



---

**Universidad de Valladolid**



**Escuela de Ingenierías Industriales**



TRABAJO FIN DE MASTER

# **Optimización de gastos y mejora de la gestión de almacenes en el sistema logístico de la empresa Indemat S.L.**

Autor:

Dmitrii Chernyshev

Tutor:

ÁNGEL MANUEL GENTO MUNICIO

Julio 2021



# Resumen

El presente proyecto está dedicado al análisis de la empresa Indemat, que es líder en España en la producción de maquinas para el tratamiento de aguas hechas con materiales compuestos. El análisis de la empresa en términos de logística es la piedra angular para el desarrollo de este TFM. La información obtenida ayudó a formar los principales vectores del estudio, para analizar la estructura de los procesos de producción de la empresa Indemat y reducir los costes de su logística interna.

El trabajo también considera el método MRP y su aplicación en la planificación de compras y gestión del almacén. Además, desde el punto de vista de la gestión de los proyectos, se sugiere considerar la aplicación Kanban Board virtual. Ambas herramientas se detallan y han sido utilizadas para el desarrollo de este proyecto.

El estudio económico se basa en los cálculos de los costes asignados a cada fase del proyecto, los costes del material consumido y las amortizaciones para el equipo informático utilizado. En el caso de que Indemat solicitara este estudio económico a una consultora este gasto debería estar también reflejado en su presupuesto. Por otra parte, quisiera señalar que la dirección de la empresa ya ha empezado a aplicar los métodos propuestos, lo cual es una prueba innegable de que la compañía está interesada en mejorar su rendimiento y sus resultados.

Toda la información y materiales provistos en este trabajo son propiedad del Grupo Aguambiente. Su uso está restringido a personas autorizadas por la empresa.



## Abstract

The present project is dedicated to the analysis of the company Indemat, which is a leader in Spain in the production of tanks of composite material for wastewater projects. The analysis of the company in terms of logistics is the cornerstone in the development of the qualification work. The information obtained helped to form the main vectors for the research, to analyze the structure of the production processes of the company and to reduce the costs of its internal logistics.

The paper also considers the MRP method and its application in purchase planning and warehouse management. In addition, from a project management point of view, it is suggested to consider the virtual Kanban Board application. Both tools are described in detail and have been used for the development of this project.

The economic study is based on calculations of the costs assigned to each phase of the project, the costs of the material consumed and the amortisations for the computer equipment used. In case Indemat requests this economic study from a consulting firm, this cost should also be included in its budget. On the other hand, it should be noted that the company's management has already begun to apply the proposed methods, which is undeniable proof that the company is interested in improving its performance and results.

All information and materials provided in this project are the property of the Aguambiente Group. Its use is permitted only to authorised persons of the company.



# Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que han contribuido a la realización de este Proyecto Fin de Máster.

Primeramente, y de manera muy especial, a mi familia por todo el apoyo prestado. Un agradecimiento especial a mi Director de Proyecto Ángel Manuel Gento Muncio por su importante orientación, actitud profesional y atención. Trabajar con estudiantes requiere mucha energía y paciencia. Estuvo a la altura y me ayudó a desarrollar mi potencial profesional.

Me gustaría expresar mi gratitud al personal docente, por su paciente trabajo y su ayuda en la adquisición de importantes conocimientos y habilidades. Su ayuda en el desarrollo de cada estudiante merece elogios y gratitud. De todo corazón quiero agradecerle su difícil, pero tan noble, labor y capacidad de escucha. Admiro el talento de llevarse bien con los alumnos y mantenerlos interesados. Gracias por sus conocimientos y su dedicación total diaria.

También quería agradecer la invaluable contribución de Santiago Salcedo Serra, propietario del grupo de empresas, en la preparación de este trabajo de Máster. Su interés, apertura, apoyo constante y profesionalismo de alto nivel ayudaron a formar los principales conceptos y vectores para el desarrollo del proyecto. Se realizaron consultas y charlas conjuntas sobre los productos de la empresa, se estudiaron los mecanismos y metodologías de producción y se identificaron las principales áreas que necesitaban mejoras en la logística.

Me gustaría agradecer también al hijo de propietario, Santiago Salcedo Marbán, y al departamento técnico de Indemat por su atención y su constante disposición a ayudar en el aprendizaje de la producción, los sistemas de información y la logística de la empresa. La profundidad de los conocimientos y la empatía hacia todos los empleados ha formado una impresión positiva del equipo de la empresa.

Gracias por facilitar información, informes y documentación a los departamentos de logística e informática del Grupo Aguambiente que también han contribuido al desarrollo de este proyecto.

Por mi parte, quiero agradecer a todas las personas que han participado con mi trabajo y los resultados obtenidos, y el mejor regalo sería la aplicación de las soluciones propuestas para mejorar el rendimiento de la empresa. Entendemos que se trata de una pequeña contribución al desarrollo, pero en palabras del gran escritor ruso León Tolstoi: "Un árbol grueso comenzó con una ramita delgada. Una torre de nueve pisos comenzó con la colocación de pequeños ladrillos. Un viaje de mil millas comienza con un solo paso. Sé consciente de tus pensamientos: son el principio de las acciones."



# Índice

<b>RESUMEN .....</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1. Motivación y justificación.....	11
1.2. Estructura del proyecto .....	12
1.3. Iniciación del desarrollo del proyecto.....	12
1.4. Alcance.....	15
<b>CAPÍTULO 2. GESTIÓN DE COMPRAS Y CONTROL DE INVENTARIOS EN EL SISTEMA LOGÍSTICO DE LA EMPRESA .....</b>	<b>17</b>
2.1. Desarrollo e la teoría de la gestión de inventarios .....	17
2.1.1. Método ABC .....	21
2.1.2. MRP .....	22
2.1.3. MRP-II.....	24
2.1.4. DRP .....	26
2.1.5. ERP .....	29
2.1.5.1. Ventajas y desventajas de ERP .....	31
2.1.6. ERP II .....	32
2.2. Lean manufacturing y su contribución a la gestión de los recursos .....	34
2.2.1. Herramienta Kanban .....	36
2.2.2. Filosofía Justo a tiempo.....	39
<b>CAPÍTULO 3. ANALISIS DE LA EMPRESA INDEMAT S.L. ....</b>	<b>43</b>
3.1. El grupo Aguambiente .....	43
3.1.1. Aguambiente S.L. ....	44
3.1.2. Toro Equipment S.L.....	44
3.1.3. Indemat S.L. ....	45
3.2. Flujos de información en el sistema logístico .....	48
3.2.1. ERP SIGAG .....	49
3.2.2. Aplicaciones de envío y entrega de mercancía .....	50
3.2.3. Aplicaciones de gestión de producción .....	52
3.3. Logística del grupo Aguambiente .....	53
3.3.1 Logística interna y su gestión .....	55
3.3.2 Logística externa. Expedición de pedidos.....	60
<b>CAPÍTULO 4. CASO PRACTICO. IMPLEMENTACIÓN DE MRP Y OPTIMIZACIÓN DEL ALMACÉN .....</b>	<b>67</b>



<b>4.1.</b>	<b>Introducción a la investigación.....</b>	<b>67</b>
<b>4.2.</b>	<b>Fases de desarrollo del proyecto y estudio económico .....</b>	<b>68</b>
4.2.1.	Fase de preparación.....	70
4.2.2.	Fase analítica .....	72
4.2.3.	Fase final .....	83
<b>4.3.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>87</b>
<b>CAPÍTULO 5. KANBAN BOARD VIRTUAL Y MEJORA DE GESTIÓN DE PROYECTOS .....</b>		<b>89</b>
<b>5.1.</b>	<b>Condiciones previas para el desarrollo del proyecto.....</b>	<b>89</b>
<b>5.2.</b>	<b>Ventajas y desventajas de un tablero Kanban virtual .....</b>	<b>93</b>
<b>5.3.</b>	<b>Etapas de implementación .....</b>	<b>96</b>
5.3.1.	Estudio de mercado y método de toma de decisiones .....	98
5.3.1.1.	Selección de la aplicación .....	101
5.3.2.	Aplicación Trello .....	103
<b>5.4.</b>	<b>Optimización de recursos al utilizar la aplicación .....</b>	<b>109</b>
5.4.1.	Reducción del uso de papel .....	109
5.4.2.	Reducción de los costes de almacenamiento para las placas del W-Tank en la fábrica ..	109
5.4.3.	La mejora de productividad con la implantación de la aplicación Trello .....	110
<b>CAPÍTULO 6. ESTUDIO ECONÓMICO .....</b>		<b>113</b>
<b>6.1.</b>	<b>Jerarquía en los proyectos logísticos para el grupo empresarial .....</b>	<b>113</b>
<b>6.2.</b>	<b>Fases de desarrollo.....</b>	<b>114</b>
<b>6.3.</b>	<b>Estudio económico .....</b>	<b>116</b>
6.3.1.	Horas efectivas anuales y tasas horarias de personal.....	117
6.3.2.	Cálculo de las amortizaciones para el equipo informático utilizado.....	118
6.3.3.	Coste del material consumible .....	118
6.3.4.	Costes indirectos .....	119
6.3.5.	Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto .....	119
<b>6.4.</b>	<b>Costes asignados a cada fase del proyecto.....</b>	<b>120</b>
6.4.1.	Fase 1: decisión de elaboración del proyecto.....	120
6.4.2.	Fase 2: presentación y difusión del proyecto .....	120
6.4.3.	Fase 3: recopilación de información.....	121
6.4.4.	Fase 4: análisis, búsqueda y selección .....	121
6.4.5.	Fase 5: escritura, difusión e implantación .....	122
<b>6.5.</b>	<b>Cálculo del coste total .....</b>	<b>123</b>
<b>CAPÍTULO 7. CONCLUSIÓN Y PROPUESTAS DE DESARROLLO. ....</b>		<b>125</b>
<b>7.1.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>125</b>
<b>7.2.</b>	<b>Desarrollo futuro .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>130</b>



# Índice de Figuras

Figura 1.1. Resultados de encuesta publica. (Fuente: <a href="http://www.instagram.com/dishkens">www.instagram.com/dishkens</a> ) .....	14
Figura 2.1. Volumen de lote económico según Wilson. (Fuente: Curso de métodos y modelos económico-matemáticos, T. Alesinskaya) .....	18
Figura 2.2. Costes totales de gestión del inventario por unidad de tiempo. (Fuente: Curso de métodos y modelos económico-matemáticos, T. Alesinskaya) .....	19
Figura 2.3. Punto de pedido. (Fuente: Curso de métodos y modelos económico-matemáticos, T. Alesinskaya) .....	19
Figura 2.4. Gastos en modelo de Wilson . (Fuente: Manual. Métodos y modelos económicos y matemáticos, T. Alesinskaya) .....	19
Figura 2.5. Desarrollo de gestión de inventarios . (Fuente: Evolución en los sistemas MRP y ERP. Dionisio Cruz. <a href="http://www.timetoast.com">www.timetoast.com</a> ).....	20
Figura 2.6. Ejemplo de método ABC. Unidades de producto vendidas. (Fuente: Elaboración propia)...	21
Figura 2.7. Cálculo de rotación. (Fuente: Gestión de Stocks. Master Logística. Universidad de Valladolid) .....	22
Figura 2.8. Árbol del producto A. (Fuente: Elaboración propia).....	22
Figura 2.9. Diferencia entre MRP y MRP II. (Fuente: Sistemas MRP, MRP II y ERP. <a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> ) .....	24
Figura 2.10. Diagrama de flujo (Flowchart) de MRP II. (Fuente: Chapter 13. MRP and ERP, Stanley Phillips. <a href="http://www.slideplayer.com">www.slideplayer.com</a> ) .....	26
Figura 2.11. Impacto del DRP al sistema MRP. (Fuente: Gestión de la producción: Manual. V. Kozlovskiy) .....	27
Figura 2.12. Estructura del sistema ERP. (Fuente: Elaboración propia) .....	30
Figura 2.13. Transición de ERP a ERP II. (Fuente: Sistemas informáticos y tecnologías. L. Kuznetsova, <a href="http://www.studfile.net">www.studfile.net</a> ) .....	32
Figura 2.14. Evolución de funciones en ERP II. (Fuente: Elaboración propia).....	34
Figura 2.15. Sistema Pull-In y herramienta Kanban. (Fuente: Toyota Material Handling Europe) .....	37
Figura 2.16. Ejemplo de JIT. (Fuente: Elaboración propia) .....	40
Figura 3.1. Estructura del grupo de empresas. (Fuente: Elaboración Propia).....	43
Figura 3.2. El diseño del W-Tank. (Fuente: Indemat, departamento técnico) .....	45
Figura 3.3. Instalación y uso del W-Tank (Fuente: Elaboración Propia).....	46
Figura 3.4. Los productos de material compuesto y maquinas para tratamientos físico-químicos. (Fuente: <a href="http://www.indemat.com">www.indemat.com</a> ) .....	46
Figura 3.5. Resumen de productos vendidos en el año 2020. (Fuente: Administración de Indemat) .....	47
Figura 3.6. W-tank fabricados según número de placas. (Fuente: Administración de Indemat) .....	48
Figura 3.7. Tabla comparativa del producto W-tank en 2019 y 2020. (Fuente: Administración de Indemat) .....	48
Figura 3.8. El árbol de flujo de información. (Fuente: Elaboración Propia) .....	50
Figura 3.9. Esquema de interacción Shipper con el sistema SIGAG. (Fuente: Elaboración Propia) .....	51
Figura 3.10. Lote mínimo y stock mínimo de una pieza. (Fuente: Fábrica de Indemat).....	52
Figura 3.11. Proceso de solicitud de suministros. (Fuente: Elaboración Propia) .....	53
Figura 3.12. Segregación por tipo de logística (Fuente: Elaboración Propia) .....	55
Figura 3.13. Flujos de información desde la entrega del pedido hasta el envío de producto terminado. (Fuente: Elaboración Propia) .....	56
Figura 3.14. Piezas en KIT de suministro. (Fuente: Indemat, departamento técnico).....	57
Figura 3.15. Carga de equipos: placas, maquinaria y KIT de suministro. (Fuente: Elaboración Propia) .....	58
Figura 3.16. Variedad de cantilevers. (Fuente: Indemat, departamento técnico) .....	59
Figura 3.17. Cantilever con las placas del W-Tank. (Fuente: Indemat, departamento técnico).....	59
Figura 3.18. Regiones de envío de productos en 2020. (Fuente: Aguambiente, departamento logística) .....	61
Figura 3.19. Cuota total de los transportistas en 2020. (Fuente: Aguambiente, departamento logística) .....	62
Figura 3.20. Los envíos de contenedores en 2020 (Fuente: Aguambiente, departamento logística) .....	62
Figura 3.21. Tipos de contenedores y sus características. (Fuente: Aguambiente, departamento logística) .....	64



Figura 4.1. Ejemplo de tornillos (bolts). (Fuente: <a href="http://www.aliexpress.com">www.aliexpress.com</a> ) .....	67
Figura 4.2. Desarrollo del proyecto. (Fuente: Elaboración propia) .....	70
Figura 4.3. Parte del árbol de producto W-tank. Ejemplo. ....	71
(Fuente: Elaboración propia).....	71
Figura 4.4. Demanda mensual de 1/2" x 1 1/2" en 2020-2021. (Fuente: Elaboración propia) .....	72
Figura 4.5. Stock actual de bolts en mayo 2021 . (Fuente: Elaboración propia) .....	73
Figura 4.6. Zona 004 de tornillos de China. (Fuente: Elaboración propia) .....	73
Figura 4.7. El plan de Zona 004. (Fuente: Indemat S.L.).....	74
Figura 4.8. El declive en varios sectores. (Fuente: WTO) .....	75
Figura 4.9. Las estadísticas globales. (Fuente: WTO).....	76
Figura 4.10. MRP para componente Bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Elaboración propia) .....	77
Figura 4.11. MRP modificado para componente Bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Elaboración propia).....	77
Figura 4.12. Método Multiplos de cantidad fija según %defectuoso.....	78
(Fuente: Elaboración propia).....	78
Figura 4.13. MRP para componente Bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Fuente: Gestión de Stocks. Máster Logística. Universidad de Valladolid) .....	79
Figura 4.14. MRP para componente Bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Gestión de Stocks. Master Logística. Universidad deValladolid).....	79
Figura 4.15. NB de bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Elaboración propia) .....	80
Figura 4.16. NN de bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Elaboración propia).....	80
Figura 4.17. NN de bolt 1/2 X1 1/2 en Excel. (Fuente: Elaboración propia).....	81
Figura 4.18. RP de bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Elaboración propia).....	81
Figura 4.19. RP de bolt 1/2 X1 1/2 en Excel. (Fuente: Elaboración propia) .....	81
Figura 4.20. EX de bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Elaboración propia) .....	81
Figura 4.21. EX de bolt 1/2 X1 1/2 en Excel. (Fuente: Elaboración propia) .....	82
Figura 4.22. LP de bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Elaboración propia).....	82
Figura 4.23. LP de bolt 1/2 X1 1/2 en Excel. (Fuente: Elaboración propia).....	82
Figura 4.24. Sistema convencional del almacén en Indemat. ....	83
(Fuente: Elaboración propia).....	83
Figura 4.25. Estanterías cantilever del almacén en Indemat.....	84
(Fuente: Elaboración propia).....	84
Figura 4.26. Almacén intermedio en Indemat. (Fuente: Elaboración propia) .....	84
Figura 4.27. Rotacion de bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Elaboración propia).....	85
Figura 4.28. Método ABC de tornillos. (Fuente: Elaboración propia) .....	85
Figura 4.29. Cuota de cada grupo. (Fuente: Elaboración propia).....	86
Figura 4.30. Cuota de cada grupo. (Fuente: Elaboración propia).....	86
Figura 4.31. Cuota de cada grupo. (Fuente: Elaboración propia).....	87
Figura 4.32. Optimización de espacio en zona 004. (Fuente: Elaboración propia) .....	88
Figura 4.33. Zona de tornillos antes/después. (Fuente: Elaboración propia) .....	88
Figura 5.1. Producción de placa. Módulo Pick-Time. (Fuente: Indemat S.L.) .....	90
Figura 5.2. Producción de W-tank. Módulo Pick-Time. (Fuente: Indemat S.L.) .....	90
Figura 5.3. Tablero Kanban (Kanban Board). (Fuente: Indemat S.L.).....	92
Figura 5.4. Intercambio de información dentro de oficina técnica. (Fuente: Elaboración propia) .....	93
Figura 5.5. Modernización de los flujos de información. (Fuente: Elaboración propia) .....	95
Figura 5.6. Guía de lectura del Cuadrante Mágico de Gartner. (Fuente: Elaboración propia).....	99
Figura 5.7. Cuadrante Mágico de Gartner. (Fuente: <a href="http://www.g2.com">www.g2.com</a> ) .....	100
Figura 5.8. Matriz alternativas – criterios. (Fuente: Elaboración propia) .....	102
Figura 5.9. Método Asignación lineal. (Fuente: Elaboración propia) .....	102
Figura 5.10. Resultados de toma de decisión. (Fuente: Elaboración propia).....	102
Figura 5.11. Disposición de la fase de desarrollo en Trello. (Fuente: Elaboración propia) .....	104
Figura 5.12. Ejemplo de Check List en la aplicación Trello para el desarrollo del proyecto de W-tank. (Fuente: Elaboración propia).....	105
Figura 5.13. Uso de Trello en producción. (Fuente: <a href="http://www.kaizencenter.kz">www.kaizencenter.kz</a> ) .....	106
Figura 5.14. Movimiento de placas en la fábrica e intercambio de información. (Fuente: Elaboración propia) .....	107
Figura 5.15. Disposición de la fase de producción en Trello. (Fuente: Elaboración propia) .....	107
Figura 5.16. Check List en tarjeta Kanban para W-tank (a la derecha) y placa (a la izquierda). (Fuente:Elaboración propia).....	108





Figura 5.17. Ahorro en el consumo de material. (Fuente: Elaboración propia) .....	109
Figura 5.18. Coste de almacenamiento por m2. (Fuente: Elaboración propia) .....	109
Figura 5.19. Costes de almacenamiento de las placas por mes y año. (Fuente: Elaboración propia) .	110
Figura 5.20. Aumento de la productividad laboral. (Fuente: Elaboración propia).....	110
Figura 5.20. Productividad laboral (Fuente: www.antegra.ru) .....	111
Figura 6.1 Organización del proyecto. (Fuente: Elaboración propia) .....	114
Figura 6.2. Fases del desarrollo del proyecto. (Fuente: Elaboración propia) .....	116
Figura 6.3. Días efectivos anuales. (Fuente: Elaboración propia) .....	117
Figura 6.4. Semanas efectivas anuales. (Fuente: Elaboración propia) .....	117
Figura 6.5. Costes del equipo de profesionales. (Fuente: Elaboración propia).....	117
Figura 6.6. Costes del equipo de desarrollo. (Fuente: Elaboración propia) .....	118
Figura 6.7. Costes del equipo de edición. (Fuente: Elaboración propia) .....	118
Figura 6.8. Costes del material consumible. (Fuente: Elaboración propia) .....	119
Figura 6.9. Costes indirectos. (Fuente: Elaboración propia).....	119
Figura 6.10. Horas dedicadas por persona al proyecto. (Fuente: Elaboración propia) .....	119
Figura 6.11. Costes asociados a la Fase 1. (Fuente: Elaboración propia) .....	120
Figura 6.12. Costes asociados a la Fase 2. (Fuente: Elaboración propia) .....	121
Figura 6.13. Costes asociados a la Fase 3. (Fuente: Elaboración propia) .....	121
Figura 6.14. Costes correspondientes a la Fase 4. (Fuente: Elaboración propia) .....	122
Figura 6.15. Costes correspondientes a la Fase 5. (Fuente: Elaboración propia) .....	122
Figura 6.16. Costes totales de cada fase. (Fuente: Elaboración propia).....	123
Figura 7.1. El resultado total del trabajo realizado. (Fuente: Elaboración propia) .....	125
Figura 7.2. Layout exterior de la fabrica Indemat. (Fuente: Elaboración propia).....	126
Figura 7.3. La implenentación de la IA en los almacenes. (Fuente: MHI) .....	129





# Capítulo 1. Introducción

## 1.1. Motivación y justificación

El presente proyecto está dedicado al análisis de la empresa Indemat, que es líder en España en la fabricación de productos de material compuesto para el tratamiento del agua. El análisis de la empresa en términos de logística es la piedra angular en el desarrollo del TFM. La información obtenida ayudó a formar los principales vectores del estudio, para observar la estructura de los procesos de producción de la empresa y tomar medidas para reducir los gastos en la logística interna.

En primer lugar, existen varias motivaciones para realizar este trabajo, que surgieron durante las prácticas empresariales. La principal motivación es mejorar el proceso de adquisición de materiales con largos plazos de entrega para evitar la interrupción de la fabricación.

La segunda motivación tiene su origen en la primera. Para una planificación de alta calidad, es importante seleccionar las metodologías y herramientas adecuadas. A partir de ahí, es necesario utilizar lo que existe en el mercado y mejorar gradualmente las herramientas de planificación ya usadas para reducir las pérdidas de producción, ahorrar recursos financieros y dirigirlos a la mejora de las áreas más atrasadas de la empresa. Por ello, se debe señalar que la aplicación de las tecnologías modernas, los robots, los drones no tripulados, la inteligencia artificial es muy significativa, pero no siempre está justificada económicamente. Muchas empresas en la fase actual de desarrollo no lo necesitan por las siguientes razones:

- Económico. La introducción de nuevas tecnologías, aunque es una ventaja competitiva, requiere enormes inversiones financieras.
- Falta de especialistas cualificados que puedan gestionar y aplicar las nuevas tecnologías.
- La finalidad del uso no siempre está clara para los empresarios, lo que supone un cierto riesgo económico. No es raro que las nuevas tecnologías y soluciones informáticas no se arraiguen en las empresas, generando pérdidas económicas.

La tercera razón es mejorar los KPI en la gestión de los procesos de producción y logística. También se debe señalar la importancia para las herramientas, es decir, su automatización y la fácil integración en los sistemas de información empresariales existentes. Lo cual sirve para aumentar la velocidad de transferencia de información relevante y reducir las pérdidas.

También es importante simplificar el proceso de intercambio de información y seguir una estrategia «Paper-less», que es una tendencia positiva en el marco del cuidado del medio ambiente. El desarrollo del presente proyecto se basa en los aspectos anteriormente mencionados.



## 1.2. Estructura del proyecto

La parte teórica del TFM aborda el desarrollo de los métodos de planificación de compras desde el inicio del nacimiento de la teoría de la gestión de inventarios hasta los modernos sistemas de información de tipo ERP-II. El control del nivel de inventario es una de las cuestiones más importantes de la logística interna y externa. Mantener el equilibrio en la gestión de los recursos materiales optimiza los costes financieros y garantiza una producción estable.

El tercer capítulo está dedicado al análisis de la empresa. La tarea importante de este proyecto es analizar los procesos internos existentes en Indemat y sus productos fabricados. La observación de la empresa es necesaria para comprender las formas existentes de intercambio de información, la estructura del sistema informático, la logística interna y externa y los objetivos de desarrollo estratégico.

El trabajo también considera el método MRP y su aplicación en la planificación de compras. Debido a la especificidad de los productos de la empresa, hay componentes únicos que requieren una planificación especial en el suministro. En el capítulo 4, se demuestra detalladamente cómo puede aplicarse el método anterior para reducir el riesgo de interrupción del suministro y optimizar el espacio de almacenamiento.

Desde el punto de vista de la gestión de los flujos de información, se sugiere considerar la herramienta Kanban virtual. El capítulo 5 destaca la importancia de esta aplicación para controlar no solo el trabajo del proyecto, sino también el proceso de producción. Los cálculos económicos demuestran su eficacia en términos de optimización de la productividad, digitalización de los procesos y reducción del tiempo de almacenamiento de los productos en el almacén. La herramienta pertenece al concepto de desarrollo sostenible y estable.

El estudio económico se basa en los cálculos de los costes asignados a cada fase del proyecto, los costes del material consumido y las amortizaciones para el equipo informático utilizado.

Las conclusiones extraídas de la investigación y las sugerencias formuladas para el desarrollo futuro ayudarán a la empresa a ajustar su estrategia y a considerar nuevas áreas, que mejoren la calidad del producto, la gestión de recursos, el aprovisionamiento, el almacenamiento y aumenten los beneficios.

## 1.3. Iniciación del desarrollo del proyecto

Según la definición del diccionario «Oxford languages», la logística es la teoría y la práctica del abastecimiento técnico y material. A este respecto, el Trabajo Fin de Máster propone considerar un conjunto de métodos y enfoques científicos en el ámbito de la gestión logística de las empresas.



Los procesos de la logística están interconectados y hace tiempo que dejó de ser habitual transporte de mercancías del punto A al punto B. Ahora es una dirección científica independiente y ninguna empresa dedicada a la producción y venta de bienes puede prescindir de los logístas.

Como cualquier otra ciencia, ha tenido cambios y en sus orígenes formaba parte de otras áreas de producción. Ahora la logística es un mecanismo de gestión completo de una empresa y combina no solo cuestiones de transporte, sino también la gestión empresarial, las tecnologías de la información, la gestión de recursos, la gestión de personal, el marketing, el almacenamiento y la producción.

El objetivo principal de la logística en la empresa es la entrega de productos en la cantidad y calidad adecuadas, justo a tiempo y al menor coste de suministro, producción, venta y transporte, y la logística incluye la recepción, el procesamiento y la transmisión de información.

Los subobjetivos logísticos se integran vertical y horizontalmente. Horizontalmente, se lleva a cabo la coordinación de las actividades de las unidades de la empresa en las conexiones directas y hacia atrás en el proceso de gestión de flujos. Por otro lado, se realiza una coordinación vertical de las acciones en todos los niveles de gestión de la empresa.<sup>1</sup>

Como parte del TFM, se realizó una encuesta pública en la red social Instagram con el fin de identificar los lugares más vulnerables en el ámbito del conocimiento de la logística moderna, su estructura y las herramientas utilizadas en la gestión de la empresa. El segundo objetivo era analizar la popularidad de la logística y su impacto en la sociedad. El número total de encuestados fue de 74.

Los objetivos de la encuesta eran:

- Llegar al mayor número de encuestados de diferentes sectores empresariales.
- Analizar el nivel de conocimiento de los procesos y componentes logísticos.
- Recoger información para actividades posteriores para el desarrollo del proyecto.

A los encuestados se les ofrecieron cuatro preguntas sencillas y dos opciones de respuesta Sí/No.

1. ¿La logística consiste en transportar mercancías del punto A al punto B?
2. ¿Sabe el término "logística interna"?
3. ¿Sabe lo que es el lean manufacturing?
4. ¿El almacenamiento está relacionado con la logística?

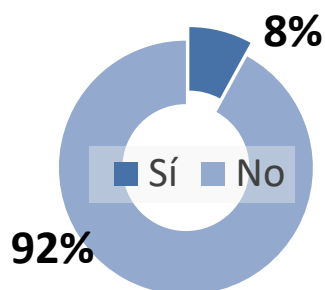
El rango de edad de los encuestados era de 25 a 40 años, el cual es el típico de la población más empleada en los diversos ámbitos de actividad. Entre los entrevistados había jefes de departamento, propietarios de empresas, especialistas en marketing, directores comerciales, representantes de empresas de transporte y personal de ventas. Los resultados de la encuesta se presentan en la figura 1.1.

---

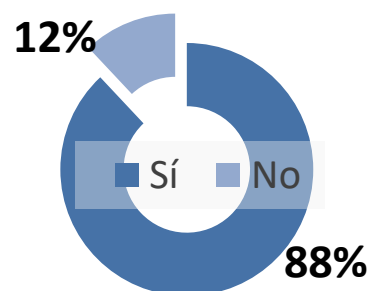
<sup>1</sup> Ankin, B., Rodkina, T., (2013). Fines, normas principales y objetivos. En B. A. Ankin, Logística. *Teoría y práctica. Fundamentos de logística*. (pp. 25-27). Moscú: Prospect.



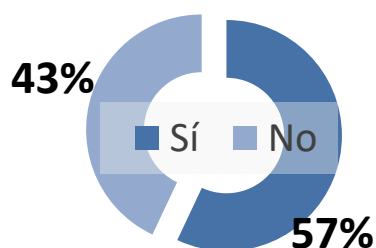
¿La logística consiste en transportar mercancías del punto A al punto B?



¿Conoce el término "logística interna"?



¿Sabe lo que es el lean manufacturing?



¿El almacenamiento está relacionado con la logística?

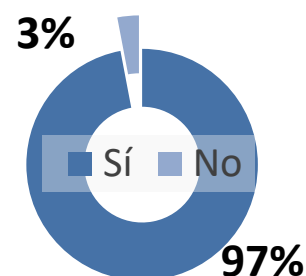


Figura 1.1. Resultados de encuesta pública. (Fuente: [www.instagram.com/dishkens](http://www.instagram.com/dishkens))

De los datos obtenidos se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- La mayoría de los encuestados tiene una idea general de para qué se necesita la logística y cuáles son las principales áreas de actividad de la empresa a las que afecta. Por lo tanto, se puede concluir que este tipo de actividad está en demanda y tiene un impacto positivo en la toma de decisiones en las tareas de producción. El desarrollo de la logística tiene una tendencia positiva.
- Un alto porcentaje de los encuestados 43% desconoce para qué sirve el lean manufacturing y cuál es su ámbito de aplicación, lo que permite concluir que esta dirección tiene grandes posibilidades y perspectivas de desarrollo para su implantación en la empresa. Como sub-componente, el Lean influye en la gestión de la empresa y en la reducción de los costes de producción.

