever.
- MECALUX. (2023). estanterías compactas drive-in/drive-through.



Nueva distribución en planta del almacén de producto
terminado en Signify Valladolid

- MECALUX. (2023). Estanterías convencionales para palets resuelven los problemas de espacio del mayorista de ropa SanMar en su centro de distribución de Dallas.
- MECALUX. (2023). Sistemas de almacenamiento dinámico: tipos y características.
- Miaspiradora.com. (2023). *Philips, más de 100 años a la vanguardia*. Obtenido de <https://www.miaspiradora.com/marcas/philips/>
- MODULA. (2023). *MODULA.EU*. Obtenido de <https://www.modula.eu/es/almacenes-verticales-automatizados/almacen-con-bandejas-modula-lift/PA>
- NOEGA SYSTEMS. (11 de mayo de 2021). El almacenaje móvil para carga manual o para carga paletizada.
- Pau i Cos, J. (2001). *Manual de logística integral*. Madrid: Diaz de Santos.
- PHILIPS . (2023). Primera bombilla de Philips 1892.
- PHILIPS. (MAYO de 2023). Fundadores de Philips. Obtenido de <https://www.philips.com/a-w/about/news/media-library/20190101-Gerard-Philips-1858-1942.html>
- PHILIPS. (2023). *PHILIPS* . Obtenido de https://www.philips.com/a-w/about/our-history?_ga=2.74530641.273960515.1683095662-1477253848.1683095662
- Prieto, M. M. (2023). *Escuela Lean Métodos Avanzados de producción*. Valladolid.
- Prieto, M. M. (2023). *Escuela Lean Métodos avanzados de producción*. Valladolid : Univerisdad de Valldolid .
- Quesada, D. d. (2005). *Distribución en planta*. Oviedo: Universidad de Oviedo Servicio de Publicaciones.
- Saeta Die Casting . (2023). *Saeta Die Casting Overview*. Valladolid: Saeta Die Casting .
- Saeta Die Casting . (2023). *Saeta Die Casting Procesos* . Valladolid.



SANATORIUM. (31 de agosto de 2017). Metodología 5s.

SCM EXPERTOS EN LOGISTICA. (2023). ALMACÉN AUTOPORTANTE] QUÉ
ES Y CUÁLES SON SUS VENTAJAS.

SIGNIFY. (2023). Valladolid: Signify.

SIGNIFY. (2023). *SIGNIFY*. Obtenido de <https://www.signify.com/es-es/sobre-nosotros/about-us>

Stsepanets, A. (4 de ENERO de 2022). *GANNTPRO*.

Tejero, J. J. (2007). *Logística integral*. Madrid: ESIC.

Torrents, A. S. (2004). *Manual práctico de diseño de sistemas de productivos*. Madrid: Ediciones Díaz Santos.

Velling, A. (16 de diciembre de 2020). Poka-Yoke in Manufacturing.

VICTUS . (MAYO de 2018). Signify (Philips Lighting).

Womack, J. P. (2017). *Lean Manufacturing en español*. Barcelona: Profit Editorial.

Zamora, D. T. (2019). *Sistemas de producción. Análisis de las actividades primarias de la cadena de valor*. Madrid: ESIC Editorial.