Las deficiencias de la encuesta son:

- La encuesta se realizó en lengua rusa e incluyó encuestados de Rusia, Ucrania, Bielorrusia y Kazajistán.
- La encuesta se refiere a la percepción general de la logística.

Los datos obtenidos de la encuesta, los conocimientos prácticos adquiridos en Indemat y los conocimientos teóricos conseguidos en la Universidad de Valladolid



durante el Máster de Logística permitieron configurar las siguientes áreas para su posterior análisis en el proyecto presentado:

1. Gestión de compras.
2. Gestión de stock.
3. Análisis de las actividades empresariales en el ámbito de la gestión logística.
4. Análisis de las herramientas Lean seleccionadas, su aplicación práctica y su implementación en la empresa.
5. Un conjunto de medidas y propuestas para reducir los costes de producción de la empresa y mejorar la productividad laboral.

## 1.4. Alcance

El tema de este trabajo se eligió a partir de la encuesta y de la experiencia profesional adquirida en Indemat y, en consecuencia, de las carencias identificadas que podrían ser mejoradas.

El objetivo de este proyecto es realizar un estudio de las metodologías existentes en el ámbito de la gestión de recursos, compras y gestión de inventarios. Su puesta en práctica no solo minimiza la presión financiera sobre la empresa, sino que también reduce la cantidad de espacio utilizado en el almacén y optimiza el trabajo del personal.

Durante el análisis se puso de manifiesto que el sistema ERP es un mecanismo bastante complejo que necesita constantemente ajustes y puesta a punto. En función de la estrategia de la empresa, se añaden módulos/aplicaciones al sistema principal o se encarga un nuevo software a un proveedor. Estos enfoques son individuales, en los que las empresas asumen ciertos riesgos.

En un estudio detallado del tema, se comprobó que la complejidad de la producción hace que no se pueda aplicar una herramienta concreta en la planificación de las compras. Es necesario considerar cada producto y seleccionar la mejor opción en la gestión de compras y recursos en función de las circunstancias internas y externas. El proyecto presentará cálculos económicos a través del método MRP para un solo producto. Su singularidad radica en las propiedades físicas, el precio y la ubicación del proveedor. El Plan de pedidos tiene una duración de un año y está dividido en tres secciones. La primera parte se basa en los contratos firmados con los clientes, y las otras dos en las previsiones de mercado y el consumo de productos del periodo anterior.

El TFM considerará la herramienta Kanban y su aplicación no solo en la producción, sino también en el departamento técnico. Para ello, se realizará un análisis de mercado, una metodología de toma de decisiones, un cálculo del impacto económico positivo gracias a la implantación de esta aplicación en el sistema informático principal.

La versión básica es gratuita y tiene un periodo de implantación de 2 años. Esto es necesario para estudiar a fondo la eficacia de la herramienta y desarrollar una funcionalidad única para las necesidades de la empresa. Más adelante, se le ofrece crear su propio módulo o adquirir una suscripción de pago.







## Capítulo 2. Gestión de compras y control de inventarios en el sistema logístico de la empresa

La disponibilidad de existencias permite ejecutar sin problemas el programa de producción establecido. La falta de materiales en la empresa debido al agotamiento de las existencias interrumpe el ritmo del proceso de producción, provoca paradas de los equipos o incluso la necesidad de reestructurar el proceso tecnológico.

Las existencias forman parte del activo circulante de una empresa, es decir, intervienen una vez en el proceso de producción o consumo. Se clasifican en tres tipos:

- Existencias;
- Inventarios en trabajos en curso;
- Inventarios de productos terminados.<sup>2</sup>

La razón principal de la aparición de inventarios es el desajuste en el espacio y el tiempo de la producción y el consumo de recursos materiales.<sup>3</sup> La necesidad de almacenar es especialmente importante debido al continuo crecimiento de la productividad del trabajo social. Y esto ocurre debido a la expansión y profundización de los procesos de especialización y cooperación. Por ello, cada vez son más las empresas que participan en la producción del producto final. La necesidad de mover entre ellos los medios de producción lleva a la formación de más y más stocks, tanto en tamaño como en nomenclatura.

En base a lo anterior, se puede concluir que el control del nivel de inventario es una de las cuestiones más importantes de la logística interna. Por un lado, el almacenamiento constante de existencias en grandes volúmenes supone costes de producción y gastos financieros para la empresa; por otro lado, la falta de existencias conlleva ciertos riesgos en forma de interrupción de la producción en caso de problemas con el proveedor. A continuación se propone considerar las herramientas y métodos de control sobre la gestión de los procesos de compra y el nivel de piezas de recambio en stock.

### 2.1. Desarrollo e la teoría de la gestión de inventarios

A pesar de que la necesidad de realizar inventarios existe desde hace varios milenios, las primeras concepciones teóricas, justificaciones y generalizaciones aparecieron hace solo unos siglos. La mayoría de los expertos que estudian los problemas de la gestión de inventarios señalan que la teoría de los inventarios empezó

---

<sup>2</sup> Mirotin, L., (2002). Trabajo en curso. En M.P. Ulitskii. *Logística para el empresario. Manual de formación.* (pp. 195). Moscú: INFRA-M

<sup>3</sup> Antipenko, V., Babich, N., (2021). Optimizing inventory levels is a logistics challenge. *American Scientific Journal*, 47, 41-50.



a tomar forma en los siglos XVIII-XIX. Durante este periodo, no era un campo científico independiente, y estaba en el marco de la economía política. Así, los trabajos de A. Smith, D. Ricardo, K. Marx proporcionan una justificación de la existencia de inventarios en la economía, se intenta agruparlos, se consideran algunas leyes de formación de existencias.

La primera etapa del desarrollo de la teoría de la gestión de inventarios comenzó en los siglos XVII-XIX. En 1888 se publicó uno de los primeros libros dedicados al problema del aprovisionamiento, "The handling of railway supplies. Their purchase and disposition", de M. Kirkman.<sup>4</sup>

La segunda etapa de desarrollo de la teoría de la gestión de inventarios se refiere al periodo comprendido entre 1920 y 1960. En 1915 - 1922 varios autores (R. Davis, H.S. Owen, R.H. Wilson, W.A. Miller, G. Pennington, etc.),<sup>5</sup> trabajando de forma independiente, obtuvieron la fórmula del volumen de lote económico, reduciendo los costes totales de almacenamiento del producto, para el caso en que la demanda es conocida y tiene un tamaño estable. Esta fórmula se conoce como fórmula de Wilson. No existe una opinión concreta entre los expertos sobre quién es el autor del cálculo de la cantidad óptima de pedido (EOQ).

Los modelos matemáticos de gestión de inventarios permiten encontrar el nivel óptimo de existencias de algún producto que minimice el coste total de la compra, la realización y la entrega de un pedido, el almacenamiento del producto y las pérdidas por su escasez. El modelo de Wilson es el más sencillo y describe la situación de compra de productos a un proveedor externo (figuras 2.1, 2.2, 2.3, 2.4) que se caracteriza por los siguientes supuestos:

- la intensidad del consumo es un valor a priori conocido y constante;
- el pedido se entrega desde un almacén en el que se guardan las mercancías producidas previamente;
- el plazo de entrega del pedido es un valor conocido y constante;
- cada pedido se entrega en un solo lote;
- el coste de la ejecución del pedido es independiente del tamaño del mismo;
- el coste de almacenamiento de las existencias es proporcional a su tamaño;
- la falta de existencias (déficit) es inaceptable.<sup>6</sup>

$$Q_w = \sqrt{\frac{2Kv}{s}}$$

**Figura 2.1. Volumen de lote económico según Wilson. (Fuente: Curso de métodos y modelos económico-matemáticos, T. Alesinskaya)**

<sup>4</sup> Kirkman, M., (1888). The handling of railway supplies. Their purchase and disposition 1888. (pp. 3-209). Chicago: C.N. Trivess.

<sup>5</sup> Wilson, R., (1934) A scientific routint for stoc control, Harward business review, 1, 116-128.

<sup>6</sup> Alesinskaya, T., (2013). Gestión de inventarios. En G. V. Gorelova, *Tutorial de resolución de problemas. Curso de métodos y modelos económico-matemáticos* (pp. 128-133).Taganrog: Universidad Federal del Sur.



$K$  – costes de ejecución de la orden, incluyendo la operación y la entrega de la orden, [euros].;  $v$  – intensidad de consumo de existencias, [unidades/unidad t];  
 $s$  – costes de almacenamiento del inventario, [euro/unidad de inventario \* unidad t]

$$L = K \cdot \frac{v}{Q} + s \cdot \frac{Q}{2}$$

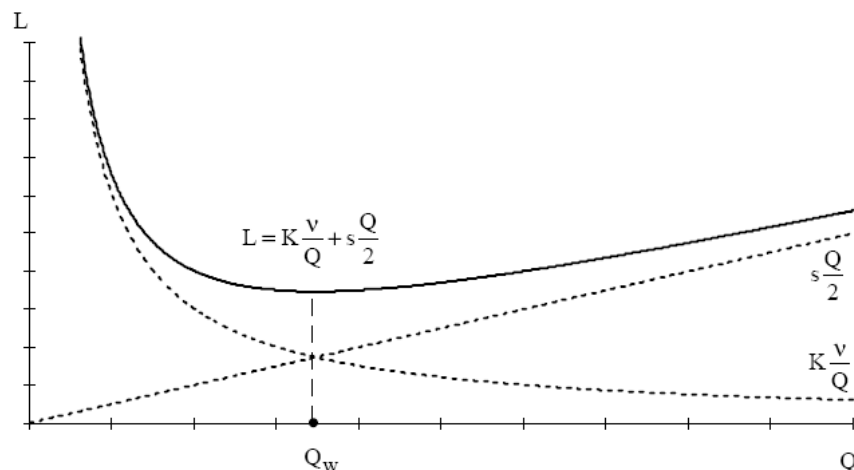
**Figura 2.2. Costes totales de gestión del inventario por unidad de tiempo.**  
(Fuente: Curso de métodos y modelos económico-matemáticos, T. Alesinskaya)

$L$  – costes totales de gestión del inventario por unidad de tiempo, [euro./t];

$$h_0 = v \cdot t_p$$

**Figura 2.3. Punto de pedido.** (Fuente: Curso de métodos y modelos económico-matemáticos, T. Alesinskaya)

$h_0$  – punto de pedido, es decir, el tamaño de las existencias en el almacén en el que es necesario hacer un pedido para la entrega del siguiente lote, [unidades de mercancía].;  $t_p$  – tiempo de entrega del pedido, [unidad t].

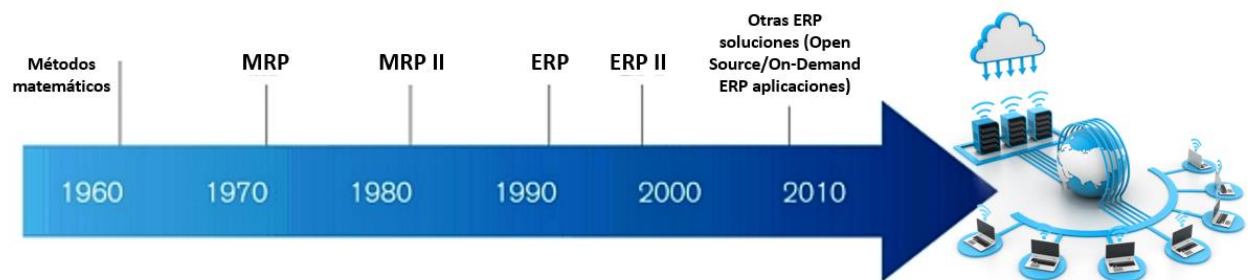


**Figura 2.4. Gastos en modelo de Wilson .** (Fuente: Manual. Métodos y modelos económicos y matemáticos, T. Alesinskaya)

El gran interés por la gestión de inventarios que surgió en las décadas de 1920 y 1930 puede explicarse por la crisis económica que se convirtió en la Gran Depresión, cuando las empresas con exceso de existencias sufrieron pérdidas considerables.



La publicación de los economistas C. Arrow, T. Harris y J. Marshak, fue una de las primeras en presentar un análisis matemático de un modelo simple del sistema de gestión de existencias,<sup>7</sup> y en 1953 T. Whittin desarrolló una versión probabilística del modelo proporcionado. T. Whittin prestó especial interés a los almacenes en los modelos económicos matriciales y a su importancia en el sistema de defensa pública de Estados Unidos. Después, en Estados Unidos, se publicaron varios libros sobre gestión de inventarios especializados para empresas industriales.<sup>8</sup> En los años 50, se estudiaron modelos dinámicos y probabilísticos de gestión de inventarios, y se propusieron soluciones para modelos multinominales y multiproducto, teniendo en cuenta diferentes tipos de restricciones; han surgido estudios regulares y se han obtenido los primeros resultados sobre la creación de modelos (estrategias) de gestión de inventarios. La mayoría de los expertos creen que durante este periodo, la teoría del stock surgió como un campo científico independiente, que a su vez se basaba en la teoría de la probabilidad y la estadística matemática, la teoría de los juegos, etc. La figura 2.5. muestra la evolución de la teoría de la gestión de inventarios.<sup>9</sup>



**Figura 2.5. Desarrollo de gestión de inventarios . (Fuente: Evolución en los sistemas MRP y ERP. Dionisio Cruz. [www.timetoast.com](http://www.timetoast.com))**

La etapa que se inició en los años 70 continúa hasta hoy. Las tecnologías de la información y los programas informáticos han contribuido al desarrollo de la teoría de los inventarios, ya que han creado oportunidades para la formulación y aprobación de modelos más complejos de gestión de inventarios, han aparecido las condiciones para obtener decisiones más precisas y la rápida adopción de medidas correctivas en los sistemas de gestión de inventarios.

La tercera etapa de la teoría de la gestión de inventarios está marcada por el estudio de modelos analíticos y métodos de gestión de inventarios, así como por un amplio uso de las modernas tecnologías de la información: MRP, MRPII, ERP, QR JIT.<sup>10</sup> Esto contribuyó al desarrollo de la teoría de los inventarios y a su aplicación en la práctica en la gestión logística en forma de métodos cuantitativos para la gestión de los

<sup>7</sup> Harris, E., (1955), *Economist and policy maker*, (pp.234). Twentieth Century, 16.

<sup>8</sup> Leontief, W., (1989), *International Input-Output Association. Economic Systems Research*, 1(1), (pp. 3-4).Routledge: Taylor y Finance group.

<sup>9</sup> Cruz, D., (2021), *Evolución en los sistemas MRP y ERP*, <https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-en-los-sistemas-mrp-y-erp>

<sup>10</sup> Korsten, D., Petzl, J., (2006). *Interacción eficaz con el cliente. Integración entre cadenas logísticas*, (pp. 116) Moscú: Centro KIA.



procesos de flujo. En el concepto de logística, el sistema de gestión de inventarios es una de las funciones importantes de los sistemas de gestión empresarial y es también uno de los poderosos motores de su desarrollo.

Diversos conceptos, métodos y sistemas basados en la tecnología de la información con unidades y módulos de toma de decisiones para la gestión de inventarios han encontrado aplicación en la práctica de varias empresas.

## 2.1.1. Método ABC

Uno de los métodos más utilizados y sencillos en el ámbito de la gestión de almacenes y el control del nivel de existencias se denomina ABC: todos los materiales a controlar se clasifican en tres categorías: A, B y C.

En este caso, la categoría A incluye los materiales más importantes para la empresa en cuestión y que se consumen en cantidades significativas. Por regla general, estas acciones se controlan diariamente. El grupo C incluye varios materiales auxiliares que se consumen raramente y en pequeñas cantidades; su ausencia no tiene un impacto significativo en el proceso de producción. La categoría B ocupa una posición intermedia entre la A y la C, con una frecuencia de control de 3-4 veces al mes.<sup>11</sup>

Para optimizar los materiales de la categoría A, es necesario aplicar el método de cálculo del lote óptimo del pedido, que puede aplicarse en diferentes sistemas de gestión de materiales. El más sencillo es un sistema de tamaño de pedido fijo.

La aplicación del método ABC le permite centrarse en controlar solo los tipos de reservas más importantes (categorías A, B) y ahorrar tiempo y recursos como se muestra en la figura 2.6.

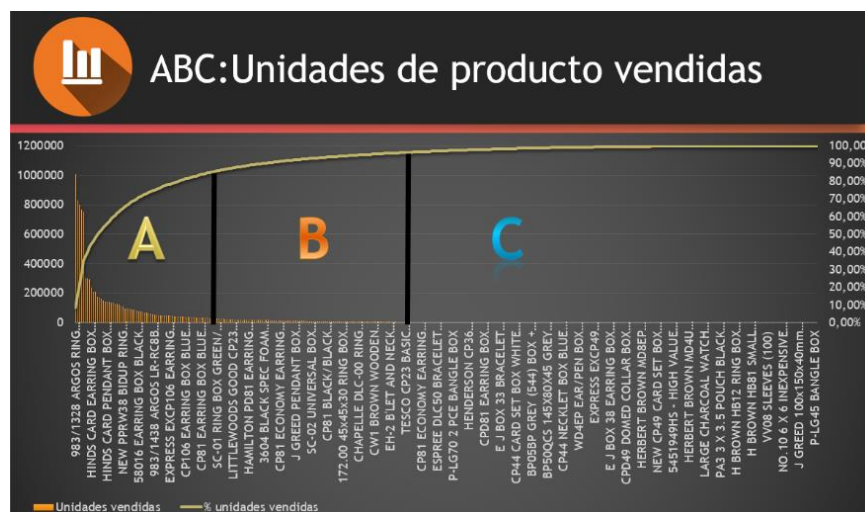


Figura 2.6. Ejemplo de método ABC. Unidades de producto vendidas. (Fuente: Elaboración propia)

<sup>11</sup> Kozlovskiy, V., (2003). Analisis ABC. En V. Kozlovskiy. *Gestión de la producción: Manual*. (p.574). Moscú: Infra.



El método ABC es universal y puede utilizarse para diferentes indicadores como el valor de los productos, las líneas de productos, el coste total y las unidades de producto vendidas. Pero en la mayoría de los casos el principal indicador es la rotación del producto, que se determina mediante la fórmula indicada en la figura 2.7:

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Ventas (und/año)}}{\text{Stock promedio (und/año)}}$$

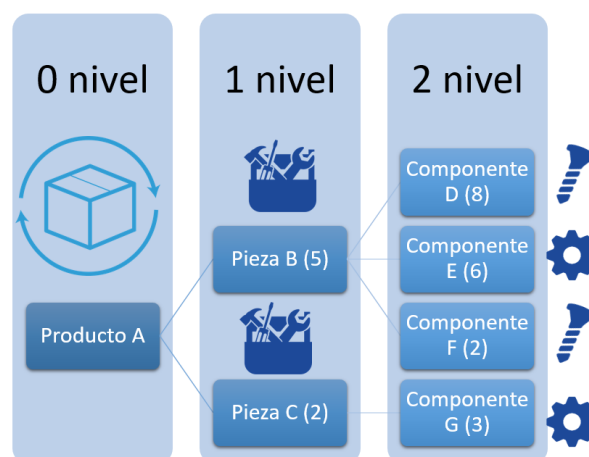
**Figura 2.7. Cálculo de rotación. (Fuente: Gestión de Stocks. Master Logística. Universidad de Valladolid)**

Hay que tener en cuenta que el cálculo de la rotación se realiza para cada tipo de producto con el fin de seguir aplicando el método ABC.<sup>12</sup>

## 2.1.2. MRP

El sistema de categoría MRP (Material Requirements Planning) permite una gestión óptima de los suministros de componentes al proceso de producción mediante el control de las existencias en el almacén y de la propia tecnología de producción.

El sistema de categoría MRP se basa en la planificación de las necesidades de material del departamento de la empresa, de la organización en su conjunto. La tarea principal de la planificación de necesidades es garantizar la disponibilidad de la cantidad necesaria de materiales-piezas requeridos en cualquier momento dentro del período de planificación, junto con una posible reducción de las existencias permanentes y, en consecuencia, la descarga del almacén. La figura 2.8 ilustra el aspecto de la composición del producto final.



**Figura 2.8. Árbol del producto A. (Fuente: Elaboración propia)**

<sup>12</sup> Mateo, M., (2020). Gestión de Stocks. Curso Máster Logística, (p. 35). Valladolid: Universidad de Valladolid.



Los objetivos de la utilización de la norma MPR son:

- Programar el suministro de todos los componentes para eliminar el tiempo de parada de la producción y minimizar las existencias en almacén;
- Reducción de las existencias de componentes, además de la evidente descarga de los almacenes;
- La reducción de los costes de almacenamiento ofrece una serie de ventajas indiscutibles, la más importante de las cuales es minimizar los fondos congelados invertidos en la compra de materiales.<sup>13</sup>

Los principales elementos del módulo MRP son los siguientes recursos de información:

- La Ficha de Estado de Inventario (Inventory Status File) es el principal elemento de entrada del módulo MRP. Debe contener la información más completa sobre todos los tipos de materias primas y materiales componentes necesarios para la fabricación del producto final. También debe especificarse el estado de cada material: la cantidad en stock, los pedidos actuales o los previstos, así como una descripción del inventario de este producto, la ubicación del proveedor, los precios, los posibles retrasos en la entrega, los datos de los proveedores;
- Plan Maestro de Producción (Master Production Schedule) — programa de asignación de tiempo optimizado para la producción del lote requerido de productos terminados para el período o rango de períodos planificados;
- Lista de componentes del producto final (Bills of Material File) — la lista materiales y sus cantidades necesarias para producir el producto final. Además, aquí se describe la estructura del producto final.<sup>14</sup>

Se crea una necesidad de material completa para cada periodo de tiempo. Se trata de un cuadro integrado, que expresa la necesidad de cada material, en cada momento concreto.

Se calcula la necesidad neta (la cantidad de material que hay que pedir o producir, en el caso de la fabricación interna de componentes) en un momento dado.

La necesidad neta de material se convierte en el correspondiente plan de para los materiales requeridos y, si es necesario, se modifican los planos existentes. Los resultados del módulo MRP son:

- Plan de pedidos (Planned Order Schedule) — la cantidad de cada tipo de material necesaria en cada periodo de tiempo considerado durante el periodo de planificación.
- Cambios en el plan de pedidos (Changes in planned orders) — modificaciones de pedidos previamente planificados.

El concepto de MRP tiene un grave defecto. El cálculo de las necesidades de material no tiene en cuenta:

---

<sup>13</sup> Ryzhikov, Y., (2001). *Teoría de filas y gestión de inventario*. San Petersburgo: Piter

<sup>14</sup> Oleinik, P., (2011). *MRP II, Normas básicas de los sistemas de información de las empresas: MPS, MRP, MRP II, ERP, CSRP, ERP II.*, (pp. 43-50). República de Moldavia: Lap Lambert Academic Publishing.



- Capacidad de producción, su utilización;
- El coste de la mano de obra, etc.

Por ello, en los años 80 el sistema MRP de ciclo cerrado se transformó en un sistema de planificación de recursos de producción (manufactory resource planning), que se denominó MRP II.<sup>15</sup>

### 2.1.3. MRP-II

Los sistemas MRP II (Manufacturing Resource Planning) son una evolución de los sistemas MRP y se centran en la planificación eficiente de todos los recursos de la planta de producción.

Los módulos MRP II suponen la participación del componente financiero (planificación empresarial) en la integración de la información. En los sistemas MRP II se suponen las herramientas especiales de preparación del plan financiero y de presupuestación, previsión y gestión de la tesorería, en base a las cuales se determina la posibilidad de realización del plan de producción en términos de tesorería y flujo de caja previsto.<sup>16</sup> La tabla de diferencias se muestra en la figura 2.9.

MRP I	MRP II
Planifica las necesidades de aprovisionarse de materia prima.	Planifica la capacidad de recursos de la empresa.
Basado en el plan maestro de producción, como principal elemento.	Basado como principal punto de apoyo en la demanda, y estudios de mercado. (Niveles de MRP II)
Solo abarca la producción	Abarca más departamentos, no solo producción si no también el de marketing, finanzas e ingeniería.
Surge de la práctica y la experiencia de la empresa.	Surge de estudio del comportamiento de las empresas.
Sistema abierto.	Mejor adaptación a la demanda del mercado.

Figura 2.9. Diferencia entre MRP y MRP II. (Fuente: Sistemas MRP, MRP II y ERP. es.slideshare.net)

La esencia del concepto MRP II: la previsión, la planificación y el control de la producción se realizan en función del ciclo de vida del producto, empezando por la compra de la materia prima y terminando con el envío del producto al consumidor.<sup>17</sup>

Es un sistema de planificación conjunta de inventarios y recursos de producción, caracterizado por:

- planificación empresarial;
- la planificación de las ventas;

<sup>15</sup> Logists.by, (2021). Sistema MRP - planificación de necesidades de material. Recuperado el 18 de febrero de 2021 de: <https://logists.by/logistics/logistics-tools/sistema-mrp>

<sup>16</sup> Gavrillov, D.,(2008). *Gestión de la producción basada en la estándar MRP II*. (2 ed.) San Petersburgo: Piter.

<sup>17</sup> Villamizar, D., Pimiento, M., (2004). Sistemas MRP, MRP II y ERP. Recuperado el 5 de abril de 2014 de: <https://es.slideshare.net/danielvillamizarb/mrp-mrp-ii-erp-definicionconceptos>





- la planificación de la producción;
- planificación de las necesidades de material;
- planificación de la capacidad;
- varios sistemas de gestión.

La norma MRP II se desarrolló en EE.UU. y cuenta con el apoyo de la American Production and Inventory Control Society (APICS).<sup>18</sup>

Requisitos para los sistemas de clase MRPII: deben realizar una cierta cantidad de estas funciones básicas:

- Planificación de Ventas y Operaciones (Sales and Operation Planning).
- Gestión de la demanda (Demand Management).
- Maestro de Producción (Master Production Schedule).
- Planificación de Requerimientos de Material (Material Requirements Planning).
- Lista de materiales (Bill of Materials).
- Inventory Transaction Subsystem.
- Entregas programadas (Scheduled Receipts Subsystem).
- Producción en Masa (Shop Flow Control).
- Planificación de los Recursos de Capacidad (Capacity Requirement Planning).
- Control de entrada/ salida (Input/output control).
- Gestión de compras (Purchasing).
- Distribución de Recursos (Distribution Recourse Planning).
- Tooling Planning and Control.
- Gestión financiera (Financial Planning).
- Simulación (Simulation).
- Evaluación de los resultados (Performance Measurement).

Como resultado de la aplicación de los sistemas MRPII se debe implementar:

- Obtención operativa de información sobre los resultados actuales de la actividad La aplicación de los sistemas MRPII debe dar lugar a: la obtención operativa de información sobre los resultados actuales de la empresa en su conjunto, y con el detalle completo por órdenes separadas, tipos de recursos, la aplicación de los planes;
  - Planificación a largo plazo, operativa y detallada de las actividades de la empresa con la posibilidad de ajustar los datos planificados en función de la información operativa;
  - Optimización de los flujos de producción y materiales con una importante reducción de los costes no relacionados con la producción reducción de los costes de no producción y reducción real de los recursos materiales en los almacenes;
  - Un reflejo de los resultados financieros de la empresa en su conjunto.
- Diagrama de flujo de procesos muestra figura 2.10.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> Vernikov, G. (2018). Descripción del estándar MRPII. Online periódico Gestión empresarial. Recuperado el 24 de enero de 2018 de: <https://www.cfin.ru/vernikov/mrp/mrp2.shtml?printversion>

<sup>19</sup> Phillips, S., (2016). Chapter 13 MRP: Material Requirement Planning ERP: Enterprise Resource Planning. Recuperado en 2016 de: <https://slideplayer.com/slide/10918008/>

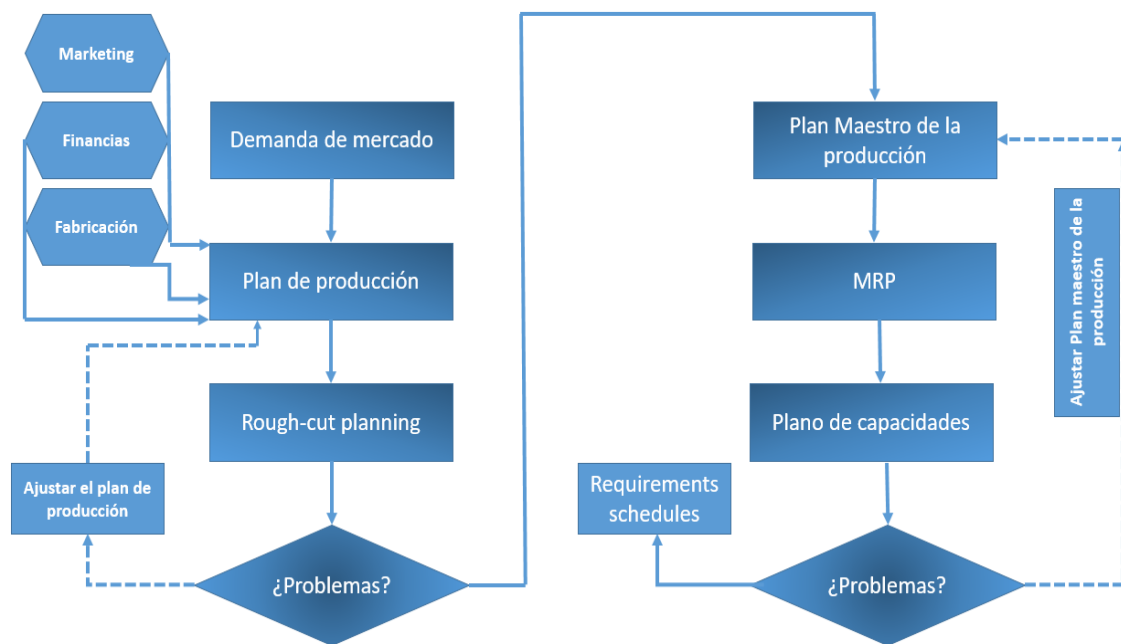


Figura 2.10. Diagrama de flujo (Flowchart) de MRP II. (Fuente: Chapter 13. MRP and ERP, Stanley Phillips. [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com))

El análisis detallado y las pruebas del sistema revelaron las siguientes deficiencias del MRP-II:

- Solo orientación personalizada al pedido;
- Débil integración del diseño y la ingeniería;
- Débil integración del sistema de procesos tecnológicos;
- Débil integración de la planificación del personal y de la gestión financiera.

Además de los sistemas MRPII y ERP, es típica la presencia de un subsistema especial de gestión de la realización de proyectos a largo plazo (Project Management) que supone una planificación totalmente funcional de los recursos materiales, los recursos de mano de obra, los equipos, la preparación de calendarios de trabajo, la gestión del progreso y la facturación de los proyectos realizados.

## 2.1.4. DRP

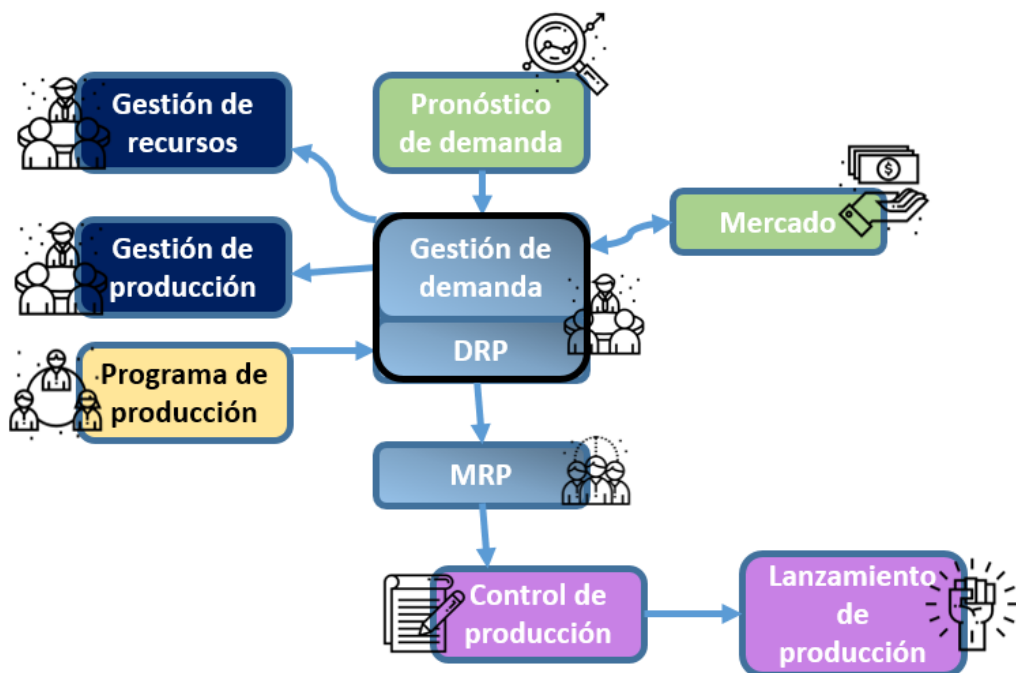
Los sistemas MRP están definidos por el programa de producción, que está regulado y controlado por la empresa-fabricante del producto final. El funcionamiento de los sistemas DRP se basa en la demanda de los consumidores, que no está controlada por la empresa. Los sistemas DRP planifican y regulan el nivel de existencias en las bases y almacenes de la empresa en la propia red de distribución de productos básicos o en los intermediarios del comercio mayorista.



Los sistemas DRP proporcionan una solución óptima (planificación, contabilidad y control) de las tareas de transporte para el movimiento de recursos materiales y de productos acabados.<sup>20</sup>

Planificación de los Recursos de Distribución o Distribution Resource Planning es un tipo de mejora de la arquitectura del sistema MRP para los canales de distribución de productos acabados y proporcionan una solución óptima (planificación, contabilidad y gestión) de las tareas de transporte para su movimiento.

La interacción de los sistemas se representa en la figura 2.11.



**Figura 2.11. Impacto del DRP al sistema MRP. (Fuente: Gestión de la producción: Manual. V. Kozlovskiy)**

El DRP permite no solo considerar la situación económica, sino también influir en ella. Este sistema garantiza una relación estable de suministro, producción y venta mediante el uso de elementos del sistema MRP. La gestión de la producción en el sistema DRP consta de dos etapas:

- La primera consiste en una planificación agregada que utiliza las previsiones y los datos sobre los pedidos reales recibidos (agregación: combinación de unidades o datos individuales en un único indicador);
- La segunda se crea un programa de producción, se desglosa el plan de producción y se elabora un plan especializado con fechas concretas, cantidades de componentes y productos acabados.

<sup>20</sup> Studme.org. DRP I y DRP II. Logística commercial. Recuperado en 2017 de: [https://studme.org/1257091315030/logistika/drp\\_distribution\\_requirements\\_planning\\_drp\\_distribution\\_resource\\_planning\\_sistemy](https://studme.org/1257091315030/logistika/drp_distribution_requirements_planning_drp_distribution_resource_planning_sistemy)



El DRP es un sistema básico para planificar las funciones logísticas y su vinculación mutua en la cadena de aprovisionamiento, producción y venta. Este sistema permite:

- Prever las condiciones del mercado;
- Optimizar los costes logísticos reduciendo los costes de transporte y envío;
- Planificar los suministros y las existencias en los distintos niveles de la cadena de distribución (almacenes centrales y periféricos);
- Llevar a cabo el apoyo informativo de los diferentes niveles de la cadena de distribución sobre las condiciones del mercado;
- Planificar el transporte;
- Tramitar las solicitudes de servicios de transporte;
- Preparar y ajustar los horarios de transporte en tiempo real.

La base de datos del funcionamiento del sistema DRP es la información recibida de la planta de fabricación sobre los productos transportados y almacenados e introducidos en los almacenes.

Una herramienta de gestión logística fundamental en los sistemas DRP es un cronograma (schedule) que coordina todo el proceso de abastecimiento y reposición de productos terminados en la red de distribución (canal).<sup>21</sup>

Los beneficios de marketing de los sistemas DRP incluyen:

- Mejorar los niveles de servicio reduciendo los plazos de entrega de los productos acabados y cumpliendo las expectativas de los consumidores;
- Mejora de la promoción de nuevos productos en el mercado;
- Capacidad de anticiparse y adelantarse a las decisiones de marketing para promover los productos terminados con bajos niveles de inventario;
- Mejora de la coordinación de la gestión del inventario de productos acabados con otras funciones de la empresa;
- Capacidad excepcional para satisfacer las demandas de los consumidores a través del servicio relacionado con la coordinación de la gestión del inventario de mercancías.

Las ventajas logísticas de los sistemas DRP incluyen:

- Reducción de los costes logísticos asociados al almacenamiento y la gestión de las existencias de productos acabados mediante la coordinación de los suministros;
- Reducción de los niveles de inventario gracias a la precisión del tamaño y la ubicación de las entregas;
- Reducción de la necesidad de espacio en los almacenes debido a la reducción de las existencias;
- Reducir el componente de transporte de los costes logísticos mediante una retroalimentación eficaz de los pedidos;

---

<sup>21</sup> Thisislogistics. (2016). Sistemas de gestión del flujo de materiales en la logística de distribución (planificación de la distribución de productos - sistema DRP). Recuperado de: <https://thisislogistics.blogspot.com/2018/04/drp.html>



- Mejorar la coordinación entre las funciones logísticas de distribución y producción.

Al mismo tiempo, existen ciertas limitaciones y desventajas en los sistemas DRP. En primer lugar, un sistema DRP requiere una previsión precisa y coordinada de los envíos y las reposiciones para cada centro y canal de distribución de productos acabados en la red logística. Lo ideal es que el sistema no mantenga un exceso de existencias en los canales logísticos, pero esto depende de la precisión de las previsiones. Para evitar posibles errores, es necesario mantener existencias de seguridad en los centros de distribución. Hay tres posibles fuentes de error: errores en el propio método de previsión, previsión errónea de la demanda y ubicación inadecuada de los almacenes, errores en la previsión del tiempo de cambio de la demanda.

En segundo lugar, la planificación del inventario en los sistemas DRP requiere una alta fiabilidad de los ciclos logísticos entre los centros de distribución y otros puntos de conexión. La incertidumbre de cualquier ciclo (pedido, transporte, producción) reduce la eficacia de las decisiones tomadas en el sistema DRP.

En tercer lugar, la planificación integrada de la distribución provoca cambios frecuentes en la asignación de la producción, por lo que las unidades de producción de la empresa sufren inestabilidad, lo que provoca fluctuaciones en la utilización de la capacidad de producción, incertidumbre en los costes de producción, interrupción en la entrega de los productos acabados a los consumidores. Estos inconvenientes suelen eliminarse aumentando las existencias de seguridad de las mercancías en la red de distribución.

## 2.1.5. ERP

El ERP (Enterprise Resource Planning System) es un sistema de información utilizado para controlar y planificar todos los recursos que se utilizan en la empresa; las ventas y la producción de productos; la compra y la contabilidad de las materias primas, así como todos los recursos que intervienen en el cumplimiento de los pedidos de terceros y la producción de los principales productos.<sup>22</sup>

El objetivo más importante de los sistemas ERP es encontrar la relación entre todos los departamentos, así como crear un único almacén de información que contenga toda la información necesaria sobre la empresa, los servicios prestados, los productos fabricados, el trabajo de todos los servicios de la empresa, etc.(Figura 2.12).

---

<sup>22</sup> O'Leary, D., (2004). Introducción. En S. B. Avrin (coord.), *Enterprise Resource Planning Systems. Systems, Life cycle, Electronic Commerce and Risk* (pp 5-10). University of Southern California: Press Syndicate of the University of Cambridge.



Figura 2.12. Estructura del sistema ERP. (Fuente: Elaboración propia)

Históricamente, el concepto de ERP ha evolucionado a partir de los conceptos más simples de MRP y MRP II. Las herramientas informáticas utilizadas en los sistemas ERP permiten la planificación de la producción, la simulación del flujo de pedidos y la evaluación de la posibilidad de su realización en los servicios y departamentos de la empresa, vinculándola con las ventas.<sup>23</sup>

Los sistemas ERP se basan en el principio de crear un único centro de datos que contenga toda la información empresarial de la compañía y proporcione acceso simultáneo a la misma a cualquier número necesario de empleados de la empresa dotados de los permisos adecuados. El cambio de datos se realiza a través de la funcionalidad del sistema. Principales funciones de los sistemas ERP:

- Mantenimiento de las especificaciones de diseño y tecnológicas que definen la composición de los productos manufacturados, así como los recursos materiales y las operaciones necesarias para su producción;
- Generación de planes de venta y producción;
- Planificación de las necesidades de materiales y componentes, plazos y volúmenes de entrega para cumplir el plan de producción del producto;
- Gestión de inventarios y compras: gestión de contratos, implementación de compras centralizadas, contabilidad y optimización de inventarios de almacén y taller;
- Planificación de la capacidad, desde la planificación global hasta el uso de máquinas y equipos individuales;

<sup>23</sup> Piterkin, S., Oladov, N., (2006). *Justo a tiempo para Rusia. Aplicación práctica de los sistemas ERP*. Moscú: Alpina Business Books



- Gestión financiera operativa, incluida la preparación y el seguimiento del plan financiero, la contabilidad financiera y de administración; gestión de proyectos, incluida la planificación de etapas y recursos.

Los sistemas clásicos de ERP, a diferencia del llamado software "en caja", pertenecen a la categoría de productos de software "pesados" que requieren bastante tiempo de configuración para empezar a utilizarlos. La selección de la plataforma, la compra y la implantación suelen requerir una cuidadosa planificación en el marco de un largo proyecto en el que interviene una empresa-vendedor o consultor. Dado que el sistema se construye sobre un principio modular, el cliente suele (al menos en la fase inicial de estos proyectos) adquirir un conjunto limitado de módulos en lugar de la gama completa. En el transcurso de la implementación, el equipo del proyecto suele tardar unos meses en personalizar los módulos entregados.<sup>24</sup>

La creciente complejidad de los sistemas ERP se debe al continuo aumento de las funcionalidades, lo que también incrementa el potencial de aumentar la eficiencia de los procesos de negocio de la empresa. Por lo tanto, la elección del sistema adecuado es un reto importante.

Si se hace una elección errónea, la empresa corre el riesgo de perder importantes fondos y tiempo, por lo que, para abordar esta cuestión, suelen organizar un proyecto especial sobre la selección de la plataforma con la ayuda de un consultor independiente.

La visión actual sobre la elección de los sistemas ha evolucionado como resultado de un número creciente de implantaciones fallidas en las que el estudio de los procesos empresariales se trasladó por completo a la fase de implantación y se confió al proveedor de ERP.

### **2.1.5.1. Ventajas y desventajas de ERP**

El uso de un sistema ERP le permite utilizar un programa integrado en lugar de varios dispares. Un único sistema puede gestionar el procesamiento, la logística, la distribución, el inventario, el envío, la facturación y la contabilidad.

El sistema de control de acceso a la información implementado en el ERP está diseñado (junto con otras medidas de seguridad de la información de la empresa) para contrarrestar tanto las amenazas externas (por ejemplo, el espionaje industrial) como las internas (por ejemplo, el robo). Implementados junto con el sistema CRM y el sistema de control de calidad, los sistemas ERP tienen como objetivo satisfacer al máximo las necesidades de las empresas en los medios de gestión empresarial.

Las principales dificultades en la fase de implantación de los sistemas ERP surgen por las siguientes razones:

---

<sup>24</sup> Cleverence.ru., (2020). Qué es el sistema ERP en palabras sencillas: desciframiento del concepto, ejemplos y clasificación del software de gestión empresarial. Recuperado el 28 de enero de 2020 de: <https://www.cleverence.ru/articles/biznes/chto-takoe-erp-sistema-prostyimi-slovami-rasshifrovka-ponyatiya-primery-i-klassifikatsiya-programmy-d/>



- La falta de confianza de los propietarios de las empresas en las soluciones de alta tecnología, como resultado - un escaso apoyo al proyecto por su parte, lo que dificulta su ejecución.
- La resistencia de los departamentos a facilitar información confidencial reduce la eficacia del sistema.
- Muchos de los problemas asociados a las operaciones de ERP surgen de la falta de inversión en la formación del personal, así como de la falta de políticas para introducir y mantener la relevancia de los datos en el ERP.

Dado que los sistemas son caros, hay que tener en cuenta que las pequeñas empresas no pueden permitirse invertir suficiente dinero en el ERP y formar adecuadamente a todos los empleados.

El sistema puede sufrir un problema de "eslabón débil": la eficacia de todo el sistema puede verse comprometida por un solo departamento o socio. También hay que señalar que existe un problema de compatibilidad con los sistemas heredados.

Existe la idea errónea de que a veces el ERP es difícil o imposible de adaptar al flujo de servicio documental de la empresa y a sus procesos de negocio específicos. En realidad, cualquier implantación de un sistema ERP va precedida de la fase de descripción de los procesos de negocio de la empresa. En esencia, el sistema ERP es una proyección virtual de la empresa.

El sistema ERP y sus módulos se tratarán con más detalle en el capítulo 3 "Análisis de la empresa Indemat S.L.", tomando como ejemplo el sistema SIGAG, y se analizará su impacto en los procesos logísticos de la empresa.

## 2.1.6. ERP II

El ERP II es la siguiente etapa en la evolución de los sistemas de planificación de recursos. La transición de ERP a ERP II se realiza mediante el cambio de seis elementos (Figura 2.13) relacionados con las estrategias empresariales, el desarrollo de aplicaciones y la tecnología.

	ERP		ERP II
<b>(1) Rol</b>	Optimización de los procesos empresariales	➔	Participación en la cadena de valor/ base de e-commerce
<b>(2) Aplicaciones</b>	Producción y distribución	➔	Todos los segmentos y sectores
<b>(3) Función</b>	Producción, ventas, distribución, recursos financieros	➔	Procesos interprofesionales, extraprofesionales y especiales
<b>(4) Proceso</b>	Internos y ocultos,	➔	Están vinculados a nivel externo
<b>(5) Arquitectura</b>	Soporta WEB, cerrado, monolítico	➔	Basado en Internet, abierto, lleva componentes
<b>(6) Datos</b>	Se crean y consumen dentro de la empresa	➔	Se crean y publican tanto interna como externamente

**Figura 2.13. Transición de ERP a ERP II. (Fuente: Sistemas informáticos y tecnologías. L. Kuznetsova, www.studfile.net)**





El ámbito de aplicación (Nº2 en figura 2.10) de la ERP II se extiende ahora no solo a la fabricación y la distribución, sino a todas las actividades.

El rol de (Nº1 en figura 2.10) la nueva estrategia no se limita a la organización, sino que implica la visibilidad a las contrapartes de los procesos internos de la organización. Esta visibilidad se realiza a través de procesos (Nº4 en figura 2.10) que están vinculados externamente y permiten la colaboración con las contrapartes de la comunidad de interés.

Los datos (Nº6 en figura 2.10) obtenidos por los procesos se distribuyen más allá de la empresa donde se almacenan. El procesamiento de los datos se distribuye en toda la comunidad comercial. El nuevo rol amplía y profundiza la funcionalidad (Nº3 en figura 2.10): además de las funciones tradicionales de producción, distribución y finanzas, se automatizan otras funciones especializadas para industrias individuales, segmentos de producción y procesos interindustriales.

Para aplicar los cambios a estos elementos del ERP con el fin de pasar al ERP II, se requiere una arquitectura totalmente nueva (Nº5 en figura 2.10) orientada y diseñada para la integración en Internet. Así, si la arquitectura se sustituye por una nueva, los elementos restantes son extensiones de los existentes.<sup>25</sup>

A medida que la implantación de sistemas ERP resultaba menos rentable, las empresas empezaron a buscar aplicaciones de SCM, CRM y, más tarde, de comercio electrónico para reforzar su ventaja competitiva.

Algunos proveedores de ERP, con el fin de crear capacidades adicionales, comenzaron a implementar la suite de aplicaciones empresariales (EAS - enterprise application suite) a través de asociaciones con empresas que desarrollaban los componentes que faltaban, la adquisición de estas empresas o comenzaron a desarrollar sus propios componentes.<sup>26</sup>

Según la definición de Gartner, el ERP II es una estrategia de desarrollo e implantación de aplicaciones que va más allá de las funciones del ERP para garantizar la integración de los procesos clave de colaboración interna y externa, operativos y financieros específicos de la empresa.<sup>27</sup> Así, el ERP II comienza principalmente como una estrategia de desarrollo de aplicaciones que pretende integrar todos los procesos de negocio de la empresa centrados en el comercio. Y como estrategia de implantación, el ERP II permite a los usuarios centrarse en un solo proveedor en la medida en que éste proporcione los requisitos de los procesos obligatorios y las necesidades de las empresas, mientras que es posible conectar proveedores individuales, los mejores de su clase, de un producto concreto. En la figura 2.14 se ilustra el desarrollo y la aplicación de nuevas funciones

---

<sup>25</sup> Kuznetsova, L., (2020). Sistemas y tecnologías de la información. Moscú: Universidad Tecnológica Estatal de Moscú Stankin. Recuperado el 7 de diciembre de 2020 de: <https://studfile.net/preview/16384968/>

<sup>26</sup> Zhdanov, B., (2003). ERP II: una nueva estrategia de gestión empresarial. Revista Corporate Systems. Recuperado el 24 de enero de 2018 de: <https://www.cfin.ru/management/practice/supremum2002/05.shtml>

<sup>27</sup> Gartner Research ERP, (2015). Recuperado el 30 de noviembre de 2015 de: <https://www.slideshare.net/gauravahluwalia58/259881368gartnerresearcherp>

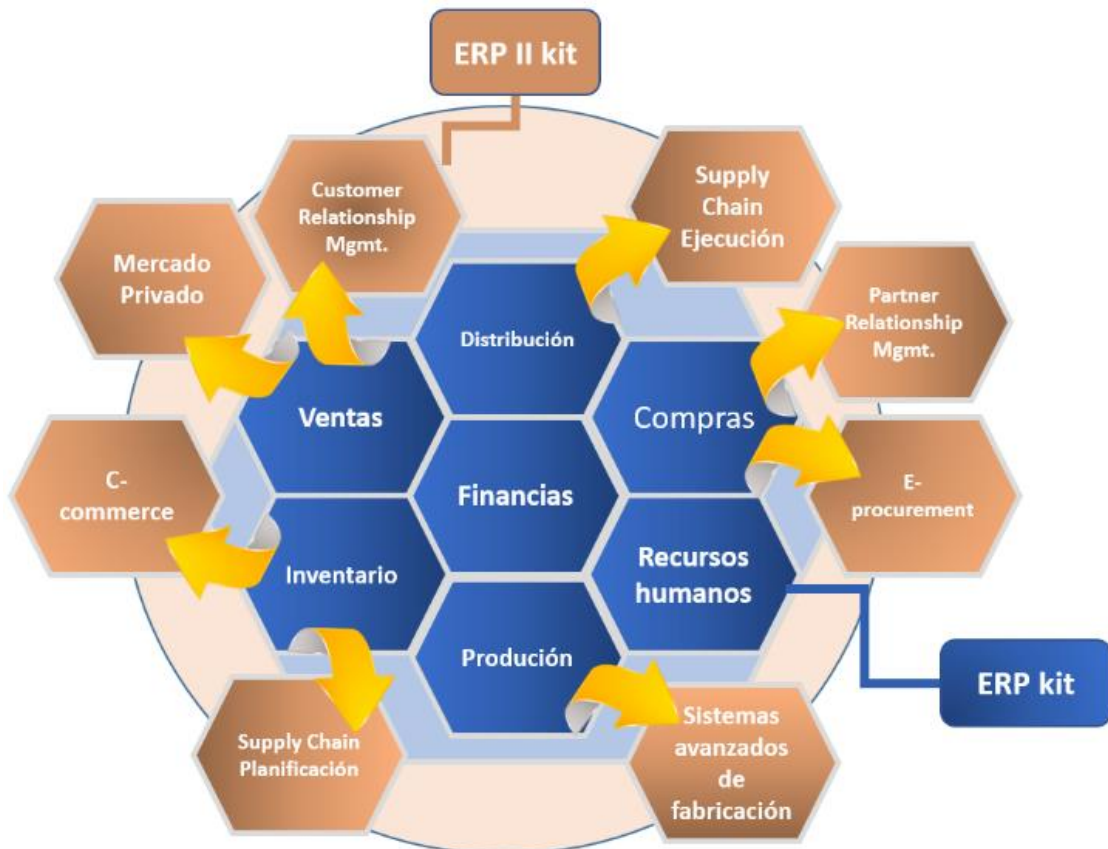


Figura 2.14. Evolución de funciones en ERP II. (Fuente: Elaboración propia)

## 2.2. Lean manufacturing y su contribución a la gestión de los recursos

Recurrir a las herramientas Lean en el marco de la tesis y también en este capítulo fue impulsado por los indicadores de la planta de fabricación de aviones de Komsomolsk-on-Amur, Rusia. Con el fin de utilizar eficazmente los recursos para la producción de los aviones Sukhoi SuperJet-100, la dirección de la planta puso en marcha el programa "Entrega de materiales en el momento de la producción", que dio los siguientes resultados:

- El tiempo de espera de los trabajadores se redujo en un 99%, de 240 a 2 minutos.
- Los costes de mano de obra en el almacén se redujeron en un 56%: de 2.222 horas-hombre al mes a 952 horas-hombre al mes.
- El coste de los materiales de la flota de aviones disminuyó un 54%, pasando de 5,21 millones a 2,39 millones rublos.
- La superficie de producción se redujo en un 48%, de 191,4 a 90,86 m<sup>2</sup>.



- El efecto económico anual total del proyecto fue de más de 48 millones de rublos (900.000 euros).<sup>28</sup>

Este logro se debe a la correcta integración de Lean en todas las etapas de la producción de aviones y, sin duda, se puede aplicar un enfoque similar para mejorar el programa Lean ya implantado en Indemat S.L, ya que el sistema de producción es similar.

Lean Manufacturing puede traducirse como fabricación ajustada. Es una metodología de trabajo orientada a la mejora de los procesos productivos basada en la eliminación o reducción de los desperdicios o actividades que no generan valor añadido al producto.

Lean manufacturing consta de varias herramientas que se centran en la eliminación de acciones y operaciones que no añaden valor al producto de la empresa. De este modo, cada acción realizada será mucho más eficiente que antes. Todo este dentro del marco del respeto a los derechos de los trabajadores y también la búsqueda continua de la satisfacción en el puesto laboral. Estas herramientas de mejora permiten a las organizaciones eliminar de forma progresiva y sencilla sus despilfarros y conseguir así importantes beneficios en términos de plazos de entrega, inventarios, productividad, aprovechamiento de superficies y espacios, calidad de los productos, rentabilidad, competitividad, etc.

El pensamiento Lean proporciona un método de creación de valor para los procesos de producción; alinea las actividades de producción según una secuencia lógica y óptima; realiza las actividades de producción de forma continua; se esfuerza siempre por mejorar continuamente todo el proceso.<sup>29</sup>

Con el objetivo de alcanzar el cumplimiento de los principios de Lean Manufacturing se han desarrollado diferentes herramientas Lean orientadas a identificar, corregir y optimizar el proceso de producción, entre las más conocidas se encuentran:

- Las 5 S's
- Just in Time (Justo a Tiempo)
- Cambio rápido de molde ( SMED)
- Control autónomo de los defectos : Jidoka
- Control visual (Sistema Andon)
- Dispositivos para prevenir errores : Poka Yoke
- Kaizen (Mejora continua).
- Sistema Kanban.
- Estandarización de las operaciones.
- Mantenimiento productivo total (TPM).
- Mapa de la Cadena de valor (VSM).

---

<sup>28</sup> Lantratov, K., (2019). Kanban en la ingeniería aeroespacial: El proyecto entrega de materiales en el momento de la producción. Revista online Almanaque Production Management. Recuperado el 1 de noviembre de 2019 de: [http://www.up-pro.ru/library/production\\_management/jit/Kanban-v-aviastroyenii.html](http://www.up-pro.ru/library/production_management/jit/Kanban-v-aviastroyenii.html)

<sup>29</sup> Womack, J., Jones, D., (2003). From thinking to action: the lean leap. En J. Womack, D. Jones. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, English 2<sup>nd</sup> Edition, (pp. 99-273). Nuevo York: Free Press.



## 2.2.1. Herramienta Kanban

Existen diferentes formas de entrega de materiales al lugar de su procesamiento. En consecuencia, se desarrollan y modifican constantemente modelos matemáticos adecuados a los métodos de suministro aplicados.

Volviendo a los logros de la planta de aviación, una de las posiciones de liderazgo en la mejora del rendimiento de la reducción de inventarios y la gestión de las compras ha sido tomada por la herramienta Kanban, que se propone considerar con más detalle en el marco del trabajo del proyecto.

Se originó en Japón a finales de los años 50 y se desarrolló en las fábricas de automóviles de Toyota. Posteriormente, este enfoque se aplicó con éxito en las plantas alemanas en la década de 1980. Cada empresa, en función de las especificidades de su producción, elige su propio formato de organización del sistema kanban: mediante tarjetas, contenedores con etiquetas o códigos de barras y escáneres electrónicos, en función de su comodidad de uso.<sup>30</sup>

La esencia del kanban es la siguiente:

1. En primer lugar, la producción se estructura mediante la asignación de unidades estructurales relativamente cerradas. Cada unidad estructural se caracteriza por los flujos de recursos tanto materiales como financieros que la acompañan, y la rotación de documentos se cierra en cada unidad estructural asignada. De este modo se lleva a cabo la descentralización del sistema de gestión de la producción.

2. Cada unidad estructural establece de forma independiente relaciones directas con proveedores de materias primas seleccionados y con consumidores de productos acabados.

3. Para el transporte se utilizan contenedores estándar equipados con una tarjeta especial (del japonés "kanban" - tarjeta). Cuando el contenedor se descarga en el destino, su tarjeta permanece en el destino y sirve para la posterior transferencia de información sobre el uso del tipo de material dado.

4. Las tarjetas usadas se recogen en el punto de consumo de material. A continuación, se supervisa de forma continua la zona que suministra el tipo de material. Cada tarjeta individual (o conjunto de tarjetas) refleja un objetivo de producción para abastecer una zona concreta.

5. El contenedor liberado recibirá una tarjeta de transporte en el punto de descarga para sustituir la tarjeta de producción retirada. La tarjeta de transporte se depositará en el punto de descarga con el mismo fin que la tarjeta de producción en el punto de expedición. Las tarjetas contienen una descripción completa del material necesario para el siguiente pedido de producción. De este modo, además de la gestión descentralizada del flujo de materiales, se lleva a cabo un proceso de recogida de información en los centros de producción.

---

<sup>30</sup> Goncharova, O., (2020). Tarjeta, tara y kanban electrónico: un enfoque sistemático sobre el ejemplo de una empresa farmacéutica. Revista online Almanaque Production Management. Recuperado el 20 de noviembre de 2020 de: [http://www.up-pro.ru/library/production\\_management/jit/kartochnyy-tarnyy-i-elektronnyy-kanban.html](http://www.up-pro.ru/library/production_management/jit/kartochnyy-tarnyy-i-elektronnyy-kanban.html)



6. La regulación de la cantidad total de materiales en circulación, incluidos los productos semiacabados, se realiza de forma indirecta. En concreto, fijando un límite máximo de cantidad de materiales, ya que para cada zona se emite un número predeterminado de tarjetas para cada tipo de material.

Uno de los problemas más significativos de la utilización de la tecnología Kanban se considera la dificultad de aplicar la planificación a medio y largo plazo de los volúmenes exactos de las necesidades de materiales.<sup>31</sup> El cambio a la tecnología Kanban es útil si se pueden desprestigiar los costes de reajuste de la producción. Por ello, la tecnología Kanban solo puede utilizarse en determinados casos y no siempre es adecuada. La figura 2.15 muestra el sistema Pull-In con el Kanban.

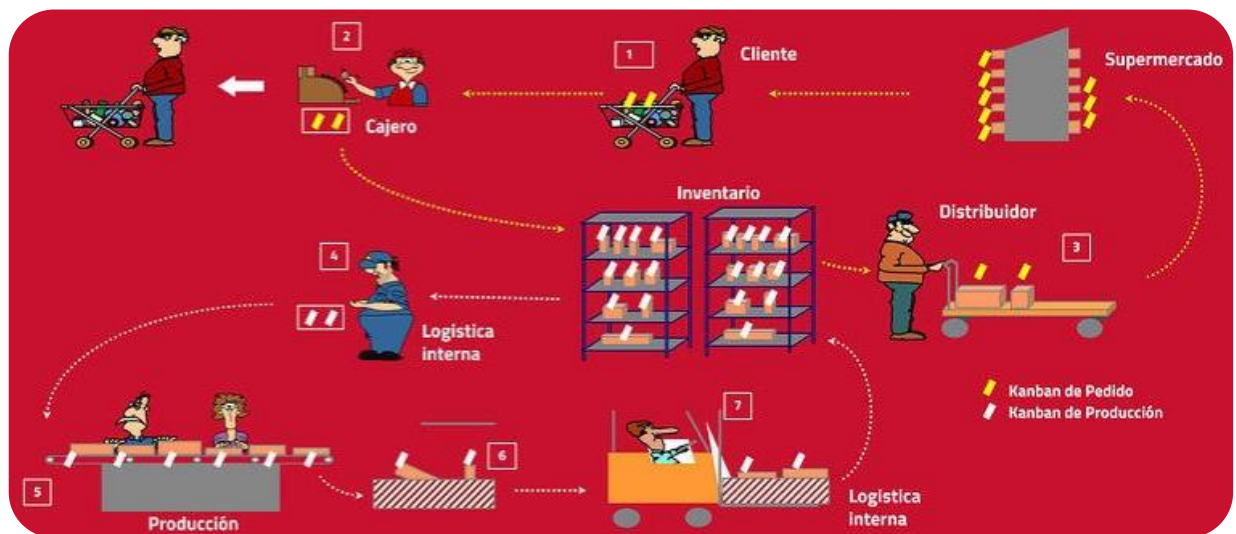


Figura 2.15. Sistema Pull-In y herramienta Kanban. (Fuente: Toyota Material Handling Europe)

Los defensores de la tecnología Kanban destacan la posibilidad de reducir los inventarios en los almacenes intermedios y de productos acabados mediante el suministro inmediato de materiales cuando se necesitan para la producción. Este principio general (en relación con el ámbito del suministro, entendido como la entrega de materiales con liberación inmediata en la producción) puede aplicarse además de la tecnología "Kanban". Este concepto, aplicado recientemente en muchas empresas occidentales, se ha denominado "justo a tiempo".

Hay cinco razones principales para utilizar el método Kanban:

1. Orientación a la demanda. En un sistema de producción eficiente y ajustado, es el cliente quien "tira" de la orden de producción, por lo que el volumen de entregas de un lote debe depender de la demanda real.

2. La autorregulación. La determinación del consumo de materiales y recursos debe ser flexible y descentralizada, es decir, autodeterminada por los grupos de trabajo.

3. Eliminación de pérdidas: reduciendo los tiempos de los ciclos, las operaciones que no crean valor, los niveles de existencias y el trabajo en curso.

<sup>31</sup> Akers, Paul. (2019, 28, 08). Kanban FastCap Style. Recuperado de: [https://www.youtube.com/watch?v=hgyqTgrO3PU&ab\\_channel=FastCap](https://www.youtube.com/watch?v=hgyqTgrO3PU&ab_channel=FastCap)



4. Flexibilidad y diversidad de enfoques. Una empresa no tiene que elegir y adherirse estrictamente a un tipo de sistema Kanban en todos los niveles logísticos. La elección del enfoque debe determinarse individualmente y puede cambiar con el tiempo.

5. Mejoras continuas. Al igual que los procesos de producción, la logística también tiene muchas oportunidades de mejora ocultas. Todo el personal debe participar en su identificación y aplicación.

La popularidad y la amplia difusión del sistema Kanban en el mundo se explican por el hecho de que tiene una serie de ventajas tanto para la empresa como para sus proveedores:

- Simplificación de la gestión del flujo de materiales gracias a la creación de un claro sistema de autorregulación;
- Un tiempo de ciclo más corto gracias a la optimización del proceso;
- Reducción de los inventarios mediante una mejor gestión de las existencias;
- Reducción de la carga y descarga gracias a los procesos de extremo a extremo;
- Reducción de los costes logísticos;
- Mejor reconocimiento, tratamiento y prevención de errores gracias a una mayor transparencia del proceso;
- Utilización económica de los recursos como resultado de la aplicación de procesos de producción y logística flexibles;
- Mejora de la disponibilidad de los materiales y reducción de la frecuencia de los retrasos gracias a la reposición selectiva de las existencias;
- Armonizar las operaciones mediante la mejora de los procesos logísticos;
- Aumento de la productividad gracias a la eliminación de pérdidas.

Las perspectivas de implantación de Kanban en una empresa concreta vienen determinadas por factores como la consistencia de la demanda, la estructura de la línea de productos, el tipo y la tecnología de producción, la calidad, el flujo de materiales y la disponibilidad de materias primas y suministros. Los problemas de aplicación son más probables cuando los indicadores no son estables.<sup>32</sup>

La visualización de la cadena de suministro interna se realiza con la ayuda de tarjetas kanban, tableros kanban y señales electrónicas. Las tarjetas kanban se pueden clasificar como:

- Producción;
- De envío;
- De la compra;
- Trabajo;
- Almacenamiento;
- Especial.

---

<sup>32</sup> Jurczak, M.,(2019). Kanban: how Toyota invented and perfected it. Online Periódico Trans.info. Recuperado el 28 de mayo de 2019 de: <https://trans.info/de/kanban-how-toyota-invented-and-perfected-it-136212>



Las tarjetas contienen información sobre quién debe producir/entregar qué cantidad de material.

Kanban no solo hace que los procesos logísticos sean más transparentes, sino que también facilita la visualización y la mejor organización de las existencias en el almacén: los pedidos de producción de pequeño tamaño se almacenan y transportan en contenedores etiquetados, mientras que los productos voluminosos se guardan en lugares designados y se transportan en carros y otros vehículos con documentación cuidadosamente cumplimentada.

Mientras que las tarjetas kanban son convenientes para su uso en procesos internos interrelacionados, un sistema kanban electrónico es más apropiado cuando se trata de proveedores externos o cuando hay un gran número de proveedores y una gama de productos. Permite tener acceso constante al historial de pedidos actualizado, gestionar enormes cantidades de productos dentro de la cadena de suministro y transmitir rápidamente información sobre el estado del inventario a cualquier distancia, facilitando la interacción con los proveedores externos. Se puede acceder a la base de datos a través de Internet o de una red corporativa interna. El kanban tradicional es eficaz si la empresa produce productos con una demanda constante y grandes lotes, mientras que el kanban electrónico permite gestionar incluso pedidos únicos.

## 2.2.2. Filosofía Justo a tiempo

La aparición de este concepto se remonta a finales de los años 50, cuando la empresa japonesa Toyota Motors, y luego otras empresas automovilísticas de Japón, empezaron a aplicar activamente un sistema Kanban.<sup>33</sup>

El sistema Just In Time (JIT) es uno de los pilares fundamentales de la implantación de la fabricación ajustada. Es una filosofía de trabajo que define cómo debe optimizarse un sistema de producción.

Se trata de fabricar productos exactamente a tiempo y en la cantidad requerida, con la máxima calidad para su venta o utilización en el siguiente punto del proceso de producción.

El sistema Just-in-Time tiene cuatro objetivos esenciales que son: 1. Resolver los problemas fundamentales. 2. Eliminar despilfarros. 3. Simplificar el proceso. 4. Diseñar sistemas para identificar problemas.

Es necesario destacar y caracterizar la idea principal del método, que se basa en tres supuestos:

En primer lugar, se supone que la demanda de productos acabados por parte de los consumidores debe satisfacerse con la capacidad de producción y no con las existencias acumuladas. Deben estar preparados para procesar las materias primas y los suministros que lleguen de inmediato. En consecuencia, el volumen de las

---

<sup>33</sup> Enciclopedia del Gestor de Producción, Tochno-v-srok (Just-in-time). Revista online Almanaque Production Management. Recuperado de: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/just-in-time.html>



existencias de producción que se califican como capacidad congelada se reduce al mínimo.

En segundo lugar, la racionalización continua de la organización y gestión de la producción es necesaria en una situación de existencias mínimas. En un entorno de existencias mínimas es necesario racionalizar continuamente la organización y la gestión de la producción. Los altos niveles de inventario se nivelan, enmascaran errores y deficiencias en este ámbito, cuellos de botella en la producción, operaciones no sincronizadas, capacidad de producción no utilizada, trabajo no fiable de los proveedores e intermediarios.

En tercer lugar, para evaluar la eficacia del proceso de producción, además del nivel de costes y la productividad de los fondos, hay que tener en cuenta el periodo de realización de la aplicación, o lo que es lo mismo, la duración del ciclo completo de producción. Los plazos de entrega cortos facilitan la gestión de la empresa y contribuyen al aumento de la competitividad debido a la posibilidad de responder con rapidez y flexibilidad a los cambios en las condiciones externas.<sup>34</sup>

El método "justo a tiempo" ha demostrado ser tan eficaz que todas las grandes organizaciones utilizan ahora elementos de este enfoque en diversos grados. El enfoque tradicional de la organización del trabajo supone que el inventario es un elemento importante de todo el sistema, que garantiza que no haya interrupciones en las operaciones. La planificación de necesidades reduce los niveles de existencias utilizando el plan maestro de manera que haya una mayor correspondencia entre el suministro de materiales y la demanda de los mismos, con algunas existencias de seguridad en caso de problemas imprevistos. Obviamente, cuanto mayor sea el grado de alineación entre la oferta y la demanda, menor será el inventario que necesitará la empresa. Las existencias no serán necesarias si el desajuste entre la oferta y la demanda puede eliminarse por completo. Esta es la base de la filosofía Just-in-Time.

En la figura 2.16 se muestra un ejemplo más ilustrativo de la esencia del trabajo justo a tiempo.

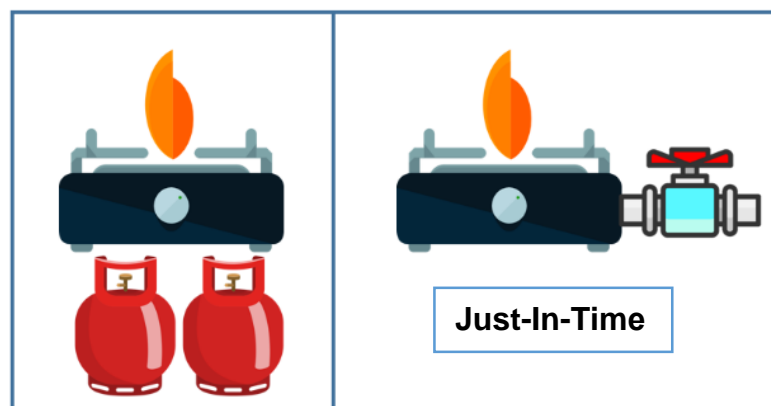


Figura 2.16. Ejemplo de JIT. (Fuente: Elobaración propia)

<sup>34</sup> Logists.by, (2020). Método Justo-a-Tiempo (Just-In-Time). Recuperado el 13 de julio de 2020 de: <https://logists.by/library/inventory-management/metod-tochno-v-srok-just-in-time>





El principio consiste en el funcionamiento de una estufa de gas con una bombona de gas y con gas suministrado continuamente por una tubería. En el primer caso, a veces hay una discrepancia entre la disponibilidad de combustible en el cilindro y la necesidad del mismo. Para eliminar el desajuste, es necesario adquirir gas cilindros, es decir, para crear una reserva. En el segundo caso, el suministro de gas es exacto.

El consumidor no tiene existencias de combustible y el suministro de gas corresponde con la demanda.

Antes de resolver los problemas fundamentales, hay que ser capaz de identificarlos desde el principio, y éste es otro de los objetivos del JIT: desarrollar sistemas para identificar los problemas. Los sistemas diseñados con JIT deben planearse de forma que se active una alerta cuando se produzca un problema.

Los objetivos del Just in Time suelen resumirse en la denominada "Teoría de los Cinco Ceros", siendo estos:

1. Cero defectos.
2. Cero averías
3. Cero stocks.
4. Cero tiempo ocioso.
5. Cero papeleo (o cero burocracia).

1. Cero defectos: Las empresas japonesas parten del concepto de calidad total, introduciéndolo en la fase de diseño del producto y continuando durante la producción, de modo que se aplica en todas las áreas de operaciones.

Se utilizan máquinas para producir piezas de la misma calidad, se coordina el 100% de la calidad con los proveedores, se establecen programas de participación con incentivos para fomentar la mejora de la calidad, se utilizan programas de mantenimiento preventivo continuo y se realiza un seguimiento continuo de la línea de producción mediante sistemas automáticos y el propio personal de la fábrica.

2. Cero averías: Cualquier fallo puede hacer que no se cumplan los objetivos. Se solucionan con una distribución adecuada en la planta, con programas de mantenimiento preventivo y con personal cualificado. El objetivo es evitar los retrasos debidos a los fallos de los equipos durante las horas de trabajo.

3. Cero stock: Los stocks se consideran perjudiciales para la empresa no solo por su coste, sino también porque ocultan ciertos problemas de producción y calidad, como la incertidumbre en el suministro de los proveedores, las paradas de las máquinas, la calidad insuficiente, la incertidumbre de la demanda, etc.

4. Cero tiempo ocioso: Para acortar al máximo el ciclo del producto, hay que eliminar todo el tiempo que no sea directamente necesario, en particular el tiempo de espera, de preparación y de tránsito.



5. Cero papel: El justo a tiempo (JIT) se basa en el concepto de simplicidad. Intenta eliminar toda la burocracia posible. La recogida y distribución de información por medios informáticos simplifica en gran medida las tareas administrativas.

Las técnicas principales de Justo a tiempo son:

- SMED.
- Kanban.
- Estandarización de operaciones.
- Células de producción.
- Flujo por pieza (OPF).<sup>35</sup>

Desafíos de la aplicación del Just-in-time:

- La inversión inicial y los costes de la implantación del JIT son elevados (compra de equipos modernos y caros de alta calidad, el coste de la formación y salarios elevados, costes de producción más altos debido a los lotes pequeños, etc.
- Dependencia de la alta calidad de los materiales suministrados.<sup>36</sup>
- La necesidad de trabajar en una producción estable con una demanda inestable.
- Menor flexibilidad para satisfacer las demandas cambiantes de los clientes.
- Dificultad para reducir el tiempo de reconfiguración de los equipos y los costes relacionados.
- Incapacidad de los proveedores individuales para operar en modo JIT.
- Problemas de vinculación de la ECI con otros sistemas de información de los socios.
- Necesidad de cambiar la disposición general de las instalaciones.

---

<sup>35</sup> Sergueyev, V., (2005). What are JIT and JIT II inventory management systems?. En V. S. Sergueyev (coord.), L. B. Belov, V.V. Dybskaya. *Corporate Logistics. 300 answers to the questions of professionals*, (pp. 545-548). Moscú: Infra-M.

<sup>36</sup> Toyota-forklifts.eu. Blog.(2021). Toyota Production System. Recuperado de: <https://toyota-forklifts.eu/toyota-lean-academy/toyota-production-system/>



## Capítulo 3. Analisis de la empresa Indemat S.L.

El objetivo de este capítulo es descubrir el Grupo Aguambiente y, en particular, Indemat, donde se realiza el trabajo mostrado en este proyecto. El análisis de los procesos internos es un componente importante para dar forma a los problemas e identificar los puntos débiles que necesitan ser mejorados en relación a la logística.

Un análisis detallado de la estructura de la empresa, de los sistemas de información y de los procesos logísticos permitirá hacerse una idea del funcionamiento de la empresa y de las interacciones internas entre departamentos y especialistas. Una base para el desarrollo y la mejora es el estudio en profundidad de la producción y la organización del trabajo con proveedores y clientes.

Una tarea fundamental de este capítulo es identificar los vectores de desarrollo de las actividades de la empresa, identificar las áreas de reducción de los costes operativos y la introducción de nuevas herramientas de gestión logística, tanto internas como externas.

### 3.1. El grupo Aguambiente

El Grupo está dividido en tres empresas independientes, pero todas están interrelacionadas. La estructura del grupo se muestra en la figura 3.1. Los ámbitos de actividad de cada uno de ellos se tratarán con más detalle a continuación. La plantilla está formada por más de 100 personas, desde los administrativos hasta los operarios en el grupo de empresas en total.

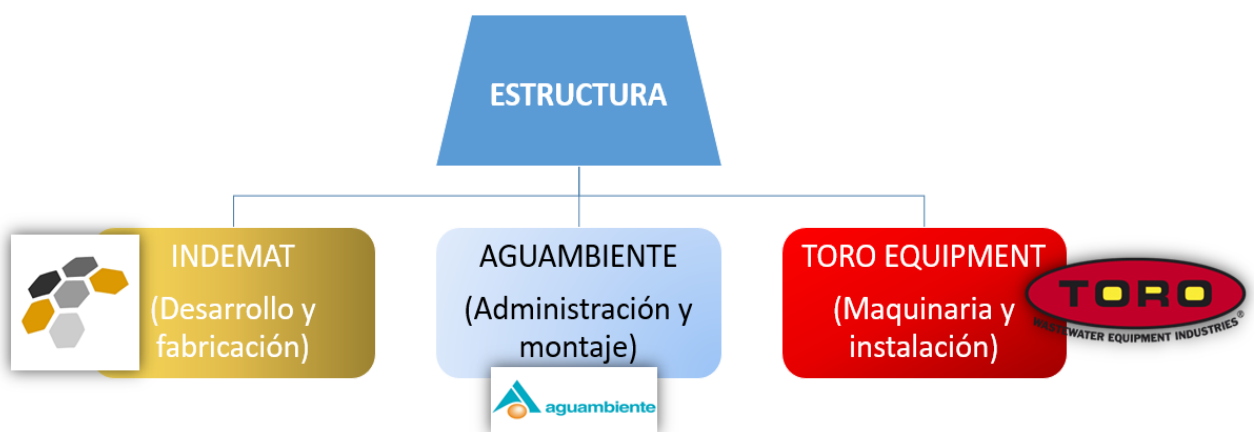


Figura 3.1. Estructura del grupo de empresas. (Fuente: Elaboración Propia)



### 3.1.1. Aguambiente S.L.

Especialistas en tratamiento de aguas desde 1990 Aguambiente S.L. ha desarrollado sus actividades en el campo del procesamiento de aguas residuales industriales. Los objetivos de la empresa son:

- Cuidar el Medio Ambiente
- Satisfacer las expectativas de los clientes que deben cumplir la legislación vigente.<sup>37</sup>

Aguambiente, ubicada en el polígono industrial en la Mora, Valladolid, ofrece servicios de depuración, potabilización, tratamiento de aguas, proyectos, explotación y mantenimiento, gestión de residuos, análisis de laboratorio, compostaje, legislación ambiental. Dentro del grupo, Aguambiente supervisa los procesos internos, presta servicios de consultoría a los clientes y se ocupa de la instalación de los equipos, la gestión de las instalaciones y el desarrollo de los productos Toro e Indemat.<sup>38</sup>

### 3.1.2. Toro Equipment S.L.

Toro Equipment S.L., también ubicada en el polígono industrial en la Mora, Valladolid, es una de las principales empresas europeas especializadas en el diseño y la fabricación de equipos para el tratamiento de aguas residuales industriales y municipales, aguas de proceso, aguas de aprovisionamiento, reutilización de aguas y tratamiento de lodos.

La empresa ofrece soluciones personalizadas tanto en el sector privado como en el público. Los equipos se suministran a más de 45 países de todo el mundo y más del 75% de la facturación procede de los mercados internacionales.<sup>39</sup>

Toro es una de las pocas empresas del mundo que produce más flotadores de aire disuelto para el tratamiento de aguas residuales. También fabrican decantadores (conjuntamente con Indemat S.L.) para separar los elementos semipesados y pesados en suspensión del agua a tratar, y son capaces de fabricar el más depósito grande en fibra de vidrio del mundo lo que muestra la figura 3.2.

Además la empresa adquiere equipos y maquinaria especializados para el tratamiento del agua y ofrece una gama completa de servicios para instalación y mantenimiento en el proyecto.<sup>40</sup>

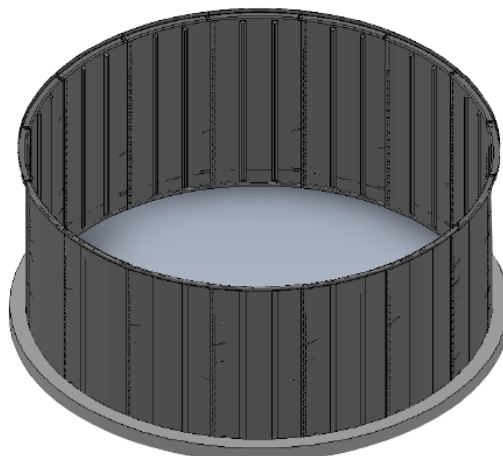
---

<sup>37</sup> Aguambiente.com, (2021). Quiénes somos. Recuperado de: <https://www.aguambiente.com/quienes-somos/>

<sup>38</sup> LinkedIn, (2021). Aguambiente perfil. Recuperado de: <https://www.linkedin.cn/company/aguambiente-s-l/>

<sup>39</sup> LinkedIn, (2021). Toro Equipment perfil. Recuperado de <https://www.linkedin.cn/company/toroequipment/>

<sup>40</sup> Toroequipment.com, About us. Recuperado de: <https://toroequipment.com/about-us/>



**Figura 3.2. El diseño del W-Tank. (Fuente: Indemat, departamento técnico)**

Uno de los logros más recientes de la empresa es la acreditación de la norma de calidad NSF. Este certificado es una ventaja adicional para la promoción en el mercado alimentario.

NSF es una norma de calidad creada por NSF International, una organización independiente y sin ánimo de lucro que opera en Estados Unidos. NSF International se fundó en la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Michigan en 1944. El sello de calidad NSF garantiza que sólo se han utilizado materias primas seguras y probadas para fabricar el producto, que el proceso de fabricación se ha sometido a rigurosas pruebas de seguridad tanto para los trabajadores como para el producto final y, por último, que el producto final es respetuoso con el medio ambiente y seguro para las personas y el entorno.<sup>41</sup>

### **3.1.3. Indemat S.L.**

Indemat, S.L, ubicada en Villavaquerín, Valladolid, empresa especializada en la investigación y el desarrollo de materiales tecnológicos es especialista en la producción de moldes y fabricación de piezas en materiales compuestos establecidos.

La misión es ofrecer soluciones en materiales compuestos a empresas tanto nacionales como internacionales. Fabricación de modelos, moldes y piezas como actividad principal, acompañado siempre de un servicio impecable al cliente. Basando todo trabajo en el estudio de materiales novedosos.

A través de las distintas colaboraciones con empresas, Indemat llega a diferentes sectores de actuación: automoción, aeronáutico, ferroviario, naval, químico, destacando en la actualidad por sus trabajos en el mercado de tratamiento de aguas.<sup>42</sup>

La empresa lleva más de 25 años en el mercado, pero nunca deja de evolucionar, enfrentándose a nuevos retos y objetivos cada día. Indemat no sólo fabrica productos de alta tecnología, sino que también ofrece a sus clientes una serie de servicios de instalación, suministro de maquinaria y soluciones alternativas para

---

<sup>41</sup> NSF.org., (2021). About NSF. Recuperado de: <https://www.nsf.org/about-nsf>

<sup>42</sup> Indemat.com, (2021). Nuestra Empresa. Recuperado de: <https://www.indemat.com/Company>



mejorar el medio ambiente y reducir la contaminación. La figura 3.3 muestra el tratamiento de agua.



Figura 3.3. Instalación y uso del W-Tank (Fuente: Elaboración Propia)

La empresa fabrica varios tipos de productos basados en material compuesto, pero los más conocidos y demandados son el W-tank, flotadores y bridas. La figura 3.4 muestra tipos de productos y servicios y explicación breve de cada uno.

Flotador por aire disuelto	W-tank	Bridas	Servicio de corte al agua
<p>Sistema de flotación por aire disuelto para tratamientos físico-químicos. Rendimientos de hasta el 99% de remoción de sólidos. Se fabrica en PRFV con resinas de alta resistencia química y mecánica.</p>	<p>El depósito se utiliza para el almacenamiento y posterior tratamiento de las aguas residuales, agua potable, desalinización, productos secos a granel, agricultura.</p>	<p>Bridas fabricadas en composite contenido en fibra 70% con alta resistencia mecánica y a la corrosión.</p>	<p>El proceso de mecanizando industrial capaz de cortar con precisión cualquier tipo de material sin perder las propiedades de material.</p>
			

Figura 3.4. Los productos de material compuesto y maquinas para tratamientos físico-químicos. (Fuente: [www.indemat.com](http://www.indemat.com))

El tanque y flotadores están formado por material único fabricado con resinas especialmente formuladas y fibra de vidrio. Estos componentes crean una fuerza



especial y permiten que el producto se utilice en una variedad de aplicaciones industriales: desde el almacenamiento de agua potable hasta el tratamiento de aguas residuales con elementos químicos reactivos. Todos los productos son sometidos a estrictos controles de calidad, evitando así cualquier defecto posterior a la entrega.

En Indemat se integran dos elementos clave como son la calidad y el respeto al medio ambiente en todos sus procesos de gestión y productivos. Con ello pretende cumplir siempre con las expectativas de clientes.

La empresa trabaja bajo la óptica de la calidad, siguiendo los procedimientos establecidos en los diferentes procesos. Algunos de sus productos han sido patentados debido a su grado de innovación y desarrollo.

La empresa es uno de los líderes en su campo con productos y tecnologías innovadoras. Entre sus clientes se encuentran fábricas y plantas de Europa, América Latina, Rusia y Canadá. La figura 3.5 muestra el número de todos los productos vendidos en 2020.

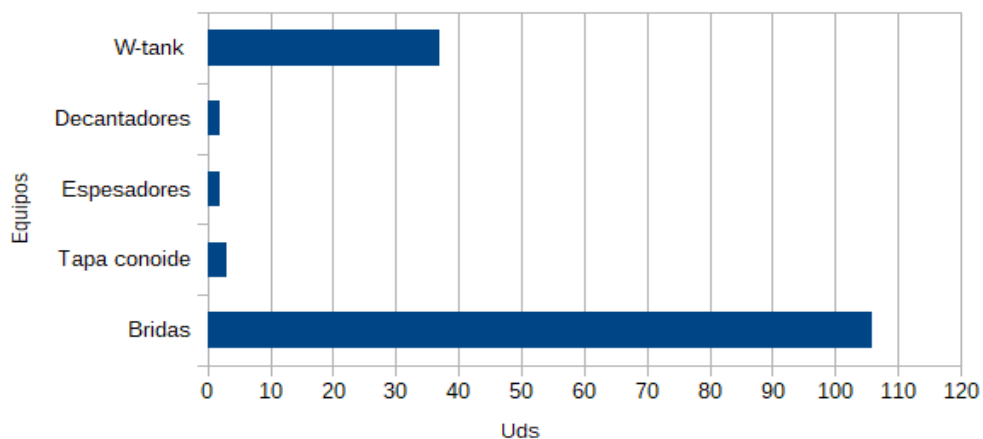


Figura 3.5. Resumen de productos vendidos en el año 2020. (Fuente: Administración de Indemat)

En 2020 los clientes recibieron un total de 41 W-tank, que corresponden a 446 placas, de los cuales:

- 37 depósitos convencionales
- 2 decantadores
- 2 espesadores

Por otro lado, se han fabricado un total de 105 bridas, de las cuales:

- 96 son bridas simples
- 9 son bridas dobles
- 2 son bridas para agitadores
- 3 son ojos de buey

Cada pedido es individual y el objetivo del personal es desarrollar un diseño que cumpla plenamente los requisitos del cliente con la mayor precisión posible y, en el caso de los clientes internacionales, el diseño debe cumplir los requisitos locales de seguridad medioambiental. La figura 3.6 muestra el W-tank más vendido según las placas fabricadas en 2020.

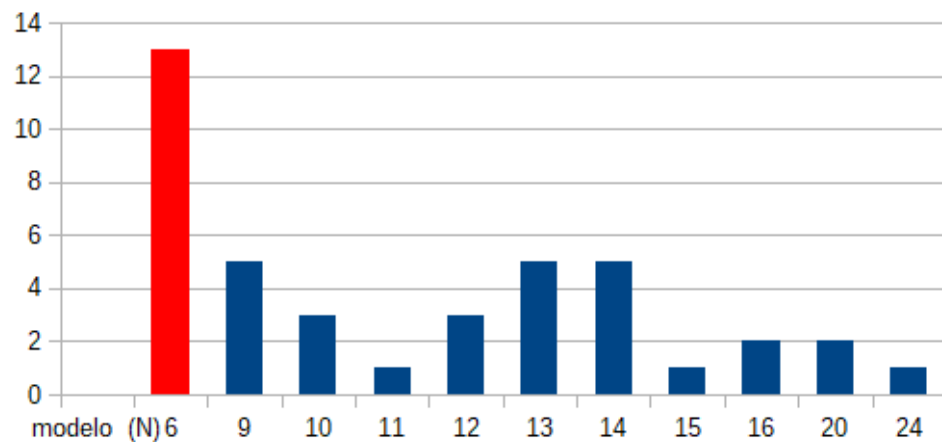


Figura 3.6. W-tank fabricados según número de placas. (Fuente: Administración de Indemat)

A continuación la figura 3.7 muestra una tabla comparativa de uno de los productos más demandados.

	2020	2019
Nº W-tank fabricados, und	41	70
Placas fabricados, und	446	897
Total facturado, euro	536818,00	956404,00

Figura 3.7. Tabla comparativa del producto W-tank en 2019 y 2020. (Fuente: Administración de Indemat)

El declive de la producción se debe a la crisis mundial provocada por la pandemia de COVID-19.

La empresa Indemat cuenta con treinta empleados, un plantel pequeño simplifica notablemente el proceso de comunicación y toma de decisiones diversas en el ámbito de la fabricación de productos.

## 3.2 Flujos de información en el sistema logístico

El estudio de la estructura de la información de una empresa es uno de los principales criterios para formarse una idea general de cómo se intercambian los datos. El éxito de la gestión de las tareas logísticas está continuamente ligado a la velocidad de la transferencia de datos, su disponibilidad, estandarización y relevancia. En esta parte se propone observar el Sistema de Información empresarial y las aplicaciones relacionadas que se utilizan a diario en la compañía.





El Sistema de Información empresarial es un sistema ampliable diseñado para la automatización integral de todas las actividades comerciales de las empresas, así como de las corporaciones que requieren una gestión unificada.

Los resultados de la implantación del Sistema de Información Empresarial son:

- Incremento de la capacidad de gestión interna de la empresa, la flexibilidad y la resistencia a las influencias externas;
- Aumento de la eficacia de la empresa, de su competitividad y, en definitiva, de su rentabilidad;
- Aumento del volumen de ventas;
- Disminución del coste de producción;
- Reducción de los inventarios;
- Reducción del plazo de entrega de los pedidos;
- Mejora de la interacción con los proveedores.<sup>43</sup>

### 3.2.1. ERP SIGAG

La plataforma fundamental para el intercambio de información, el flujo de trabajo, el control y la gestión dentro del Grupo Aguambiente es el ERP SIGAG. Se trata de un sistema fijo diseñado para la planificación de recursos, que acelera los procesos llevados a cabo en la empresa. Puede reducir el impacto negativo del factor humano y optimizar el funcionamiento de una empresa con muchos departamentos, divisiones y empleados.

Cabe mencionar que el SIGAG se remonta a 1993, mucho antes de la aparición de la conocida plataforma SAP, y actualmente consta de 3 niveles principales:

1. Base de datos - es donde se almacena la información;
2. Aplicaciones - donde se procesa la matriz;
3. Interfaz gráfica de usuario: necesaria para la facilidad de uso.

Es una forma de combinar todos los procesos empresariales, haciéndolos más sencillos, cómodos y automatizados, por lo que tiene muchas ventajas. Aquí están los más significativos:

- Información coherente. Todo está en una base común, por lo que puede eliminar el paso de coordinación y confirmación de la mayoría de las tareas.
- El trabajo del personal está controlado. No hay discrepancias en las cifras y casi no hay factor humano. Puede identificar los errores en tiempo real, sin salir del lugar de trabajo.
- Los módulos se ajustan, es cómodo de usar. Todas las partes individuales se convierten en una, la factura creada en un área se considera la base para la producción de documentos contables.

Además es la herramienta de gestión de productos SIGAG y tiene importancia en los procesos diarios para realizar compras, ventas, presupuestos. La plataforma

---

<sup>43</sup> Minaeva, G., Berezetskaya, N., (2015). Soluciones estrella de los sistemas erp en logística. *International Student Research Bulletin*, 5, 646. Moscú: Universidad Estatal de Construcción de Maquinaria de Chernomyrdin.



lleva búsqueda rápida para evitar buscar el catálogo de productos del proveedor y los usuarios pueden exportar los datos de SIGAG en Microsoft Excel .

Como se ha señalado anteriormente, el SIGAG es un sistema ampliable, pero también se utilizan aplicaciones que generan datos específicos de la actividad y los trasladan a la plataforma principal.

El árbol de flujo de información se presenta en la figura 3.8. En cuanto a la logística, se propone considerar las aplicaciones Shipper, Reciever, Restock y Pick-Time y Restock.

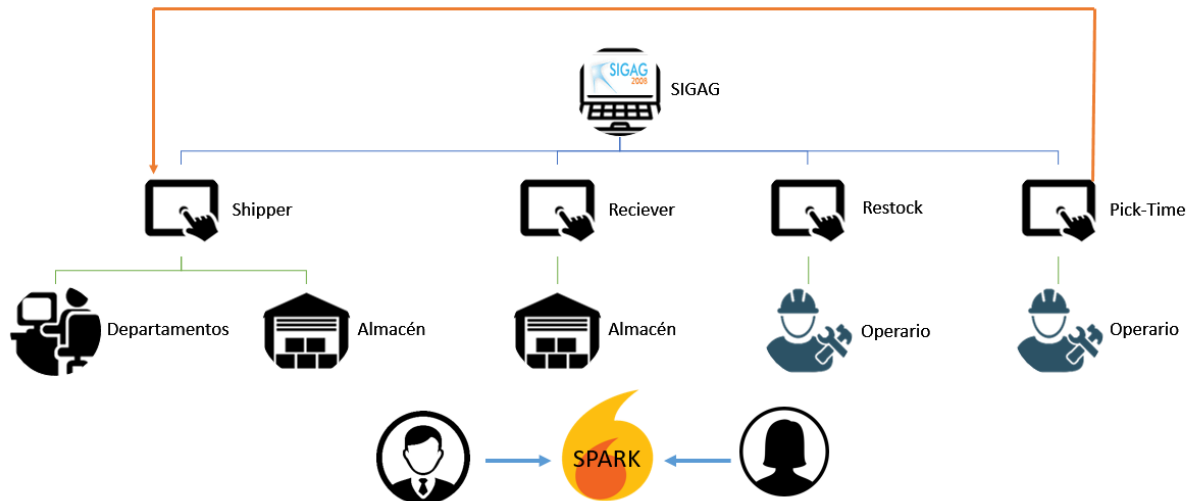


Figura 3.8. El árbol de flujo de información. (Fuente: Elaboración Propia)

La información sobre el número de piezas de recambio en stock se puede encontrar en el sistema de información SIGAG, lo que facilita mucho el pedido de los productos necesarios. SIGAG contiene información general sobre cada tipo de producto, proveedor y fecha de entrega, pero no muestra información sobre el número real de productos en las estanterías y los empleados del almacén gestionan el inventario visualmente. Actualmente, la empresa está resolviendo este problema mediante la implantación de una nueva plataforma de control.

### 3.2.2. Aplicaciones de envío y entrega de mercancía

La aplicación Shipper es un desarrollo exclusivo de la empresa, integrado a SIGAG y está diseñada para controlar el envío de productos acabados al cliente. Su aplicación está relacionada con los procesos de picking y embalaje, en los que se concentran más los errores humanos durante la recogida de envíos. Hay tres pasos principales en el envío:

1. Gestión de órdenes de preparación de material (OPM).
  - a. Lanzamiento de OPMS-picking a almacén;
  - b. Selección método picking: por ubicación o por OPM;
  - c. Preparación de OPM-picking, marcaje, salida de estanterías;
  - d. Ubicación de material de picking en zonas de material preparado;



- e. Confirmación de preparación y notificación al responsable.
2. Gestión de órdenes de preparación de envíos (OPE).
  - a. Generación de orden de envío y notificación de preparación;
  - b. Preparación del envío: identificación, acopio, packing, etiquetado, verificación;
  - c. Notificación envío preparado y verificado: listo para enviar;
  - d. Enviar material: recogida envío, firma, notificación: pedido enviado.
3. Gestión de expediciones.
  - a. Apertura de orden expedición: se genera código;
  - b. Asignación de ventas y reubicación de bultos conforme opciones de envío;
  - c. Notificación de carga de la expedición – pendiente de cargar;
  - d. Carga de la expedición: etiquetado de bultos, marcaje, incidencias, cierre contenedor;
  - e. Cierre contenedor recogida de datos y envío de la expedición. Pedido enviado.

Tras el último paso, la aplicación muestra código contenedor, precinto contenedor, matrícula remolque, matrícula camión, nombre conductor, teléfono conductor. Casi todos los pasos están automatizados, a excepción de los pasos físicos del proceso. La plataforma SIGAG genera el albarán y el packing list a partir de los datos recibidos previamente. Antes de que el envío se envíe al cliente, el departamento de logística comprueba los documentos y verifica el envío. La figura 3.9 muestra un proceso simplificado de interacción de la aplicación del cargador con el sistema SIGAG, la agencia de transporte y el cliente.



Figura 3.9. Esquema de interacción Shipper con el sistema SIGAG. (Fuente: Elaboración Propia)



En el futuro, los desarrolladores planean ampliar la funcionalidad de la aplicación e implementar un sistema de gestión de almacenes, aprovechamiento de estanterías, gestión del stock mínimo.

La aplicación Reciever controla la recepción de los pedidos de los proveedores y tiene una funcionalidad similar a la de Shipper y sirve para la gestión de almacén en ámbito de entregas a la fábrica. Todas las piezas y materias primas que se reciben se introducen automáticamente en el sistema SIGAG para que el departamento de compras las procese. La persona responsable tiene que cargar los documentos de envío y contabilidad en la aplicación e introducir todas las características de las mercancías entrantes:

- Peso;
- Embalaje y condiciones de envío;
- Cantidad de artículos.

### 3.2.3. Aplicaciones de gestión de producción

La siguiente aplicación se utiliza directamente en la producción y está relacionada con la gestión logística interna. Restock simplifica el proceso de pedido de las piezas que faltan. Los trabajadores se encargan de hacer requisiciones para reponer las existencias internas de su taller.

Cada artículo tiene su propio lugar en la estantería y una pegatina en la caja recuerda cuál es el stock mínimo y el lote mínimo. La fábrica tiene 20 talleres y 10 tablets para hacer los pedidos sin llamar al proveedor por teléfono y rellenar documentos para pedir manualmente. La figura 3.10 muestra una estantería con piezas en el almacén intermedio.



Figura 3.10. Lote mínimo y stock mínimo de una pieza. (Fuente: Fábrica de Indemat)

Este sistema es necesario para evitar la formación espontánea de órdenes.

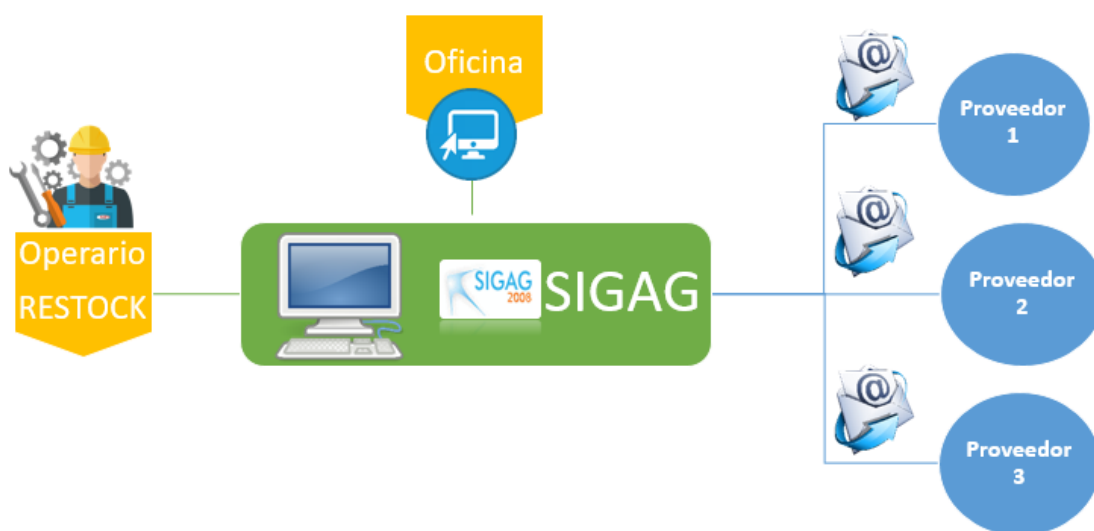
El algoritmo de acciones es el siguiente:

- Acercando la unidad al stock mínimo;
- Creando un pedido a través de la aplicación con el stock mínimo;



- Envío a SIGAG;
- Comprobación repetida por parte del operador de los pedidos internos entrantes;
- Aprobación o anulación del pedido;
- Envío automático de pedidos a los proveedores por correo electrónico.

El proceso de pedido de las piezas necesarias a través de las plataformas informáticas se muestra en la figura 3.11.



**Figura 3.11. Proceso de solicitud de suministros. (Fuente: Elaboración Propia)**

El siguiente programa, que ocupa un puesto clave en la logística interna, es Pick Up-Time. La estructura del programa es similar a la de Microsoft Project Manager, donde se puede ver la línea de producción (proceso) a través del sistema SIGAG. Todos los datos sobre el estado de la fabricación del producto son introducidos por cada trabajador en cuyo puesto tiene lugar el proceso. Cada estación tiene una orden de trabajo y la aplicación sólo registra el tiempo de ejecución del trabajo.

Actualmente, el departamento de IT de la empresa está actualizando la plataforma para reducir el número de operaciones que suponen una pérdida de tiempo en tareas administrativas. Por ejemplo, para transportar un producto de un taller a otro, hay que crear una orden de trabajo en marcha independiente. Las operaciones intermedias no añaden valor al producto y desperdician tiempo de fabricación, lo que hace que la producción sea más lenta.

Los datos sobre el trabajo realizado por los operarios se registran en el ERP de SIGAG y son un componente importante para obtener el coste real del producto.

### 3.3 Logística del grupo Aguambiente

La logística es el proceso de planificación y ejecución del transporte y almacenamiento eficiente de mercancías desde el punto de origen hasta el punto de



consumo. El objetivo de la logística es satisfacer las necesidades de los clientes de manera oportuna y rentable.

Originalmente, la logística desempeñaba el rol vital de trasladar personal, equipos y bienes militares. Aunque la logística sigue siendo tan importante como siempre en el ámbito militar, el término se utiliza hoy en día con más frecuencia en el contexto del traslado de mercancías comerciales dentro de la cadena de suministro.

Muchas empresas se especializan en logística, prestando el servicio a fabricantes, minoristas y otras industrias con gran necesidad de transportar mercancías. Algunas poseen toda la gama de infraestructuras, desde aviones hasta camiones, almacenes y software, mientras que otras se especializan en una o dos partes.

El transporte y el almacenamiento son las dos funciones principales de la logística. La gestión del transporte se centra en la planificación, la optimización y la ejecución del uso de vehículos para trasladar las mercancías entre los almacenes, los puntos de venta y los clientes. No es de extrañar que la gestión del transporte sea un proceso complejo que implica la planificación y optimización de las rutas y las cargas de los envíos, la gestión de los pedidos, la auditoría de los fletes y los pagos. También puede extenderse a la gestión de zonas de almacenamiento, un proceso que supervisa el movimiento de los vehículos a través de las zonas de almacenamiento fuera de las plantas de fabricación, los almacenes y las instalaciones de distribución.

La logística en la empresa, según el objetivo de sus actividades, se divide en interna y externa. La interna consiste en resolver los problemas de producción directamente en la empresa. La logística externa resuelve las tareas de asegurar el movimiento de las mercancías hacia el mercado.

Toda empresa industrial que desee lograr una alta eficiencia en la adquisición, producción, almacenamiento y formación de inventarios de recursos materiales y técnicos, así como en la distribución del producto final terminado, debe contar con un servicio logístico debidamente organizado.<sup>44</sup>

Hay que optimizar constantemente cada área de la actividad logística. De este modo, se conseguirá el máximo efecto económico con unos costes de producción mínimos. El volumen de negocio y los costes de una empresa dependen de la eficacia de su gestión logística. Con una estrategia correctamente construida para la entrega/expedición de mercancías, la facturación mensual aumentará, debido a una notable reducción de los costes de transporte y almacenamiento de recursos. A continuación se exponen los fundamentos de la logística empresarial de Indemat.

El departamento de informática del grupo Aguambiente puede ser señalado por separado. No está directamente relacionado con el departamento de logística, pero participa en la gestión de los flujos de información internos y externos. Su prioridad es la gestión del software y el hardware con el desarrollo de nuevas medidas para mejorar el funcionamiento de la empresa. La optimización del trabajo del departamento de logística permite una interacción fluida de todos los departamentos de la empresa. Los

---

<sup>44</sup> Faey, L., Randell, R., (2002). Competencia entre comerciales. En V. Osipov (coord.), traducción de inglés V. Egorov. *Curso de Gestión Estratégica del MBA*, (pp. 149). Moscú: Alpina Publisher.



resultados de su trabajo se describen detalladamente en el capítulo 3.2. Las actividades del departamento de IT pueden clasificarse como logística de la información.

La logística en sí misma se subdivide en muchos componentes que crean todo un complejo. Por ello, cada vez más empresas de todo el mundo se centran en el desarrollo de estas actividades. En esta sección, describimos la logística interna de Indemat y la logística externa del Grupo Aguambiente en la figura 3.12.

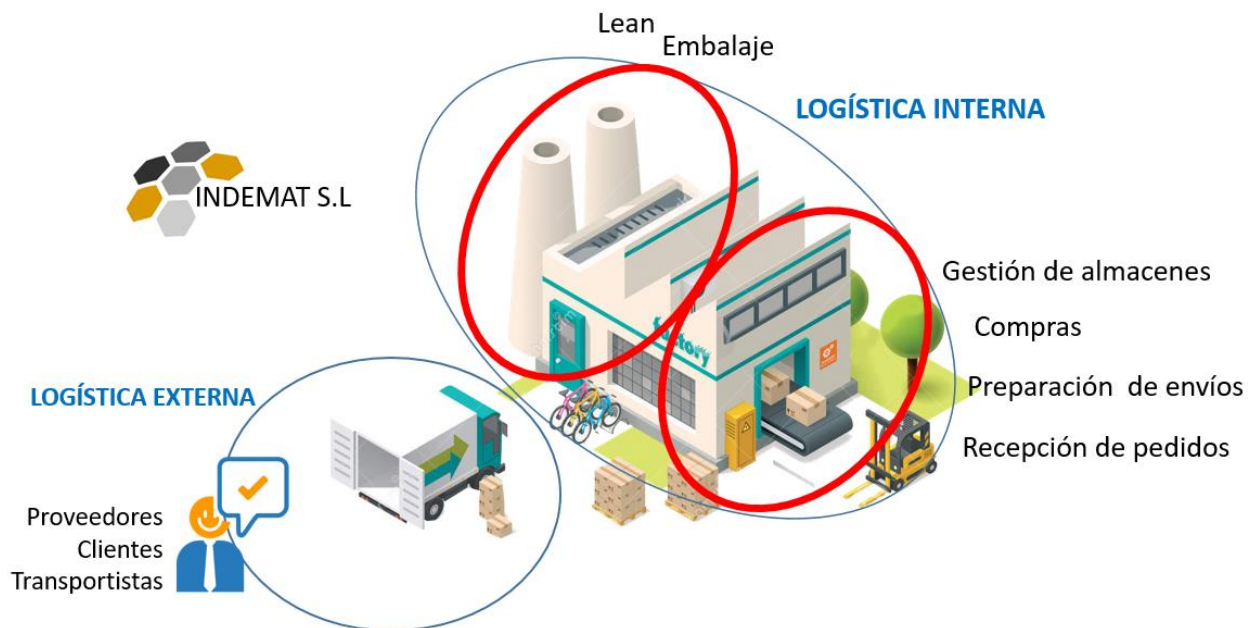


Figura 3.12. Segregación por tipo de logística (Fuente: Elaboración Propia)

### 3.3.1 Logística interna y su gestión

La logística es el principal vínculo entre todas las etapas de la producción, lo que significa que sin un departamento dedicado, el trabajo de la empresa es ineficiente. Esto es especialmente cierto en el caso de las empresas multiproducto.

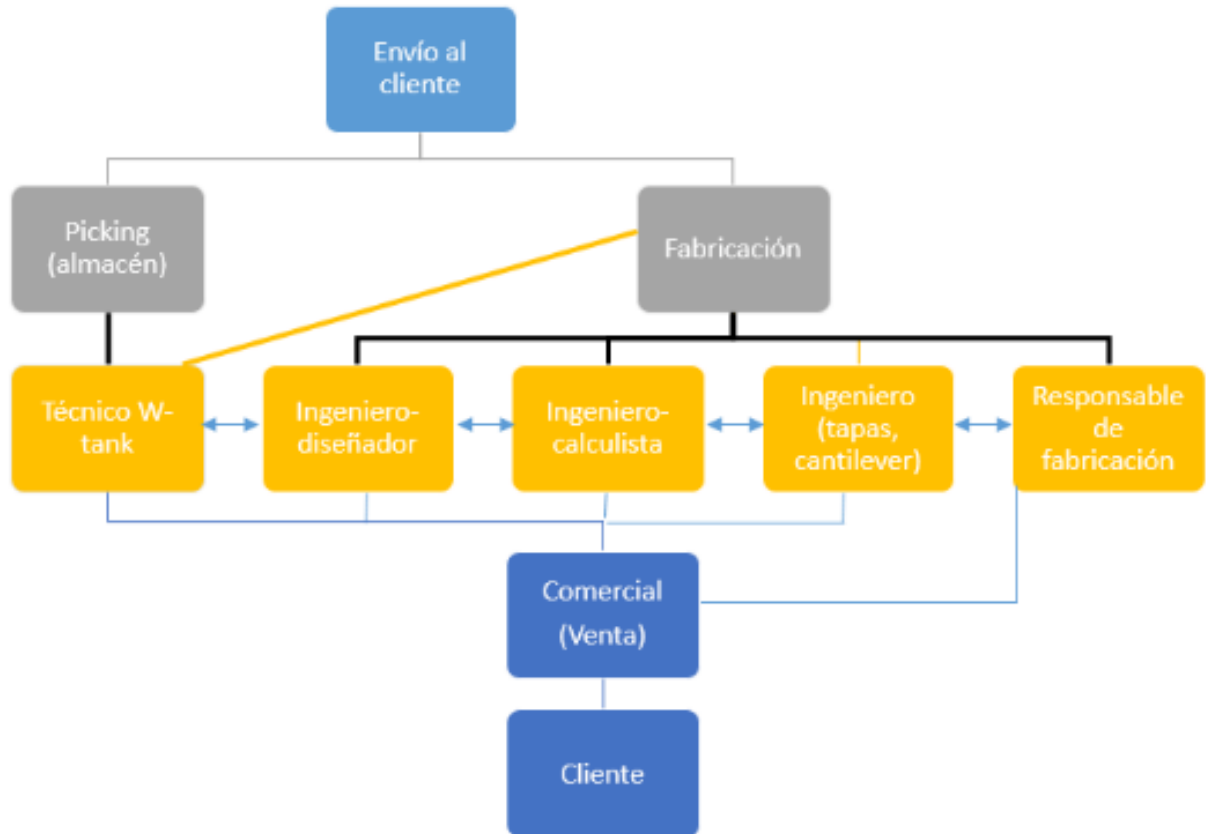
El departamento de logística se encarga de la gestión eficaz de la producción y las actividades comerciales. Sus funciones abarcan todos los procesos relacionados con la producción, el suministro y el almacenamiento de recursos.

Las tareas a las que se enfrenta la logística interna incluye la gestión de los procesos específicos de la empresa, la producción y los recursos. Se trata de la adquisición de materias primas y suministros para la empresa, su manutención y almacenamiento, el transporte tanto desde el proveedor como dentro de la empresa entre los departamentos, el control constante del volumen de existencias de materias primas, materiales, productos semi-terminados, componentes, su gestión.<sup>45</sup>

<sup>45</sup> Enciclopedia del Gestor de Producción, Logística en la empresa. Revista online Almanaque Production Management. Recuperado de: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/logistika-na-predpriyatii.html>



En el ejemplo del producto W-tanque se puede considerar la figura 3.13 de interacción en Indemat entre el cliente, el departamento de ventas, el departamento técnico, la fábrica, el almacén y el posterior envío del producto terminado al cliente.

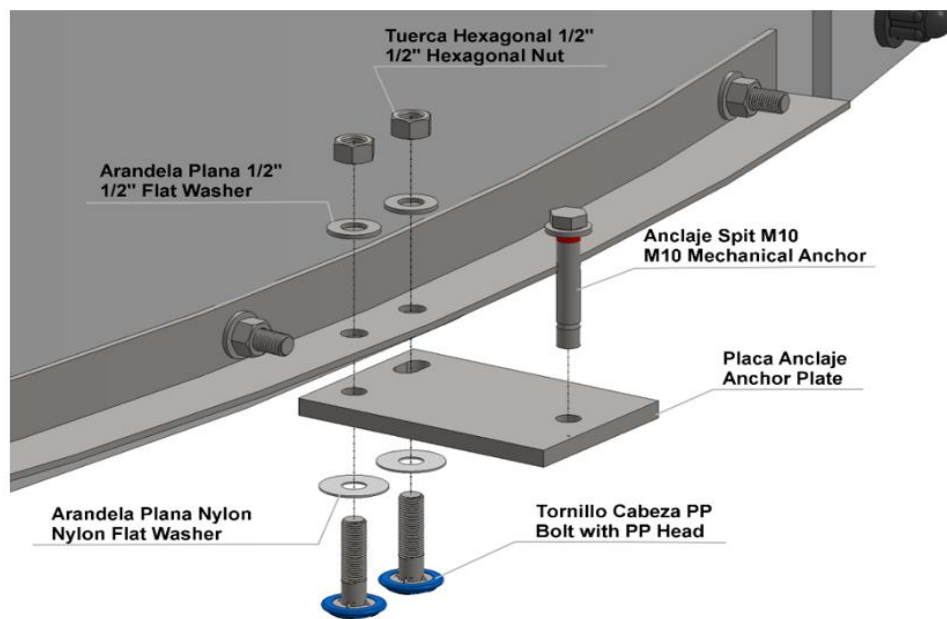


**Figura 3.13. Flujos de información desde la entrega del pedido hasta el envío de producto terminado. (Fuente: Elaboración Propia)**

El departamento técnico es responsable de el diseño, de la finalización completa del depósito y de su envío al cliente. Es su responsabilidad crear el picking list (este proceso se analiza con más detalle a continuación) donde se especifiquen todas las tuercas, tornillos, arandelas, útiles de montaje, juntas de caucho, hormigón especial, piezas adicionales del tanque como escaleras de gato, bridas, tapas de boca de hombre. La lista se envía al almacén, donde otros empleados completan el pedido para su envío.

El técnico del W-tank también es responsable de establecer la comunicación con los proveedores y programar las entregas al almacén. Debido a la complejidad tecnológica del producto, el número de proveedores es limitado y algunas categorías de productos están en riesgo, en otras palabras, puede haber fallos en la entrega, por esta razón el técnico del W-tank planifica el calendario de compras y coordina las existencias/stock de seguridad con el personal del almacén. El figura 3.14 muestra la parte de piezas necesitan para la instalación.





**Figura 3.14. Piezas en KIT de suministro. (Fuente: Indemat, departamento técnico)**

La fase de preparación de envíos en el almacén es la más intensiva en mano de obra y se lleva más del 55% de todos los costes.

El picking (recogida, selección, montaje) de los pedidos de los clientes se realiza en la zona de picking. La preparación y ejecución de la documentación se realiza a través del sistema de información. El sistema de almacenamiento basado en direcciones permite especificar en la hoja de picking la ubicación de las mercancías que se van a recoger, lo que reduce significativamente el tiempo de picking y ayuda a realizar un seguimiento de la salida de las mercancías del almacén.

El picking se reduce a la preparación de la mercancía de acuerdo con los pedidos de los clientes. Sobre el ejemplo de W-tank se propone considerar la cadena de acciones que existe en la empresa Indemat. Para hacer el picking debe saber la data inicial de cada tanque su peso flex-molding, peso total, tipos de angulares superiores/inferiores, tipos de pestañas, la cantidad de bridas y bocas de hombre, su ubicación en la zona sísmica/ no sísmica, tipo de cantilever para transportar.

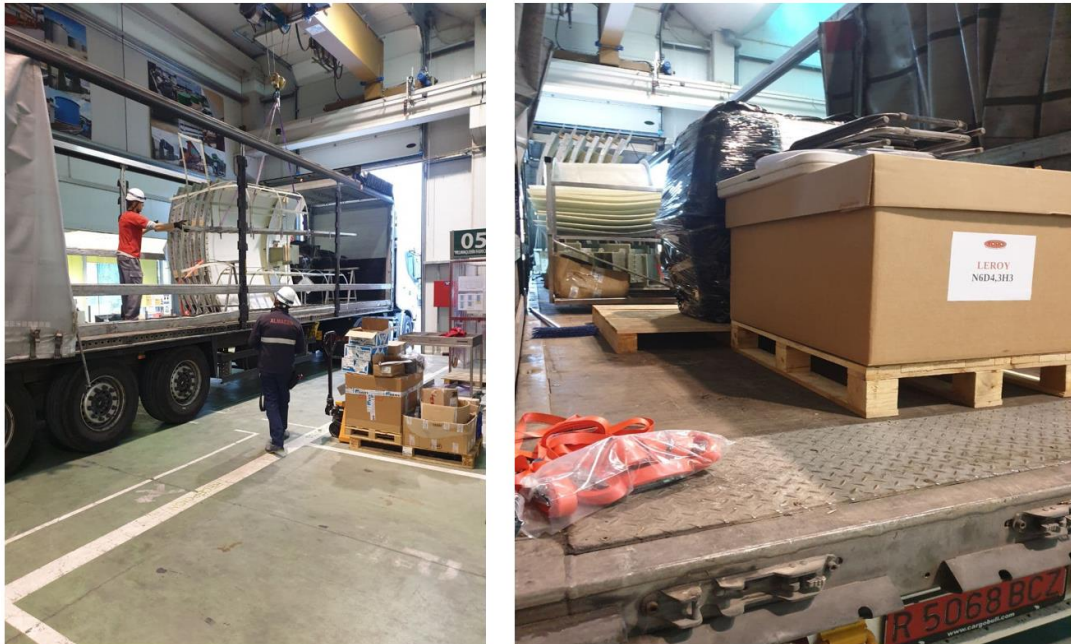
La preparación de pedidos y el envío incluyen:

- Recibir el pedido del cliente (número de venta);
- Introducción de la nomenclatura de las piezas necesarias en el SIGAG;
- Envío de datos a la aplicación Shipper;
- La selección de cada elemento en función de las características del petrolero;
- Selección de la mercancía para un cliente concreto;
- Comprobando la conformidad con su orden;
- Preparación de la mercancía para su envío (embalaje en cajas, en palés);



- La documentación de la orden preparada y el control de la preparación de la orden;
- Envío de mercancías al vehículo.

La figura 3.15 muestra el proceso de carga de las placas del W-tank y el Kit de suministro (la caja que contiene los dispositivos auxiliares para montar las placas después del picking) en el camión.



**Figura 3.15. Carga de equipos: placas, maquinaria y KIT de suministro.**  
(Fuente: Elaboración Propia)

Antes de enviar el producto terminado al cliente el departamento técnico conjunto con el almacén deben asegurarse de que el pedido está completo con el KIT de suministro, y el envío contiene:

- 1) Placas
- 2) Boca de hombre, bridas
- 3) Tornillería, arandelas, tuercas, juntas, anclaje
- 4) Junta con la base de hormigón e imprimación de sellado
- 5) Instrucciones de montaje
- 6) Ficha técnica y especificaciones
- 7) Plano de conformidad, plano constructivo de losa estándar.

El W-tank se transporta desmontado y se requiere un embalaje especial para su transporte, lo que garantizará la fiabilidad y seguridad de las placas (Figura 3.16). La empresa ha desarrollado el cantilever por sí misma y el taller de soldadura de la fábrica se encarga de su producción puntual en función del número de placas.



Tipo	Embalaje	
	Nº placas	Ancho, mm
Cantilever tipo A	11	1115
Cantilever tipo B	7	720
Cantilever tipo C	5	660

Figura 3.16. Variedad de cantilevers. (Fuente: Indemat, departamento técnico)

Debe tener en cuenta el tamaño y número de cantilevers y después pedir el camión adecuado para transportar las placas en containers 20 o 40 pies. La facilidad en el transporte permite que el W-tank llegue a cualquier parte del mundo. El diseño de cantilever puede ver en la figura 3.17.

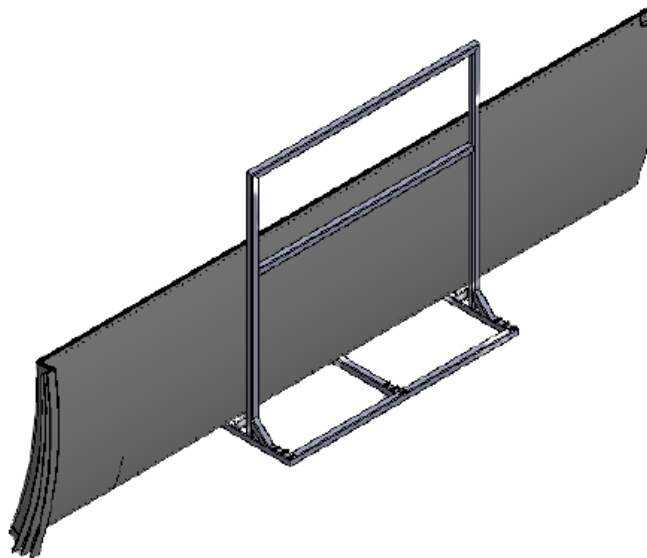


Figura 3.17. Cantilever con las placas del W-Tank. (Fuente: Indemat, departamento técnico)

Antes generar el pedido, es necesario saber cuándo comenzará la producción de las placas, ya que los moldes podían estar ocupados con otros pedidos. Esta información es necesaria para planificar los pedidos a proveedores y no almacenar materiales y repuestos adicionales en los almacenes de la fábrica, evitando así costes económicos innecesarios. La excepción son las piezas de recambio que tienen propiedades únicas y proveedores únicos. En este caso, será necesario controlar el nivel de existencias y gestionar el stock de seguridad.

El departamento de logística ha identificado los principales tipos de costes basados en el flujo de bienes materiales dentro del grupo de empresas y entre las distintas empresas que lo componen, la distribución a los clientes, los costes de compra de bienes en algunos casos, así como en el proceso de mantenimiento e inventario.

- I. Costes fijos
  - Almacén mercaderías;



- Transporte.

## II. Costes Variables

- Mano de obra;
- Maquinaria;
- Materiales.

La tarea de reducir los costes de producción es un reto para toda empresa, y los especialistas del grupo de empresas han desarrollado las siguientes medidas estratégicas:

- Planificar los fletes y adecuarlos a las fechas estipuladas sabiendo que los equipos están terminados.
- Asegurar las salidas de toda la carga de el mismo pedido en un mismo flete.
- Reducir los tiempos de carga en la medida de lo posible sin anteponer la seguridad del operario ni la propia mercancía.
- Seguir desarrollando los embalajes como se está realizando, adaptándolos a las modificaciones de los equipos con el fin de optimizar espacio.

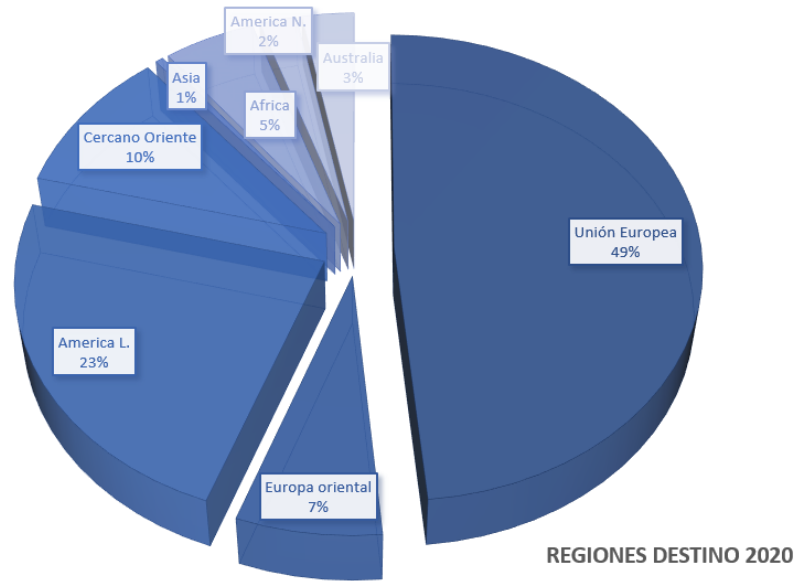
La planificación del inventario es una de las áreas importantes para garantizar la producción. Es especialmente relevante cuando los proveedores se encuentran en el extranjero.

### **3.3.2 Logística externa. Expedición de pedidos**

La dirección de este tipo de logística se encarga de reducir los costes del transporte de mercancías. La logística del transporte en la empresa se ocupa del transporte de carga, la entrega de mercancías. Los especialistas seleccionan el tipo de transporte necesario, planifican las rutas óptimas, conectan todo el tráfico y gestionan los flujos de información.

Las tareas a las que se enfrenta la logística externa consisten en la distribución del producto final terminado a través de diversos canales de distribución. Se trata del transporte de los productos acabados, intermedios o finales, hasta los consumidores; la identificación de sus existencias en los almacenes propios, en las plataformas logísticas intermedias y en los consumidores; el almacenamiento, el envasado y la preparación de pedidos en toda la gama de productos manufacturados; la observación de la demanda de productos manufacturados, el ajuste de sus volúmenes de producción si es necesario.

Los productos de la empresa son demandados no sólo en España, donde las ventas en 2020 supusieron el 20% del total, sino también en el extranjero. La figura 3.18 muestra regiones de destino.

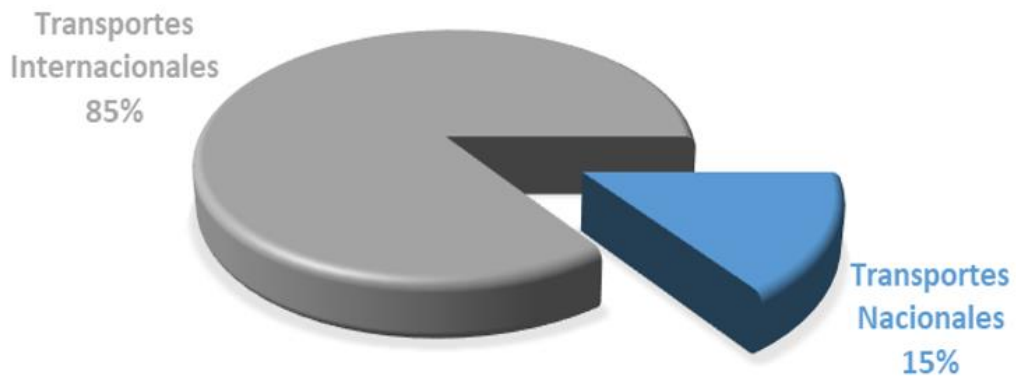


**Figura 3.18. Regiones de envío de productos en 2020. (Fuente: Aguambiente, departamento logística)**

Los principales mercados son la Unión Europea y América Latina. Esta distribución se debe a las desarrolladas relaciones económicas entre los estados y, en el caso de Sudamérica, a la existencia de una lengua común de comunicación empresarial. A finales de 2020, el ranking de los países a los que más se han enviado los productos del Grupo Aguambiente son:

1. España - 20 %
2. Portugal -13%
3. Alemania - 7%.
4. Rusia - 6 %
5. Francia, Emiratos Árabes y México - 5%

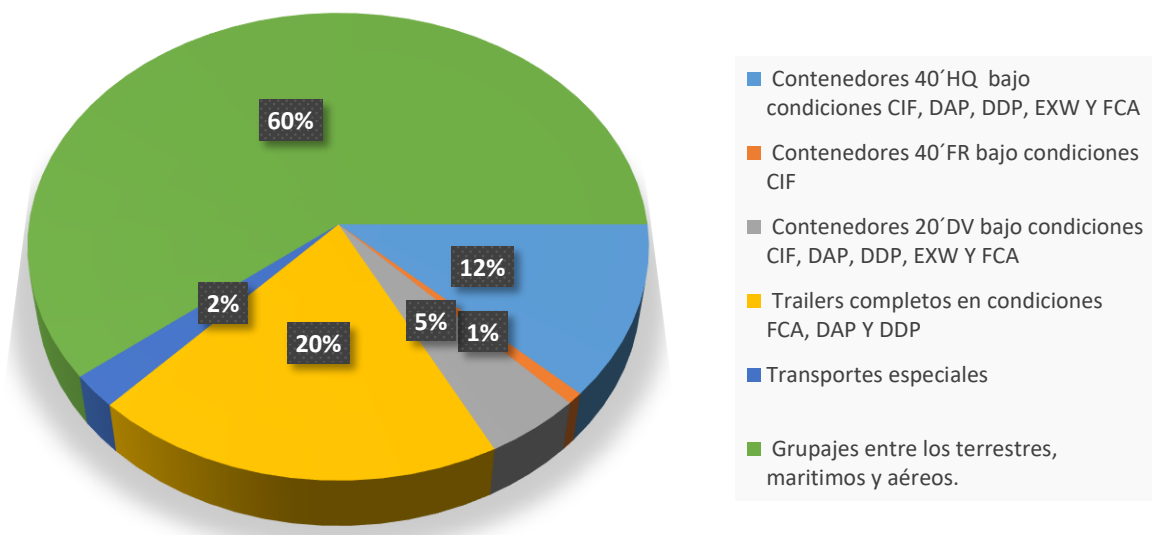
La empresa también lleva un registro de los resultados del transporte en función del país de origen de la persona jurídica. Los datos incluyen los vehículos propios de la empresa (figura 3.19).



**Figura 3.19. Cuota total de los transportistas en 2020. (Fuente: Aguambiente, departamento logística)**

Como puede observarse en el gráfico, la mayoría de las empresas de transporte son extranjeras. Hasta cierto punto, esto crea un conjunto de dificultades en la comunicación con los camioneros. Muchos chóferes no hablan español ni inglés, lo que complica el proceso de firma de documentos y aumenta el tiempo de envío del producto terminado al cliente.

Básicamente, todos los productos acabados se envían en contenedores, que es una forma cómoda y más segura de entregar la carga. Las normas INCOTERMS desempeñan un papel decisivo en este asunto. A continuación se presentan en la figura 3.20 los datos de todos los envíos de contenedores.



**Figura 3.20. Los envíos de contenedores en 2020 (Fuente: Aguambiente, departamento logística)**



Analizar toda la estructura de costes de la cadena logística de una operación internacional (transporte, seguros, divisas, aranceles, gestiones ante las aduanas) y usar el INCOTERM adecuado son las claves para poder calcular correctamente el precio de venta en las operaciones de exportación.

Los INCOTERMS regulan fundamentalmente tres puntos:

- Quién asume el coste en cada fase de la cadena logística.
- Quién es el responsable de cada gestión.
- Quién asume el riesgo de pérdida o daño de la mercancía en cada punto.

Se aplican los INCOTERMS en el ámbito aduanero:

- Cálculo del valor en aduana.
- Valor en aduana – la base para el cálculo de los pagos de aduana – la implementación de una función fiscal.
- Cálculo de valor estadístico.

Es importante saber que las reglas de los INCOTERMS no reemplazan el contrato de venta, sino que solo le permiten acortarlo. Los términos de entrega de los INCOTERMS no determinan la transferencia de propiedad de los bienes, no indican el precio de los bienes y la forma de pago o las consecuencias de un incumplimiento del contrato. Los INCOTERMS solo reflejan la distribución entre el vendedor y el comprador de responsabilidades y costos financieros, tales como: transporte de mercadería, carga y descarga de un vehículo, despacho de aduana, pago de impuestos, aranceles y tasas, seguros, así como la transferencia de riesgos de pérdida y daño a la mercadería.<sup>46</sup>

En caso de que el cliente pida la entrega de productos acabados en el lugar de instalación, se tienen en cuenta los siguientes pasos en la realización del pedido

- Revisión de fechas de entrega acorde con la realidad de la fabricación y finalización de los equipos de la venta.
- Tipo de recursos necesarios para llevarlo a cabo.
- Bajo que INCOTERM se realizara el pedido del producto.
- Elección de transitario dependiendo de varios factores, precio, país de destino, tiempos de transito, condiciones de pago, etc.

Para ello se solicitan varias ofertas dependiendo del INCOTERM con el que viaje la mercancía a colaboradores, de esta forma existe la posibilidad de cotejar opciones, que dado el caso se comentan con los comerciales o maquetadores de la venta, para que puedan informar al cliente, de fechas, tiempos de transito, saber si tienen agentes en destino para el despacho de la mercancía solicitar ampliación de días de estancia en puerto de retirada de la mercancía para no recaer en gastos que puedan crear malestar con los clientes, etc.

---

<sup>46</sup> Iccwbo.org, (2021). INCOTERMS 2020. Recuperado de: <https://iccwbo.org/resources-for-business/incoterms-rules/incoterms-2020/>



De todos los transportes realizados 46% de ellos se han gestionado en su totalidad por el equipo logístico que compone Aguambiente, Toro Equipment, e Investigación y desarrollo de materiales tecnológicos, 54% restantes son los propios clientes los que nos envían a su transporte y lo gestionamos con ellos directamente. Los tipos de contenedores más utilizados y sus características muestran en la figura 3.21.

Contenedor	Tara, kg	Carga máxima, kg	Capacidad cubica, m3	Medidas internas, m
20 pies standard (TEU)	2210-2400	28180	33,3	Largo-5,9 Ancho-2,34 Alto-2,4
40 pies standard (FEU)	3630-3740	28750	67,7	Largo-12,03 Ancho-2,34 Alto-2,4
40 pies high cube standard (FEU)	3880-3900	28560	76,5	Largo-12,03 Ancho-2,34 Alto-2,59

**Figura 3.21. Tipos de contenedores y sus características. (Fuente: Aguambiente, departamento logística)**

Una vez confirmada la oferta, se recopila toda la documentación con la que tienen que viajar los equipos:

- Packing List.

Este tipo de documento se genera en Shipper y sirve para revisión por parte del departamento de logística, que los bultos, cantidades, dimensiones, pesos, etc, sean los correctos, para de esa forma establecer una coordinación en la implantación de la carga definitiva para los clientes.

- Albarán.

Este tipo de documento se genera en SIGAG. El albarán es un documento comercial que certifica la entrega o la recepción de una mercancía o la prestación de un servicio entre varias partes. Se considera muy útil para asegurarse de que la transacción se ha llevado a cabo de conformidad con el acuerdo de ambas partes. Se utiliza para justificar la existencia de una transacción y su recepción, pero no el pago de un bien o servicio.

- FDA (factura despacho aduana) de la venta.

Este tipo de documento se genera en SIGAG. La factura comercial (commercial invoice) es uno de los documentos más importantes. Es un documento legal emitido por el vendedor (exportador) al comprador (importador) durante la transacción internacional y funciona como una prueba de la venta entre comprador y vendedor.

El packing list se envía al receptor de las mercancías, mientras que la factura comercial se envía a la figura responsable del pago de las mercancías, que podría ser (o no) la misma persona. Se trata de un documento comercial y de control, que debe acompañar a la factura comercial y a los documentos de transporte, y que es necesario





para realizar el despacho de aduana de exportación, que se tramita en el Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales de la Agencia Tributaria (AEAT).

Además de ésta documentación hay otras que una vez salga la mercancía son de estar pendiente de ella dependiendo de las condiciones con las que se expida, ya sea por medios terrestre, marítimo o aéreo, como son:

- Eur1.

Es un certificado que confirma el país de origen de las mercancías y se utiliza cuando las mercancías fabricadas en uno de los países de la Unión Europea se exportan a un país que ha firmado un acuerdo con la UE sobre la concesión de preferencias comerciales recíprocas. El certificado de confirmación lo rellenan los especialistas de las autoridades aduaneras en el momento de la exportación de las mercancías y es el principal documento que confirma el derecho de su importación libre de impuestos en el país del importador.

- Certificado de Origen.

La finalidad de este documento, que lo emiten la Cámara de Comercio, es acreditar que la mercancía procede realmente del país de origen. Se utiliza para exportaciones fuera de la Unión Europea y tiene caducidad. El certificado de origen acredita el lugar de origen de las mercancías, con la finalidad de satisfacer los requisitos aduaneros o comerciales. El origen de las mercancías condiciona el tratamiento arancelario o comercial que se da a las mismas en el momento de su entrada en un determinado territorio aduanero.

- DUA.

Es un documento imprescindible en cualquier exportación. Sirve para declarar las mercancías que se van a exportar y las características de la operación. Este documento, que se encarga de emitirlo la Agencia Tributaria, debe conservarse durante los tres años siguientes a la operación porque puede ser requerido con posterioridad a la exportación o importación.

- AWB.

Conocimiento de embarque aéreo. Es el documento de transporte aéreo que prueba la existencia del contrato de transporte, ejerciendo de justificante de entrega de la mercancía.

- Bill of Landing

Es el documento de transporte marítimo que certifica la estiba. Es emitido por la compañía naviera.

- CMR.

Carta de porte terrestre. Confirma la recepción de la mercancía por parte del transportista, las mercancías a transportar, el contrato de transporte por carretera, etc.



- CIM.

Cumple la misma función que el CMR. Cabe mencionar que las mercancías que se muestren en una misma carta de porte se transportarán en un mismo vagón.

- Seguros.

El seguro de transporte es un contrato que cubre las mercancías contra los diversos riesgos que pueden afectarlas durante su traslado de un lugar a otro durante un periodo determinado (estancia), o situaciones (carga y descarga) relacionadas con el hecho del transporte.

- Autorización de despacho.

La autorización de despacho es un documento por el que un importador o exportador autoriza a un representante aduanero a presentar una o varias declaraciones de aduana en su nombre.

- Carta de doble uso.

En el caso de los productos de doble uso, se requerirá una licencia de exportación/Importación de productos de doble uso, emitida por el Ministerio de Economía. Esta licencia puede ser individual, o puede hacerla disponible para todos los envíos que realice y enviarla al departamento de aduanas correspondiente.<sup>47</sup>

Cuando la mercancía esté en tránsito, se hace un seguimiento para tener certeza de los días en los que llegará la mercancía. Y tener informado al cliente si así lo requiere.

---

<sup>47</sup> ICEX, España Exportación e Inversiones, E.P.E., M.P. (2020) Trámites tributarios/Aduaneros según destino: UE/otros. Departamento de Venta Global. *Guía de tramites y documentos de exportación (Junio 2020)*, (pp.25-59). Madrid.



# Capítulo 4. Caso práctico. Implementación de MRP y optimización del almacén

## 4.1. Introducción a la investigación

El objetivo de este proyecto es mejorar el sistema de gestión de inventarios y compras existente en Indemat y, posteriormente, integrar los métodos propuestos en el sistema de información principal ERP SIGAG.

En el ámbito de la gestión de inventarios, la dirección de la empresa se adhiere a la filosofía JIT y desarrolla sus propios productos de información. Por ejemplo, uno de los módulos importantes del ERP es la aplicación Pick Time (de la que se habla en el capítulo 3), que garantiza el suministro puntual a los talleres de la cantidad necesaria de materiales procedentes de los proveedores locales.

Se pueden distinguir dos grupos de bienes consumidos por la empresa:

- Convencional (normalmente de proveedores locales)
- Único (que requiere una planificación especial)

Aunque el mecanismo de suministro de todos los grupos de bienes está establecido, hay situaciones imprevistas en las que se producen interrupciones del suministro. En particular, los bienes únicos se encuentran en la zona de mayor riesgo. La resolución de este problema es una de las tareas importantes de la logística, que es fijada por la dirección de la empresa.

En el caso de Indemat, estas piezas son tornillos (Figura 4.1) de acero de alta resistencia con cabeza de plástico, necesarios para la fijación de las placas del W-tank. Su singularidad reside en el hecho de que la pata metálica conserva sus fuertes propiedades anticorrosivas bajo la influencia de un entorno acuático agresivo, mientras que la cabeza de plástico evita la destrucción de las placas en los puntos de fijación. Además, la siguiente ventaja es la relación calidad-precio.



Figura 4.1. Ejemplo de tornillos (bolts). (Fuente: [www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com))



Otra característica es la ubicación geográfica del proveedor. La empresa que produce los tornillos está situada en China. Los grandes lotes de mercancías se entregan por vía marítima, donde el plazo de entrega alcanza a veces los 4 meses desde el momento del pedido. También hay que tener en cuenta la diferencia de características culturales entre ambas regiones. A la hora de planificar el pedido hay que tener en cuenta las fiestas nacionales y su duración en cada país.

En este aspecto, surgieron los siguientes problemas en la empresa:

1. A falta de un sistema de planificación de pedidos, se dieron casos de fallos de suministro. Los pedidos se hicieron en el último momento o con retraso.
2. Factores externos que escapan al control del cliente y del proveedor. Por ejemplo, en marzo de 2021 hubo una interrupción de las entregas debido a que un buque de carga se quedó atascado en el Canal de Suez.
3. Cuando se cambió el diseño del W-tank, quedaron en stock muchos tornillos no utilizados, que se convirtieron en "carga no reclamada" y que actualmente están en stock durante un tiempo suficientemente largo.

Cabe señalar que en Indemat no se utiliza el sistema de gestión de almacenes (WHS) por las siguientes razones:

1. Asequibilidad de la plataforma WHS.
2. La empresa tiene su personal de programación y desarrollo de módulos internos orientados a los procesos de gestión en logística y almacenaje.
3. El tamaño y la nomenclatura del almacén principal no requieren dispositivos especiales para el seguimiento de las mercancías. Si es necesario, la disponibilidad de las existencias puede comprobarse visualmente, lo que, a su vez, es una ventaja y una desventaja. La ventaja es que no se requiere una gran inversión financiera y la gestión se realiza internamente. Una desventaja importante de este enfoque es que solo una persona (personal del almacén) controla el almacén y periódicamente no hay información actualizada sobre los niveles de existencias.

Basándose en lo anterior, se propone que se considere en la práctica el uso de la herramienta MRP en la planificación de pedidos de tornillos únicos de China para la instalación de placas de W-tank. Hay que añadir que la herramienta de planificación ha tenido un impacto positivo en la optimización del almacén, que también se demostrará en este capítulo.

## 4.2. Fases de desarrollo del proyecto y estudio económico

Como se ha mencionado en el capítulo 2, el MRP es uno de los elementos básicos del ERP y en Indemat su mecanismo está perfectamente alineado en el trato con los proveedores locales en España, pero con los proveedores extranjeros y los productos de gran volumen el sistema de pedidos es "manualmente" y se lleva a cabo:

- El almacenista informa de las existencias actuales;
- El responsable de fabricación se encarga de comprobar las existencias.



Sobre la base de lo anterior, se propuso a la dirección de la empresa poner en marcha un proyecto piloto - enfoque MRP en la planificación de pedidos con los proveedores chinos. Tal y como demostró el estudio posterior del problema, el método MRP implicaba el análisis de los productos del almacén y la utilización del método ABC para optimizar las celdas de las estanterías del almacén.

El proyecto en su totalidad puede dividirse en las siguientes fases:

1. Fase de preparación:
  - a. Identificar los tipos de tornillos que existen en el sistema ERP SIGAG.
  - b. Recoger datos sobre el uso mensual de los tornillos.
2. Fase analítica:
  - a. Realizar una revisión de los inventarios actuales en el almacén;
  - b. Identificar la necesidad de la adquisición;
  - c. Previsión de la demanda de tornillos para el periodo 2021-2022;
  - d. Generar un MRP para cada tipo de bolt.
3. Fase final:
  - a. Acordar el MRP con la dirección;
  - b. Implementar/no implementar la compra;
  - c. Realizar el análisis ABC;
    - i. Optimizar el espacio de almacenamiento;
  - d. Mantener un control continuo.

La otra parte principal de esta sección es el estudio económico, que se refiere a las diferentes fases de ejecución del proyecto. El cálculo de todas las secciones del MRP se hará a través del programa Excel y las fórmulas utilizadas se discutirán en consecuencia.

Se contabilizarán los tipos de piezas disponibles en stock, se definirá un plan de aprovisionamiento para el tipo de tornillos más demandados y se optimizará la ubicación de los productos en el almacén de la empresa. Así, a partir de la investigación económica y las medidas propuestas, es posible analizar la eficacia de la metodología MRP y su impacto en la gestión logística de la empresa. Para llevar a cabo el estudio se hará lo siguiente:

1. Cálculo del consumo mensual de pernos.
2. Cálculo de la demanda del producto del tanque W.
3. Cálculo del plan de pedidos para un tipo de tornillo (MRP).
4. Correlación del plan de pedidos.
5. Cálculo de la rotación de las piezas.
6. Asignación a los grupos A, B y C.
7. Cálculo de la eficiencia económica tras la optimización.

La figura 4.2 se muestra una representación gráfica del proceso de desarrollo del proyecto.



Figura 4.2. Desarrollo del proyecto. (Fuente: Elaboración propia)

En esta parte, hay que añadir que se recomienda realizar el método ABC antes de la aplicación del suministro de mercancías. Sin embargo, debido a la gran urgencia de la adquisición de tornillos de tipo 1/2" x 1 1/2", esta herramienta se pospuso hasta la fase final.

### 4.2.1. Fase de preparación

El paso inicial fue determinar el nivel de inventario actual. Esta tarea requirió la identificación del nombre de los tornillos que existen en el sistema y la finalidad de su aplicación. La dificultad radicaba en que no se podían extraer datos del ERP sobre la cantidad de tornillos consumidos para el producto del W-tank durante un determinado periodo de tiempo.

Se introducen en el sistema los datos de todos los tipos de materias primas y componentes que se han utilizado para la fabricación e instalación del depósito. Esto es necesario para una mayor obtención de precios. No hay estadísticas sobre los productos consumidos para la fabricación e instalación del W-tank. Por lo tanto, para la preparación inicial se utilizó la siguiente información del SIGAG:

- Sacar cada tipo de tornillo del plataforma SIGAG;
- Buscar las compras realizadas para cada tipo de tornillo durante un periodo de tiempo seleccionado (fecha del pedido y número de productos comprados);
- Valor de cada pedido;
- Precio de 1 unidad.



El siguiente paso en la fase de preparación es determinar el consumo real de tornillos. Para ello se utilizaron dos tipos de documentos:

- Picking List;
- Contrato de venta.

La figura 4.3 muestra una parte del árbol del producto W-tank. Para planificar las necesidades de componentes, se recomienda observar con más detalle el Kit de suministro (Nivel 1), que contiene todos los tipos de tornillos necesarios y piezas auxiliares para montar el depósito.

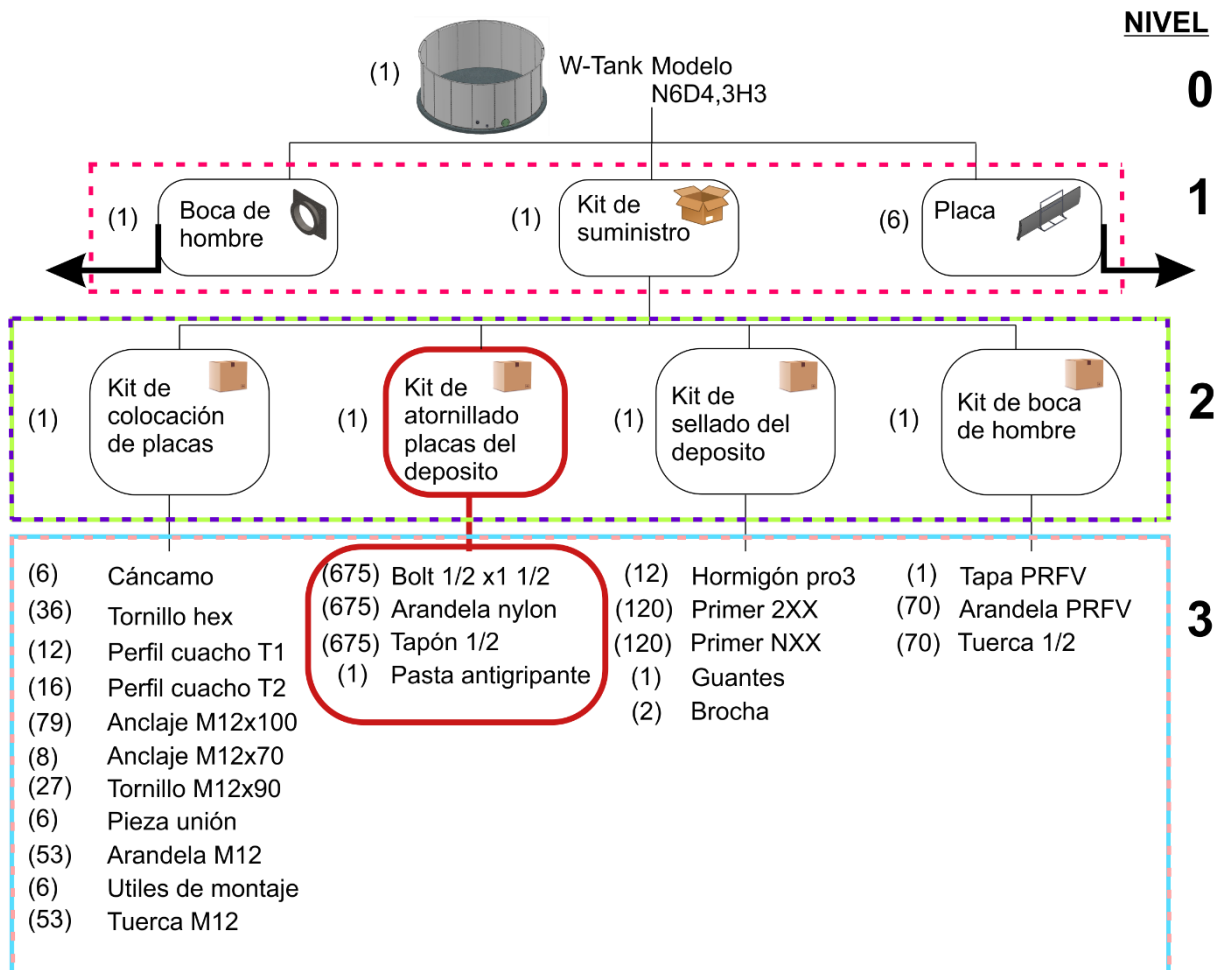


Figura 4.3. Parte del árbol de producto W-tank. Ejemplo.  
(Fuente: Elaboración propia)

Por regla general, casi todos los componentes de Kit de suministro se entregan en la fábrica según el método Just-in-Time. Esto se debe a que los proveedores se ubican en España y el plazo de entrega es de 3 a 7 días. En el caso del Bolt 1/2" x 1 1/2" se sugiere utilizar el método MRP. Esta herramienta se aplica individualmente a cada tipo de tornillos chinos.

La planificación de la demanda para 2021-2022 se basa en los datos de 2020 y primeros meses de 2021. Este año de muestra se explica por la pandemia y el consiguiente descenso de la producción. En la parte analítica se describen más detalles sobre la planificación de la demanda.



Los picking list de todos los proyectos de la empresa generaron el número real de tornillos utilizados en 2020-2021 y los contratos de venta proporcionaron datos sobre el mes de entrega de los productos de la empresa a los clientes. La tabla de consumo mensual de Bolt 1/2" x 1 1/2" se muestra en la figura 4.4.

<b>Demanda mensual, 2020-2021</b>	<b>1/2" x 1 1/2"</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Enero (2021)</b>	1500	<b>100408</b>
<b>Febrero (2021)</b>	11684	
<b>Marzo (2021)</b>	5670	
<b>Abril (2021)</b>	11550	
<b>Mayo (2020)</b>	13925	
<b>Junio (2020)</b>	5500	
<b>Julio (2020)</b>	29300	
<b>Agosto (2020)</b>	0	
<b>Septiembre (2020)</b>	2750	
<b>Octubre (2020)</b>	8779	
<b>Noviembre (2020)</b>	9750	
<b>Diciembre (2020)</b>	0	

**Figura 4.4. Demanda mensual de 1/2" x 1 1/2" en 2020-2021. (Fuente: Elaboración propia)**

La inexistencia de consumo en los meses de agosto y diciembre no significa que la empresa no haya producido nada para el producto del W-tank en su cuestión. El consumo mensual se basa en las fechas de entrega previstas en el contrato. Debido a la naturaleza de la producción, estas fechas pueden modificar por las siguientes razones:

1. El cliente no obtuvo los permisos de construcción adecuados y el pedido pasó a una lista de espera para la fabricación de otros depósitos.
2. Reparación de la máquina y, en consecuencia, desplazamiento del plazo de entrega.
3. Retraso en el pago de las obligaciones contractuales por parte del cliente.
4. Problemas de producción de otra naturaleza.
5. Producción antes de la fecha contractual.

## **4.2.2. Fase analítica**

La falta de planificación de las adquisiciones o una planificación inconexa sin un control y una normativa clara pueden costar a una empresa pérdidas financieras tangibles. Si las compras no se realizan a tiempo, los plazos de entrega de bienes, obras y servicios se ven alterados. Debido a las entregas intempestivas, se producen paradas de producción que afectan a toda la empresa. El coste de la falta de una planificación eficaz de las compras es una disminución de los beneficios de la empresa.

Al mismo tiempo, es muy común la opinión de que la automatización de la planificación de las compras es cara, y las soluciones que existen en el mercado tienen





funcionalidades redundantes y son difíciles de adaptar a los procesos empresariales reales. Por la experiencia negativa de implantar soluciones costosas, muchas empresas siguen utilizando Excel para recoger y conciliar las necesidades. En esta parte, se propone utilizar el programa básico de Microsoft Office como programa base para los cálculos y posteriormente integrar los métodos utilizados en el ERP SIGAG.

El primer paso en la fase de análisis es revisar el almacén y determinar la cantidad de existencias actuales. En este sentido, se trabajó junto con el almacenero para calcular los inventarios. Los resultados se muestran en la figura 4.5.

Componente	Stock actual, und
1/2"X1 1/2"	49000
Tapon bolt 1/2	73100
1/2"X 35MM	11000
1/2"X2"	32600
5/16"X30	41300
Tapon bolt 5/16	122000
5/8X2-1/2	10230
Tapon bolt 5/8	33600
1/2"X2 1/2"	37800
5/16"X45	15390
5/16"X60	7260
5/16"X90	21560
5/8X3	6300
5/16"X75	17600

Figura 4.5. Stock actual de bolts en mayo 2021 . (Fuente: Elaboración propia)

En la fase inicial, utilizando las 5S como una de las herramientas eficaces de Lean manufacturing, se tomó una fotografía (figura 4.6) para comparar posteriormente los resultados en la fase final del proyecto.



Figura 4.6. Zona 004 de tornillos de China. (Fuente: Elaboración propia)

La dirección de la empresa ha elaborado un plan para colocar los bolts en la zona 004. El plan se actualizó por última vez en noviembre de 2020.



Esquemáticamente, el plan de ubicación de las paletas por tipo de tornillos se muestra en la figura 4.7.

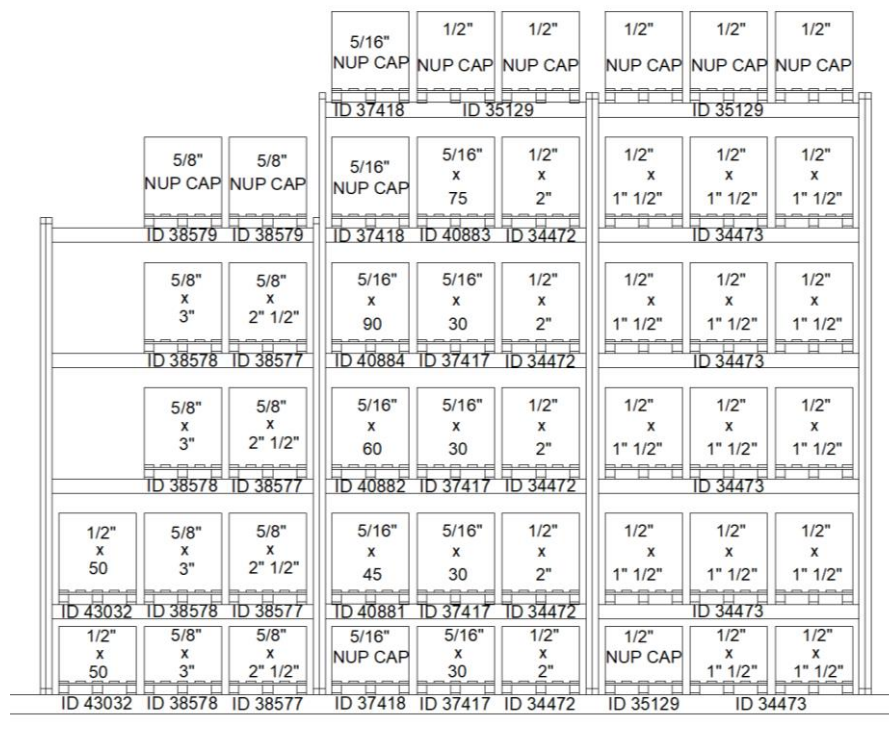


Figura 4.7. El plan de Zona 004. (Fuente: Indemat S.L)

Hay que tener en cuenta que la ubicación real de los productos en la imagen no coincide con el plano aprobado y que el espacio de esta zona se utiliza en función de las necesidades reales de la empresa.

Tras realizar una auditoría de las existencias y determinar el uso real de los pernos, el siguiente paso es determinar la demanda futura del producto del W-tank.

El objetivo principal de la planificación es pedir los componentes necesarios para satisfacer las necesidades actuales, no crear un gran inventario en el almacén (ya que incurre en costos financieros adicionales para el mantenimiento, el almacenamiento, el consumo de electricidad), reducir la carga de las obligaciones financieras de la empresa.

La previsión de la demanda de los consumidores es el punto de referencia para la planificación de los pedidos y el objetivo principal es mantener un equilibrio en la adquisición de materias primas y piezas auxiliares de instalación, es decir, "no pedir mucho y al mismo tiempo no pedir poco". En el marco de este trabajo, es posible distinguir las siguientes orientaciones centrales a la hora de prever la demanda futura para la tabla MRP:

- Los pedidos de la cantidad necesaria de tornillos se realizan sobre la base de contratos firmados con los clientes.
- Los tornillos se ordenan en base a un estudio de consumo de años anteriores.



- La planificación de los pedidos se basa en las previsiones económicas de organizaciones mundiales y analistas de mercado.
- La información sobre futuros proyectos.

Normalmente, para planificar mejor la demanda, habría que comparar al menos las tasas de atornillado de los últimos 3-5 años, pero debido a la pandemia mundial y la posterior recesión económica, el objetivo inicial es alcanzar los niveles de producción de 2019, que es el escenario más optimista. El peor escenario sería mantener la producción en los niveles de 2020 o un aumento del 5-10% en este sector de la industria.

El mejor escenario y el más realista para Indemat era un aumento de la demanda del 30-35% respecto a 2020, lo que supondría 60 unidades de W-tank en términos cuantitativos a finales de 2021. Este porcentaje se basa en dos fuentes de información diferentes e independientes:

- los datos disponibles sobre futuros proyectos del departamento de marketing;
- los estudios económicos de mercado de organizaciones económicas internacionales.

El supuesto más realista utilizó datos según la previsión de la Organización Mundial del Comercio (WTO), que establece que el descenso del comercio internacional en todos los sectores fue del 13% al 32% en 2020 y según se espera que vuelva a las tasas de producción en 2021 con respecto a 2019.<sup>48</sup> El declive en varios sectores para 2020 se muestra en la figura 4.8.

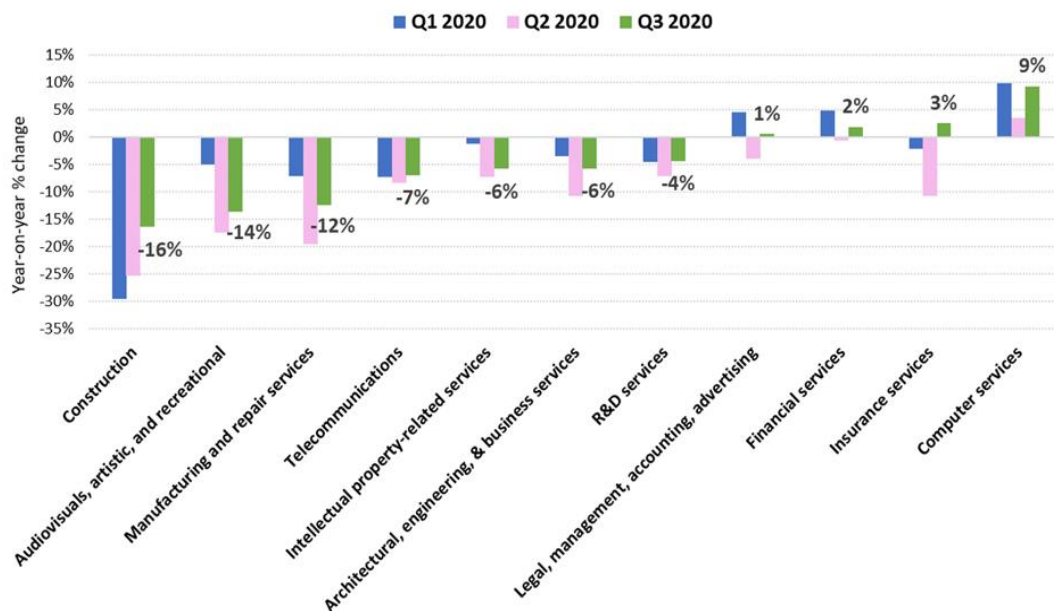
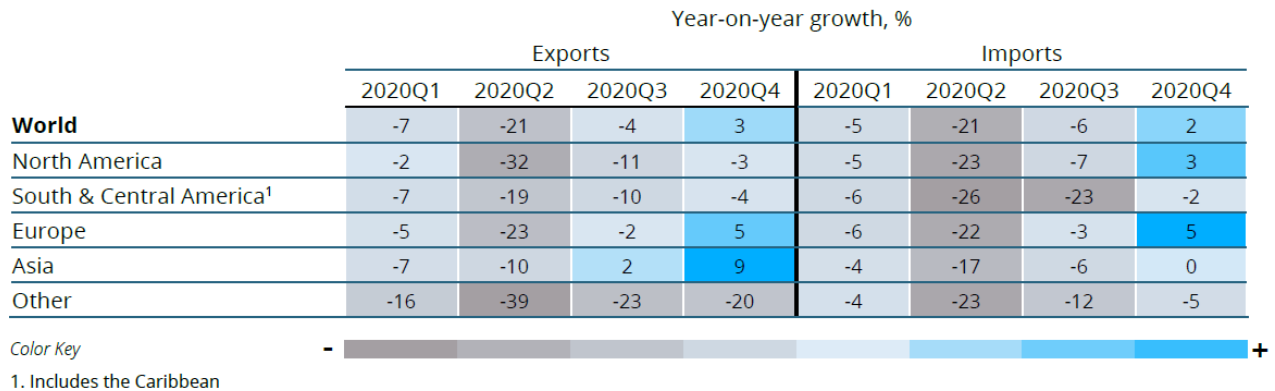


Figura 4.8. El declive en varios sectores. (Fuente: WTO)

<sup>48</sup> WTO.org. (2021). World trade primed for strong but uneven recovery after COVID-19 pandemic shock. Recuperado el 31 de marzo de 2021 de: [https://www.wto.org/english/news\\_e/pres21\\_e/pr876\\_e.htm](https://www.wto.org/english/news_e/pres21_e/pr876_e.htm)



En el grupo Aguambiente, el porcentaje de disminución de la producción de productos de los W-tank en 2020 fue del 49,7% (figura 3.7), pero en el primer y segundo trimestre de 2021, la dinámica de producción de productos se acercó a la de 2019. En el conjunto del grupo, el crecimiento de la producción coincidió con las previsiones de la OMC. Las estadísticas globales de los resultados de 2020 se muestran en la Figura 4.9.



**Figura 4.9. Las estadísticas globales. (Fuente: WTO)**

También según un informe de otra organización mundial, la UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo), se indica que los ministros de finanzas del G20 (G20) esperan una recuperación completa en forma de V, que es el mejor escenario en las circunstancias actuales. El informe también prevé un crecimiento en 2022 superior al 5% y la vuelta de la economía mundial a los niveles de 2019 a finales de 2021.<sup>49</sup>

A partir de los datos obtenidos, se decidió aumentar la demanda potencial en un 30% para los meses en los que aún no se han firmado contratos con los clientes. También hay que tener en cuenta que, para una mejor MRP hay que realizar una comprobación del plan (una vez cada dos meses) para organizar mejor el sistema de aprovisionamiento en función del consumo real de tornillos chinos.

Es importante señalar que el plan inicial del MRP se desarrolló a principios de mayo de 2021 debido a la urgencia de la tarea. En este trabajo, la planificación de la demanda futura puede dividirse en tres fases principales. Los resultados se presentan en la figura 4.10.

1. Desde el mes de mayo hasta agosto de 2021. La demanda de este tipo de tornillos se ha calculado a partir de los contratos existentes y refleja la necesidad real de la empresa.
2. El periodo de septiembre a diciembre refleja la demanda de tornillos basada en los datos de 2020, que se incrementa en un 30%.
3. El periodo enero-abril de 2022 se basa en las necesidades reales de Indemat para el mismo periodo de 2021 y también se ha incrementado en un 30%.

<sup>49</sup> UNCTAD, (2020). El comienzo de otra década perdida. *Informe sobre el comercio y desarrollo en el año 2020*, (pp. 10-13). Ginebra: ONU



COMPONENTE	% DEFECTUOSO	MULTIPLIO	MINIMO	MAXIMO	PEDIDOS PENDIENTES 2021-2022												
					Mayo	Jun	Jul	Ag	Sept	Oct	Nov	Dic	Ener	Feb	Mar	Abr	
<b>BOLT 1/2 X1 ½</b>	10	33000	30000	0													
NIVEL	STOCK DE SEGURIDAD	METODO DE PEDIDO	TIEMPO DE SUMINISTRO	EXISTENCIAS INICIALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
3	9000	MULTIPLIO DE	3	49000													
NECESIDADES BRUTAS (NB)					11000	18500	10450	22000	3600	11500	13000	6800	1950	8800	8100	16500	
PEDIDOS PENDIENTES (PP)					10000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NECESIDADES NETAS (NN)					0	0	0	11950	0	0	7050	0	0	0	0	16200	
RECEPCION PREVISTA DE PEDIDOS (RP)					0	0	0	33000	0	0	33000	0	0	0	0	33000	
EXISTENCIAS EN ALMACEN (EX)					49000	48000	29500	19050	30050	26450	14950	34950	28150	26200	17400	9300	25800
LANZAMIENTOS DE PEDIDOS (LP)					33000	0	0	33000	0	0	0	0	33000	0	0	0	

Figura 4.10. MRP para componente Bolt 1/2 X1 ½. (Fuente: Elaboración propia)

COMPONENTE	% DEFECTUOSO	MULTIPLIO	MINIMO	MAXIMO	PEDIDOS PENDIENTES 2021-2022												
					Mayo	Jun	Jul	Ag	Sept	Oct	Nov	Dic	Ener	Feb	Mar	Abr	
<b>BOLT 1/2 X1 ½</b>	10	33000	30000	0													
NIVEL	STOCK DE SEGURIDAD	METODO DE PEDIDO	TIEMPO DE SUMINISTRO	EXISTENCIAS INICIALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
3	9000	MULTIPLIO DE	3	49000													
NECESIDADES BRUTAS (NB)					11000	18500	10450	22000	3600	11500	13000	6800	1950	33400	0	0	
PEDIDOS PENDIENTES (PP)					10000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NECESIDADES NETAS (NN)					0	0	0	11950	0	0	7050	0	0	16200	0	0	
RECEPCION PREVISTA DE PEDIDOS (RP)					0	0	0	33000	0	0	33000	0	0	33000	0	0	
EXISTENCIAS EN ALMACEN (EX)					49000	48000	29500	19050	30050	26450	14950	34950	28150	26200	25800	25800	25800
LANZAMIENTOS DE PEDIDOS (LP)					33000	0	0	33000	0	0	33000	0	0	0	0	0	

Figura 4.11. MRP modificado para componente Bolt 1/2 X1 ½. (Fuente: Elaboración propia)



Como puede ver, con esta planificación uno de los pedidos debe realizarse en diciembre, lo que desde el punto de vista logístico es muy arriesgado debido al Año Nuevo chino. En consecuencia, es necesario cambiar el mes de lanzamiento de la orden y para cubrir la necesidad de pernos. La figura 4.11 muestra las modificaciones realizadas en el plan.

Para ello, se propone resumir las necesidades de tornillos de la empresa para los meses de febrero, marzo y abril de 2022 con el fin de lanzar el pedido en noviembre de 2021.

$$\begin{aligned} \text{Pedido}_{Nov} &= \text{Consumo}_{Feb} + \text{Consumo}_{Mar} + \text{Consumo}_{Abr} \\ &= 8800 + 8100 + 16500 = 33400 \text{ bolts} \end{aligned}$$

A continuación se revisa detalladamente cada componente de la hoja de cálculo del MRP y la aplicación de las fórmulas de Excel.

1. % defectuoso.

Con este proveedor se sugiere cobrar el 10% extra, ya que en caso de defectos de fabricación de algunas piezas, no es posible devolverlas al proveedor por razones de transporte y económicas. La excepción es un lote completamente defectuoso.

2. Método Multiplos de cantidad fija – 33000 unidades.

El método Multiplos de cantidad fija se calcula utilizando la siguiente fórmula en Excel (Figura 4.12):

$$\text{Multiplo} = \text{REDONDEAR}(\text{minimo}/1 - (\% \text{ defectuoso}/100); -3)$$

**Figura 4.12. Método Multiplos de cantidad fija según %defectuoso.**

**(Fuente: Elaboración propia)**

3. Minimo/ Maximo – 30000 unidades.

Este número de tornillos es el más óptimo y ha sido establecido por el departamento de logística del Grupo Aguambiente. Se basa en el número óptimo de unidades para el transporte y los procedimientos aduaneros.

Instalado según las necesidades de la empresa.

4. Nivel 3.

Se refiere a la ubicación de la parte analizada en el árbol de MRP del producto del W-tank.

5. Stock de seguridad (SS).

Niveles óptimos de existencias en función de las necesidades de la empresa. Establecido por el departamento de logística del Grupo Aguambiente. Para calcular el SS es necesario tener en cuenta:

- Coste de emisión €/pedido;
- Tasa de posesión: %;
- Nivel de servicio: coeficiente (k) proporcionado % de servicio;
- Precio unitario: €/unidad;



- Consumo medio mensual: unidades;
- Plazo de entrega: días;
- $s_d$  (desviación estándar consumo) = unidades/mes;
- $s_{Ts}$  (desviación estándar del plazo de entrega) = días.

El SS se calcula según la fórmula en la figura 4.13:

$$SS = k \sqrt{D^2 \sigma_{Ts}^2 + Ts^2 \sigma_D^2}$$

**Figura 4.13. MRP para componente Bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Gestión de Stocks. Máster Logística. Universidad de Valladolid)**

La desviación estándar se determina mediante la siguiente fórmula, que se muestra en la figura 4.14:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

**Figura 4.14. MRP para componente Bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Gestión de Stocks. Master Logística. Universidad de Valladolid)**

En base a lo anterior, el departamento de logística decidió disponer de un stock de seguridad de 9000 unidades para este tipo de producto, de forma que, en caso de imprevistos, este número pudiera cubrir las necesidades de producción de 9 depósitos compuestas por 6-8 placas o 3 depósitos grandes con un número medio de 17-24 placas.

6. Tiempo de suministro – 3 meses.

Tiempo desde la realización del pedido hasta la entrega en la fábrica. Se tienen en cuenta los siguientes factores:

- El tiempo de producción del pedido en la fábrica del proveedor es de 1 mes.
- El transporte de la carga por vía marítima desde China a España, teniendo en cuenta los trámites y procedimientos aduaneros, es de 2 meses.

7. Existencias iniciales – 49000 unidades.

Nivel de inventario actual a principios del mes de mayo de 2021.

Para construir un plan de lanzamiento de pedidos se necesitan las siguientes entradas:

- NECESIDADES BRUTAS (NB)

Indemat aplica la demanda dependiente para este tipo de componente, ya que el W-tank es un producto individual y no se produce según el tipo de transportador. Para completar esta línea en la hoja de cálculo Excel es necesario introducir datos basados en el consumo real del tornillo de 1/2" x 1 1/2" (figura 4.15), teniendo en



cuenta la demanda futura del principal producto de la empresa. La figura 4.15 muestra las necesidades brutas:

Mes	Consumo según los contratos de venta	Mes	Consumo en 2020 * 30%	Mes	Consumo en 2021 * 30%
Mayo	11000	Septiembre	3600	Enero	1950
Junio	18500	Octubre	11500	Febrero	8800
Julio	10450	Noviembre	13000	Marzo	8100
Agosto	22000	Diciembre	6800	Abril	16500

Figura 4.15. NB de bolt 1/2 X1 ½. (Fuente: Elaboración propia)

- PEDIDOS PENDIENTES (PP)

Esta fila de la tabla incluye todos los pedidos que han sido ordenados previamente. Los datos se introducen según el mes en el que se espera el envío.

En el mes de mayo se hizo la llegada de 10.000 bolt 1/2 X1 ½ al almacén. No se han hecho más pedidos en otros meses.

- NECESIDADES NETAS (NN)

Esta fila de la tabla indica los requisitos de los componentes que se utilizarán en cada mes. Los cálculos se basan en las necesidades brutas (NB), la cantidad de ítems en el stock de seguridad (SS), existencias actuales (EX) y los pedidos en curso que deben recibirse en un mes determinado. Necesidades netas para este ejercicio se presentan en la figura 4.16:

Mes	Cantidad de ítems	Mes	Cantidad de ítems	Cantidad de ítems	Cantidad de ítems
Mayo	0	Septiembre	0	Enero	0
Junio	0	Octubre	0	Febrero	16200
Julio	0	Noviembre	7050	Marzo	0
Agosto	11950	Diciembre	0	Abril	0

Figura 4.16. NN de bolt 1/2 X1 ½. (Fuente: Elaboración propia)





Las necesidades netas se calculan utilizando la siguiente fórmula en Excel (Figura 4.17):

$$NN = SI(((EX + PP) - (SS + NB)) > 0; 0; (SS + NB) - ((EX + PP)))$$

Figura 4.17. NN de bolt 1/2 X1 1/2 en Excel. (Fuente: Elaboración propia)

- RECEPCION PREVISTA DE PEDIDOS (RP)

Esta línea muestra las necesidades netas del periodo, ajustadas según el método de la cantidad fija.

Mes	Cantidad de ítems	Mes	Cantidad de ítems	Mes	Cantidad de ítems
Mayo	33000	Septiembre	0	Enero	0
Junio	0	Octubre	0	Febrero	0
Julio	0	Noviembre	33000	Marzo	0
Agosto	33000	Diciembre	0	Abril	0

Figura 4.18. RP de bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Elaboración propia)

La recepción prevista de pedidos se calcula utilizando la siguiente fórmula en Excel (Figura 4.19):

$$RP = REDONDEAR.MAS(NN/MULTIPL0; 0) * MULTIPL0$$

Figura 4.19. RP de bolt 1/2 X1 1/2 en Excel. (Fuente: Elaboración propia)

- EXISTENCIAS EN ALMACEN (EX)

Las existencias en el almacén para este ejercicio se presentan en la figura 4.20.

Mes	Existencias en almacén	Mes	Existencias en almacén	Mes	Existencias en almacén
Mayo	48000	Septiembre	26450	Enero	26200
Junio	29500	Octubre	14950	Febrero	25800
Julio	19050	Noviembre	24950	Marzo	25800
Agosto	30050	Diciembre	28150	Abril	25800

Figura 4.20. EX de bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Elaboración propia)



Las existencias en almacén se calculan utilizando la siguiente fórmula en Excel (Figura 4.21):

$$EX = (EX_{(i-1)} + PP + RP) - NB$$

**Figura 4.21. EX de bolt 1/2 X1 ½ en Excel. (Fuente: Elaboración propia)**

El valor EX<sub>i-1</sub> es el nivel de existencias al final del ejercicio anterior es de 49.000 unidades. A continuación, se toman las cantidades del mes anterior.

- LANZAMIENTOS DE PEDIDOS (LP)

Esta fila de la tabla es la principal en la construcción del MRP. Se tienen en cuenta todos los indicadores anteriores. Según los cálculos, es necesario realizar tres aprovisionamientos de productos, indicados en la figura 4.22:

Mes	Lanzamiento de pedidos
Mayo	33000
Agosto	33000
Noviembre	33000

**Figura 4.22. LP de bolt 1/2 X1 ½. (Fuente: Elaboración propia)**

El lanzamiento del pedido del producto se calcula después de que el momento en el que debe llegar el pedido y su tamaño se definen en la fila RP. Para ello, basta con restar el "plazo de entrega" del mes en el que llegará el pedido; así, esta fila contiene los mismos valores que la fila RP. pero un número desplazado de períodos designados como "plazo de entrega", que representan el resultado de los cálculos de la planificación de necesidades. Los lanzamientos de pedido se calculan utilizando la siguiente fórmula en Excel (figura 4.23):

$$LP = \text{INDIRECTO}(\text{DIRECCION}(\text{Numero de fila de RP}; 7 + \text{celda de mes} - 1 + \text{Tiempo de suministro}))$$

**Figura 4.23. LP de bolt 1/2 X1 ½ en Excel. (Fuente: Elaboración propia)**

En el entorno actual, es necesario correlacionar el MRP vigente de forma periódica. También es necesario realizar un análisis bimensual de la situación de los pedidos en curso de la empresa para modificar el plan de pedidos en caso de que se produzcan cambios en la demanda.



### 4.2.3. Fase final

Debido a que el departamento técnico tenía que pedir el número necesario de tornillos 1/2 X1 ½ en el menor tiempo posible, el plan fue estudiado y aprobado por la dirección y, por tanto, el primer pedido según el método MRP se ejecutó en mayo de 2021.

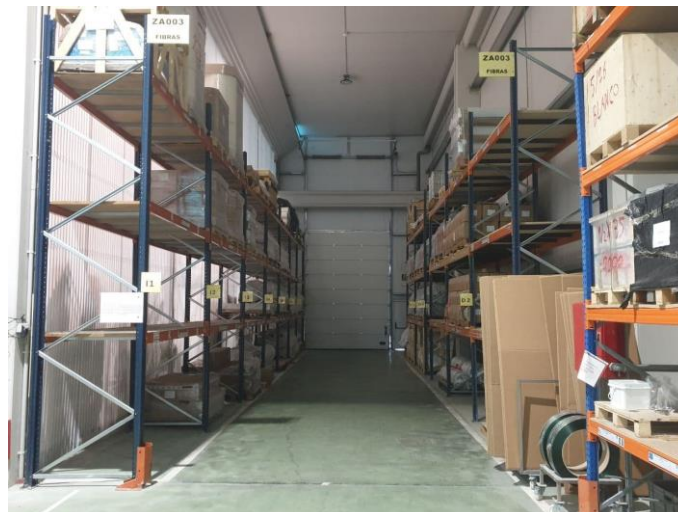
En la preparación de la planificación de pedidos, se llamó la atención sobre el gran número de piezas que se habían almacenado en las estanterías del almacén sin utilizar o que tenían una rotación mínima cuando se cambió el diseño del W-tank.

A partir de ahí, se aplicó el método ABC para clasificar todos los tornillos y, como resultado, se tomaron medidas para aumentar la eficiencia de la utilización del espacio de almacenamiento. Antes de los cálculos, se propone considerar los sistemas de almacén disponibles en Indemat.

- Sistema Convencional

El sistema de almacenamiento tradicional es el más versátil (figura 4.24), ya que proporciona acceso directo a cada palet. Es un sistema de almacenamiento industrial que consiste en colocar unidades combinando mercancías paletizadas con artículos individuales. Los niveles superiores pueden utilizarse para depositar palés llenos y los niveles inferiores pueden utilizarse para la preparación manual para el envío o el picking.<sup>50</sup>

Este sistema es el más utilizado en los almacenes en los que se necesita almacenar un gran número de palets con diferentes nombres de cada producto, ya que proporciona un acceso directo y unitario a cada palet y se adapta a cualquier tipo de carga por peso y volumen.



**Figura 4.24. Sistema convencional del almacén en Indemat.**  
(Fuente: Elaboración propia)

<sup>50</sup> López, B., (2019). Sistema de almacenamiento convencional. *Ingeniería industrial Online com*. Recuperado el 27 de agosto de 2019 de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-almacenes/sistema-de-almacenamiento-convencional/>



- Estanterías Cantilever

Esta opción es adecuada para almacenar cargas largas y pesadas y para muchos tipos y tamaños de materiales de construcción como madera, chapa, metal, tubos, perfiles metálicos, vigas, etc.

Además de ser ideal para su uso en interiores, el voladizo también es ideal para su uso en exteriores, lo cual es una ventaja significativa, especialmente en la industria de la construcción o en el caso de cualquier almacén en el que el espacio interior ya no es suficiente. El sistema de estanterías cantilever se muestra en la figura 4.25.



**Figura 4.25. Estanterías cantilever del almacén en Indemat.**

(Fuente: Elaboración propia)

- Almacenes intermedios

El almacenamiento intermedio (figura 4.26) es un sistema tecnológico diseñado para crear un stock tecnológico de materias primas, productos intermedios y productos para garantizar el funcionamiento estable tanto de las etapas tecnológicas individuales como de toda la producción en general. Los almacenes están situados en las zonas de producción de la empresa.



**Figura 4.26. Almacén intermedio en Indemat. (Fuente: Elaboración propia)**

Como es sabido, "el mejor almacén es el que no existe". Siguiendo este concepto en este proyecto fin de Máster, en junio de 2021 se iniciaron los trabajos para optimizar



el espacio del área 004 (sistema convencional), donde tradicionalmente se ubican los bolts del fabricante chino.

Según la información obtenida, se requiere calcular la rotación de todos los tipos de tornillos y ordenar por grado de índice de mayor a menor. Para esta tarea se utiliza el método ABC. Utilizando el ejemplo BOLT 1/2 X1 1/2 se calcula según la fórmula (figura 4.27):

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Consumo (und/año)}}{\text{Stock promedio (und/año)}} = \frac{88961}{175500} = 0,51$$

Figura 4.27. Rotacion de bolt 1/2 X1 1/2. (Fuente: Elaboración propia)

A continuación, se elabora una tabla para cada tipo de tornillo con un índice de rotación con el fin de asignar todos los tipos de mercancías a los grupos A, B y C. Los resultados se presentan en la figura 4.28.

	Producto	Fecha de ultimo pedido	Cantidad de items pedido	Suma de pedido, Euro	Precio por und	Stock actual	Stock, Euro	Rotación	
1	1/2"X1 1/2"	12.04.21	10000,00	3200	0,32	40750	13 040,00	0,51	Grupo A
2	TAPON BOLT 1/2	09.12.20	77400,00	3560,40	0,05	73100	3 362,60	0,47	
3	1/2"X 35MM	09.12.20	10000,00	6520,00	0,65	11000	7 172,00	0,31	
4	1/2"X2"	09.12.20	14400,00	4233,60	0,29	32600	9 584,40	0,25	Grupo B
5	5/16"X30	09.12.20	25200,00	3024,00	0,12	41300	4 956,00	0,16	
6	TAPON BOLT 5/16	09.12.20	25200,00	1335,60	0,05	122000	6 466,00	0,15	Grupo C
7	5/8X2-1/2	27.06.19	10433,00	5226,93	0,50	10230	5 125,23	<0,1	
8	TAPON BOLT 5/8	27.06.19	11000,00	1133,00	0,10	33600	3 460,80	<0,1	
9	1/2"X2 1/2"	10.01.19	2400,00	590,40	0,25	37800	9 298,80	<0,1	
10	5/16"X45	16.03.18	24510,00	3529,44	0,14	15390	2 216,16	<0,1	
11	5/16"X60	16.03.18	21430	3568,10	0,17	7260	1 208,79	<0,1	
12	5/16"X90	16.03.18	22280,00	4461,57	0,20	21560	4 317,39	<0,1	
13	5/8X3	20.04.17	9400,00	5461,40	0,58	6300	3 660,30	<0,1	
14	5/16"X75	16.03.18	19930,00	3542,56	0,18	17600	3 128,40	<0,1	
							TOTAL		
							76 996,87		

Figura 4.28. Método ABC de tornillos. (Fuente: Elaboración propia)

La agrupación sirve para:

- Priorización de las compras.
- Reducir el nivel de servicio de las categorías B y C y, por tanto, reducir los costes económicos.
- Análisis de la categoría C y reasignación de recursos.



La figura 4.29 muestra el peso porcentual de cada grupo. De lo que se puede concluir que el grupo C es el que más recursos financieros contiene con una baja eficiencia de los tornillos para la instalación de las placas de producto del W-tank.

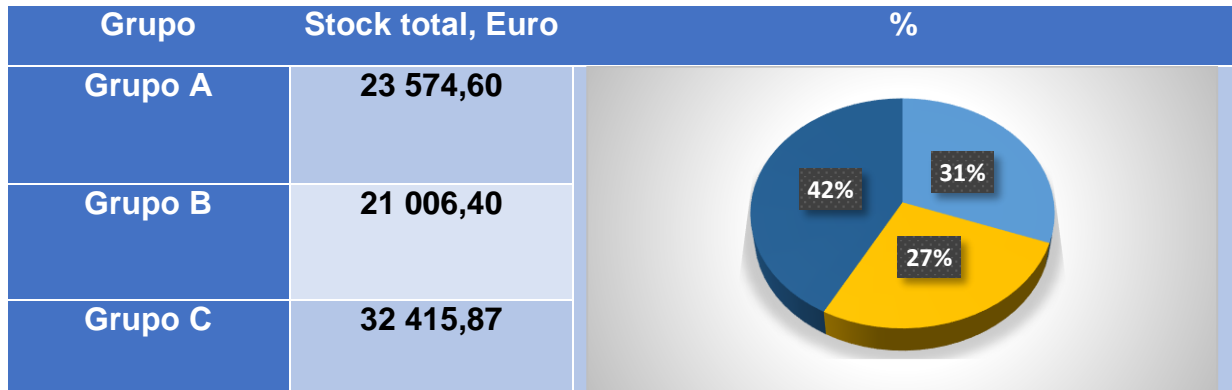


Figura 4.29. Cuota de cada grupo. (Fuente: Elaboración propia)

A partir de los resultados, se decidió vender la mayoría de los tornillos que no se utilizan en la producción. También se decidió modificar el plan técnico para utilizar tornillos que llevaban mucho tiempo almacenados. Los resultados se muestran en la figura 4.30.

Tipo	Acciones	Cantidad, und
5/16"X75	Realiza cambios en el plan de instalación de la escalera para el W-tank. Transportar los tornillos al taller de soldadura.	17600
1/2"X2 1/2"	Transportar los palets a la base de La Mora. Vender los tornillos.	35000
5/16"X45	Transportar los palets a la base de La Mora. Vender los tornillos.	13000
5/16"X60	Transportar los palets a la base de La Mora. Vender los tornillos.	5000
5/16"X90	Transportar los palets a la base de La Mora. Vender los tornillos.	19000
5/8X3	Transportar los palets a la base de La Mora. Vender los tornillos.	6300
1/2"X2"	Transportar algunas de las paletas a la base de La Mora. Vender los tornillos.	27000

Figura 4.30. Cuota de cada grupo. (Fuente: Elaboración propia)

Con la plena aplicación de las medidas propuestas, el efecto económico del método ABC se presenta en la figura 4.31.



Tipo de bolt	Reducir, und	Euro
1/2"X2 1/2"	35000	8.610,00
5/16"X45	13000	1.872,00
5/16"X60	5000	832,50
5/16"X90	19000	3.804,75
5/8X3	6300	3.660,30
1/2"X2"	27000	7938
	Total, euro	26717,55

Figura 4.31. Cuota de cada grupo. (Fuente: Elaboración propia)

## 4.3. Conclusiones

Del trabajo realizado se pueden extraer las siguientes conclusiones:

### 1. MRP:

- De acuerdo con el plan establecido, se realizó el primer pool de compras al proveedor chino.
- El plan MRP puede modificarse en caso de cambio de diseño del producto o de aumento/disminución de la demanda de los productos de Indemat, lo que supone una gran ventaja a la hora de preservar los recursos financieros.
- El pedido de material mediante el método MRP le permite utilizar el capital circulante de forma eficiente y mantenerlo en producción sin incurrir en costes de manipulación y almacenamiento innecesarios. Esta asignación ayuda a reducir la carga financiera de la empresa y a destinar los recursos financieros a cumplir las obligaciones actuales con otros proveedores, contrapartes, empleados y a realizar otros pagos.
- En el caso del proveedor chino, Indemat realizaba grandes pedidos 1-2 veces al año en grandes cantidades, lo que provocaba la acumulación de productos en los almacenes. Tras la introducción del plan de aprovisionamiento, fue posible liberar las estanterías de los almacenes. Esto ha ocurrido porque los pedidos se lanzan en un momento determinado y en cantidades fijas, según la demanda y la previsión. El MRP se ha desarrollado durante un año y, en caso de que su aplicación sea satisfactoria, se propone instalarlo en el sistema de información del SIGAG.
- La planificación de necesidades sirvió de punto de partida para otras mejoras del almacén y la optimización de los costes.

### 2. Método ABC

La clasificación de los inventarios de producción es necesaria para la organización racional del almacenamiento, la contabilidad analítica, así como para el racionamiento, la planificación, la contabilidad, el análisis, la gestión de inventarios y otras necesidades de la empresa.



Las existencias son activos corrientes porque la empresa tiene la intención de venderlas dentro del siguiente período de información o dentro de los doce meses siguientes a la fecha de su inscripción en el balance. Los activos corrientes son partidas del balance que representan efectivo o equivalentes de efectivo o que pueden convertirse en efectivo en el plazo de un año.

Como se ha visto, el almacén de Indemat ha acumulado muchas categorías de tornillos que no se han realizado durante el año.

A través del método ABC es posible optimizar el espacio del almacén de zona 004 de tornillos en un 42% (figuras 4.32, 4.33) y devolver a la empresa un saldo de caja de 26717,55 euros.

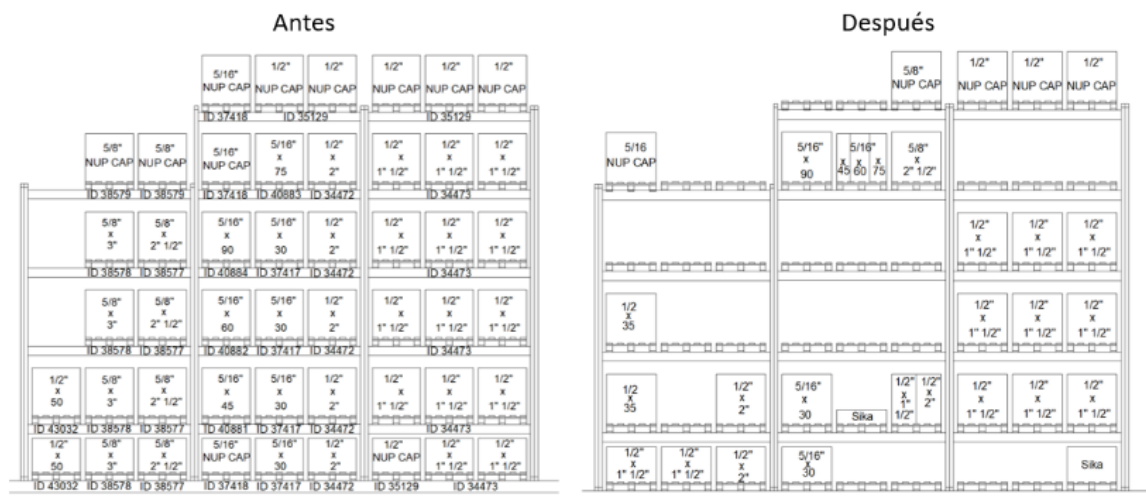


Figura 4.32. Optimización de espacio en zona 004. (Fuente: Elaboración propia)



Figura 4.33. Zona de tornillos antes/después. (Fuente: Elaboración propia)





## Capítulo 5. Kanban Board virtual y mejora de gestión de proyectos

### 5.1. Condiciones previas para el desarrollo del proyecto

El módulo Pick-Time disponible en el sistema ERP de SIGAG está diseñado para controlar el tiempo de producción de los productos. Como se ha indicado anteriormente, el programa se presenta en forma de diagrama de Gantt, donde se puede extraer, a través de las pestañas correspondientes, la información sobre el empleado que ha realizado el trabajo, el número de horas y los días empleados en cada fase de la producción.

En primer lugar, es importante señalar que el 30% del coste del tanque corresponde a la mano de obra, que es extremadamente alta. El resto se destina a materias primas, componentes y otros materiales relacionados.

Por esta razón, el control del tiempo de trabajo, la velocidad de ejecución de las tareas y un algoritmo claro de fabricación del producto afectan directamente al coste final del mismo. Es importante señalar que la producción es el eslabón más importante de la cadena de interacción entre el cliente y el contratista. Esta constituye el desarrollo de los procesos relacionados desde el momento de la realización del pedido hasta su recepción por parte del cliente. En otras palabras, la organización del trabajo en la fábrica está estrechamente relacionada con la logística interna y externa.

La logística interna de una empresa organiza el suministro de los recursos necesarios para todas las etapas del proyecto, optimiza los costes, reduce las pérdidas y gestiona eficazmente los fondos disponibles de la empresa. A su vez, la logística externa garantiza plenamente la funcionalidad y viabilidad de la logística interna. Una tarea importante es mantener el equilibrio y la ciclicidad en esta relación.

A partir de lo anterior, se propone considerar un ejemplo, que sirvió de base para el desarrollo del segundo proyecto dentro de este TFM.

Durante el análisis de las operaciones de Indemat, se descubrió que el sistema de información desdice periódicamente los datos sobre un mismo producto. A primera vista, esta discrepancia no supone ningún riesgo, ya que la plantilla de la empresa es reducida y cada empleado tiene acceso al jefe de producción para informar del estado/etapa real del proyecto. Pero desde un punto de vista global puede afectar a la eficiencia y a los errores de planificación.

El proceso de producción del W-tank se divide en dos partes desde el punto de vista informático:



1. En el ERP SIGAG se crea un proyecto de placa, donde se indica la información sobre las horas empleadas por los trabajadores, el material utilizado en la producción y el estado de la misma. Se presenta en la figura 5.1.
2. En el ERP SIGAG se crea un proyecto W-tank, donde se especifica la información sobre el número total de placas, todos los componentes para el montaje de las placas y en qué fase de la producción se encuentran. Se presenta en la figura 5.2.

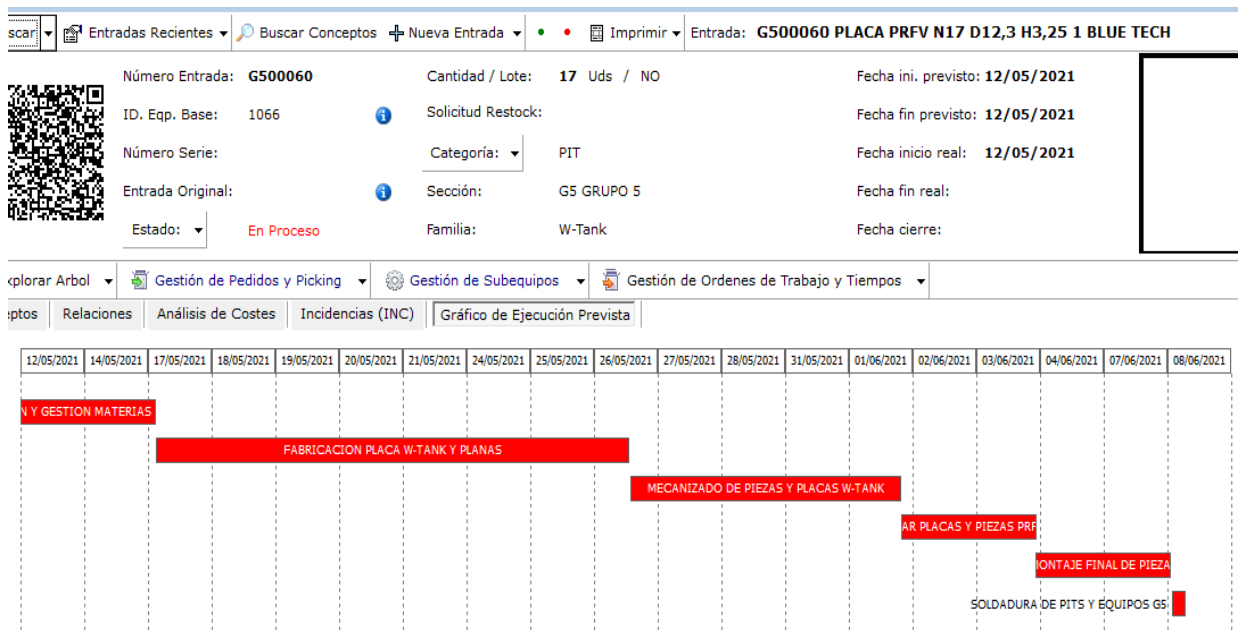


Figura 5.1. Producción de placa. Módulo Pick-Time. (Fuente: Indemat S.L.)

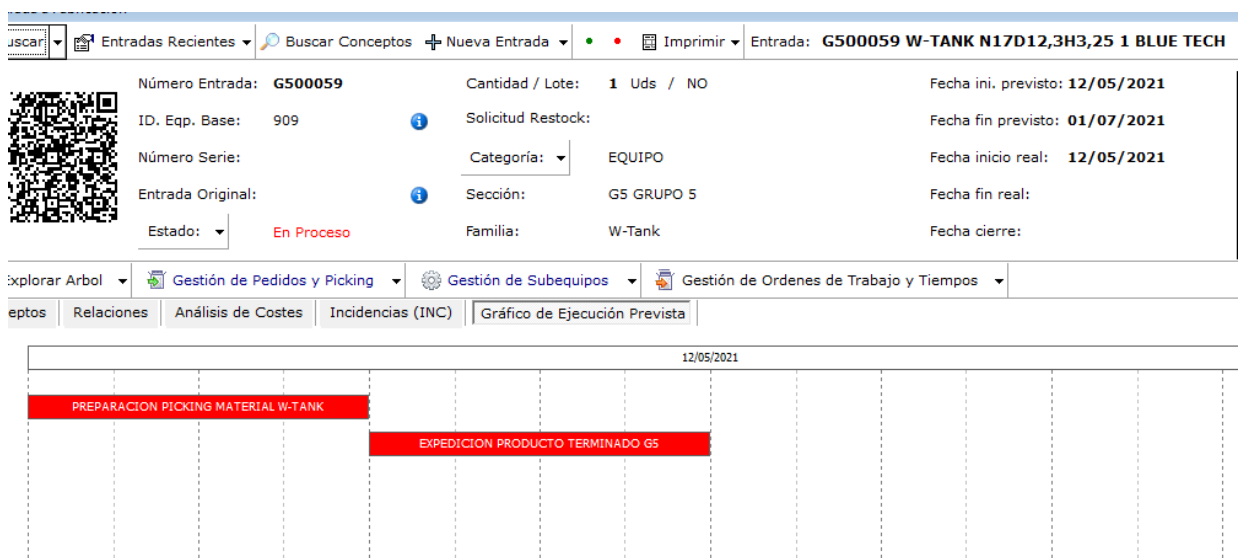


Figura 5.2. Producción de W-tank. Módulo Pick-Time. (Fuente: Indemat S.L.)

De los datos recibidos se desprende que la fecha de finalización de la producción del tanque W no coincide con los datos de la fecha de finalización de la producción de



placas. El apéndice indica que el tanque W se produce y está en stock desde el 12 de mayo de 2021. La pantalla de producción de placas muestra que el producto está en la fase de "Montaje final de piezas" a partir del 08 de junio de 2021.

De los cuales se pueden hacer las siguientes consideraciones:

1. Debido a la filosofía "justo a tiempo" de la empresa, las discrepancias en los datos contribuyen a la inexactitud y a la incertidumbre sobre el momento en que hay que pedir los productos a los proveedores locales para equipar completamente el producto para su envío al cliente.
2. Aunque la empresa dispone de un módulo Shipper destinado a gestionar los procesos de preparación y envío de pedidos, no proporciona información completa sobre cuándo solicitar y preparar un camión para el envío de depósitos. En otras palabras, la aplicación se comunica cuando está lista para ser enviada. Para una mejor planificación de los procesos logísticos, es necesario conocer la información actual en qué fase de la producción del tanque, para que después de la producción las placas y los componentes relacionados no se almacenen durante mucho tiempo en el almacén para su instalación.

También cabe destacar que en el sistema SIGAG cada depósito corresponde a una sola placa (sirve para simplificar los cálculos), lo que en realidad no es así. El número mínimo de placas es de 6 unidades y el máximo de 54. Las placas se producen en la fábrica y la etapa final del producto es su montaje y, por lo tanto, el producto terminado del W-tank se construye en el sitio del cliente.

En la estructura de información solo es posible hacer un seguimiento de la disponibilidad de todas las matrículas cuando ya están en la zona de Expedición de pedidos. Hablando del proceso de producción, según el módulo Pick-Time, una placa significa todas las placas del depósito, lo que significa que no es posible hacer un seguimiento de cada unidad sin una visita personal al taller. Por ejemplo, cuando el gráfico muestra la etapa de "Mecanizado", significa que la etapa de "Flex-molding" de todas las placas está completamente terminada. En realidad, las piezas se trasladan a medida que están listos de un taller a otro, sin esperar a los demás.

3. Por lo general, el proceso de lanzamiento de un nuevo proyecto no comienza hasta que se han terminado todas las placas del proyecto anterior en la fase de Flex-molding. En consecuencia, otros pedidos están en espera.
4. Los operarios de las máquinas no introducen los datos en el sistema de información a tiempo por cualquier motivo.

La pérdida de información fluye no solo dentro de la fábrica, sino también en la oficina. El trabajo en equipo bien coordinado, la actualización puntual de la información y la respuesta rápida a los cambios también pueden aumentar la productividad general. Por regla general, los ingenieros del departamento técnico llevan a cabo toda la preparación previa a la producción y los flujos de información dentro de la oficina pueden dividirse en las siguientes categorías:

- Información procedente del Grupo Aguambiente;
- Información de los proveedores;
- Información de los operarios;



- Información generada en la oficina.

Se propone estudiar este último aspecto con más detalle. Debido a la gran cantidad de trabajo, existe el riesgo de reducir la calidad y la productividad del personal técnico. Además, el proceso de desarrollo de los depósitos consume mucha energía y es tecnológicamente difícil. Casi todos los empleados de la oficina, salvo el personal administrativo, participan en la fase de desarrollo. Hay que tener en cuenta que los empleados pueden dirigir simultáneamente varios proyectos sobre diferentes productos y servicios de la empresa.

Para estructurar el flujo de trabajo, el responsable de producción de la fábrica implementó uno de los elementos Kanban que se muestran en la figura 6.3.



**Figura 5.3. Tablero Kanban (Kanban Board). (Fuente: Indemat S.L.)**

Como se puede ver en la imagen, el uso de esta herramienta no ha calado en la oficina. Solo dos empleados coordinan sus tareas actuales utilizando la pizarra. Además, el tablero contiene elementos innecesarios (hojas informativas) y los nombres de los empleados que ya no forman parte de la plantilla o han sido trasladados a otros departamentos. Las razones de la ineficacia de este método son las siguientes:

1. Falta de información de para qué se utiliza la herramienta Kanban Board.
2. Baja implicación de los empleados en el proceso debido a la elevada carga de trabajo.
3. Falta de un supervisor que controle el movimiento de las tarjetas y gestione el proceso.
4. Disposición incómoda del tablero.
5. Restricción del movimiento de los empleados dentro de la oficina debido a la propagación de COVID-19.



El intercambio de información dentro de la oficina del Indemat durante el proyecto se muestra en la figura 5.4.

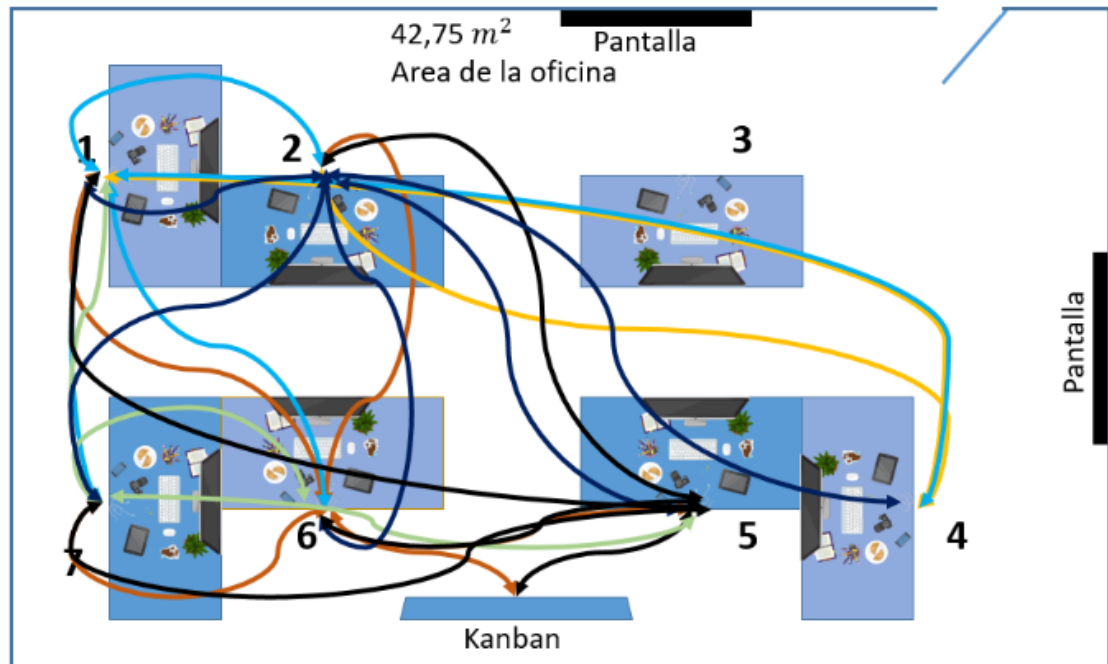


Figura 5.4. Intercambio de información dentro de oficina técnica. (Fuente: Elaboración propia)

El flujo de intercambio de información que se presenta en la vida cotidiana es normal y habitual, pero en el caso de los trabajos en proyectos la pérdida de información importante puede suponer una pérdida de tiempo o rehacer el trabajo si se pierden nuevos datos.

Como ya se ha mencionado en el capítulo 2, para avanzar, mejorar los resultados y, en consecuencia, aumentar la eficacia económica y operativa, es necesario un enfoque integrado. Una sola persona, así como un solo método, puede tener poco impacto en el flujo de valor global.

## 5.2. Ventajas y desventajas de un tablero Kanban virtual

La tarea fundamental de cualquier herramienta de Lean Manufacturing es simplificar el proceso de movimiento de los flujos de producción y de información, para reducir las pérdidas financieras y de tiempo. El tablero Kanban ha sido evaluado por muchas empresas y se ha ganado el reconocimiento a nivel mundial.

Hay colas y atascos en casi todas las empresas. Pero estos atascos no son de personas, sino de piezas, productos, solicitudes, facturas, materiales, prototipos, proyectos no realizados y documentos no aprobados. Todos estos artículos no se



utilizan exactamente a tiempo, sino que esperan en colas y congestiones. Todas las esperas y colas en la producción se evalúan como una pérdida. Para combatir las pérdidas, se creó Kanban.<sup>51</sup>

La interpretación moderna de Kanban es una herramienta de planificación, control y gestión de tareas. Un planificador es un tablero virtual o físico que muestra el progreso de ciertas acciones en tiempo real.

La herramienta virtual puede dividirse en dos componentes principales:

- El **tablero Kanban** (Kanban Board) es un sistema diseñado para organizar las tarjetas de tareas con columnas horizontales (Swimlanes), limitaciones (WIP limits), columnas auxiliares y un conjunto estándar de columnas ("To-do", "In Progress" y "Done").
- Una **tarjeta Kanban** es un elemento del sistema Kanban que asigna tareas mediante Check list (hoja de verificación) y anexos. Las tarjetas permiten vincular las tareas, añadir una jerarquía y asignar los recursos necesarios.<sup>52</sup>

Algunas de las principales ventajas de la implantación del tablero Kanban virtual son las siguientes:

1. Mejora del análisis de todos los flujos que se producen dentro del proyecto.
2. Automatización: capacidad de personalizar el flujo de trabajo según las condiciones del proyecto. Una empresa es un organismo complejo en el que se entrelazan tareas de distinto nivel de complejidad y su solución diaria es prioritaria para lograr la eficiencia. En este caso, una solución adecuada es dividir los proyectos en categorías.
3. Integración: la capacidad de la herramienta para sincronizarse fácilmente con otros sistemas de gestión de proyectos, así como con sistemas corporativos y mensajeros populares como WhatsApp y Telegram.
4. El tablero virtual no requiere ninguna inversión económica en hardware en las fases iniciales. Se propone utilizar los equipos de oficina de la empresa, que se utilizan a diario. En la fábrica, se propone instalar la nueva aplicación en tabletas situadas en cada taller.
5. Mejora de la transparencia del trabajo de los proyectos. Esto mejorará el control no solo de las fases de desarrollo del proyecto dentro de la oficina, sino que también nivelará la carga de trabajo de los empleados. También aumentará la participación de los empleados en el flujo de información, es decir, en caso de cualquier cambio, todos los empleados que participen en el proyecto recibirán información actualizada.

El objetivo de este proyecto es organizar el flujo de información en el departamento técnico según el ejemplo de la figura 5.5.

<sup>51</sup> Kanban, (2019). *Canal YouTube Korotko y Yasno*. Recuperado el 23 de diciembre de 2019 de: [https://www.youtube.com/watch?v=JM9FNzuQLC0&ab\\_channel=%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B8%D1%8F%D1%81%D0%BD%D0%BE](https://www.youtube.com/watch?v=JM9FNzuQLC0&ab_channel=%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B8%D1%8F%D1%81%D0%BD%D0%BE)

<sup>52</sup> Vector Solutions, (2020). *Lean Manufacturing – Kanban. Canal YouTube Convergence Training*. Recuperado el 23 de diciembre de 2019 de: [https://www.youtube.com/watch?v=ngeEVPG5ZHo&t=47s&ab\\_channel=ConvergenceTrainingbyVectorSolutions](https://www.youtube.com/watch?v=ngeEVPG5ZHo&t=47s&ab_channel=ConvergenceTrainingbyVectorSolutions)

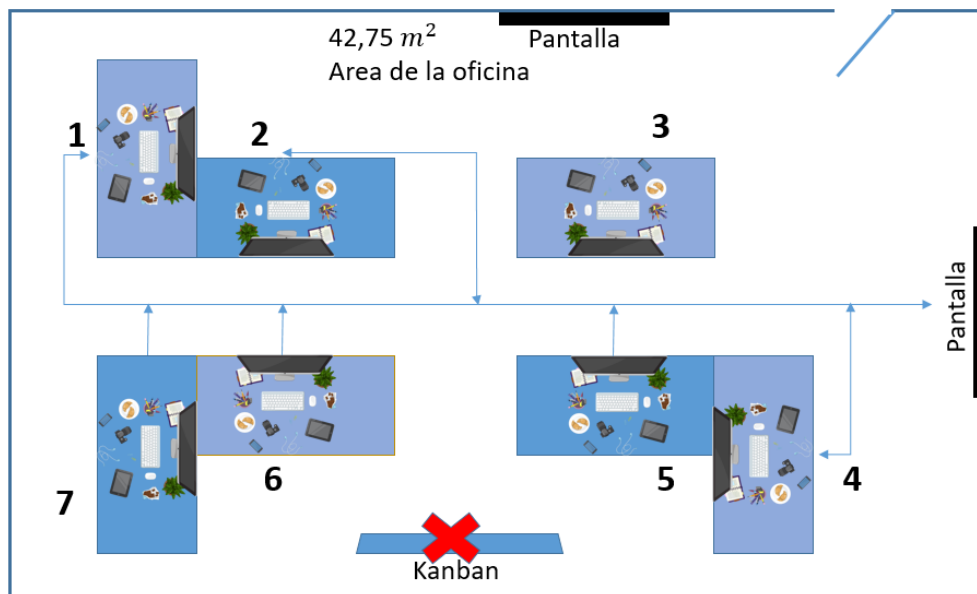


Figura 5.5. Modernización de los flujos de información. (Fuente: Elaboración propia)

6. Mejora de la trazabilidad del movimiento de las placas de producto W-tank en la fábrica de Indemat. La puesta en línea de la información aumentará el seguimiento de la producción de cada tabla, lo que también proporcionará información adicional sobre dónde se producen los retrasos, el tiempo perdido o cualquier otra pérdida en cada fase de la producción del producto. Esta mejora permitirá al departamento técnico responder rápidamente a los nuevos cambios.
7. La transparencia del movimiento del tablero ayudará al personal de logística a planificar a tiempo el pedido del vehículo de transporte para el envío del producto terminado al cliente, minimizando el tiempo de almacenamiento en la fábrica y, en consecuencia, disminuyendo los costes de almacenamiento.
8. Otra ventaja es la reducción del uso de papel. Así, gracias a la transferencia de datos a la tarjeta de tablero virtual, la cantidad de material utilizado se mostrará instantáneamente en el sistema. Esto reducirá el tiempo de espera de los documentos. A su manera, es una tecnología ecológica y un paso más hacia el uso inteligente de los recursos naturales.

Como toda tecnología, un Kanban Board virtual tiene una serie de inconvenientes:

1. El funcionamiento eficaz de la herramienta requiere la participación de todos los miembros del departamento técnico. Por ello, un objetivo importante es formar, educar y consultar a cada empleado para enseñarle a utilizar la herramienta con eficacia.
2. Es necesario un seguimiento constante para garantizar que el equipo introduzca los datos en las tarjetas a tiempo. Por lo tanto, es necesario nombrar a un supervisor. Normalmente, esta persona es el responsable de producción, el jefe



- de departamento o el subdirector. En la práctica mundial existen ejemplos de un puesto especialmente diseñado para esta metodología Kanban.
3. Aunque el sistema se integra fácilmente con el ERP en uso, en la práctica es imposible hacerlo sin un especialista en informática que pueda configurar y construir adecuadamente un algoritmo.

### 5.3. Etapas de implementación

La pizarra virtual hace referencia al concepto de Agile y cada día se utiliza más en el ámbito de la gestión de procesos empresariales. Según el Diccionario Oxford, hay dos definiciones del término:

1. Able to move quickly and easily.
2. Able to think and understand quickly.

Pensar con rapidez y reaccionar con rapidez son exactamente las cualidades sin las que es imposible dirigir una empresa. Por el momento, casi no hay zonas en las que no haya competencia. Agile no es una metodología, sino un nombre colectivo para varias técnicas y enfoques de gestión que:

1. Centrar el equipo en las necesidades y objetivos del cliente.
2. Simplificar la estructura organizativa y los procesos.
3. Ofrecer trabajo en ciclos cortos.
4. Utiliza la retroalimentación de forma activa.
5. Asumir el empoderamiento de los empleados.
6. Tienen un enfoque humanista en su núcleo.
7. No son un estado final, sino una forma de pensar y vivir.

Una de las piedras angulares de Agile es la extrema simplicidad. Tanto la estructura organizativa de la organización como los procesos por los que se trabaja y las normas deben ser lo más sencillos posible.<sup>53</sup> Permite a las personas centrarse en su trabajo, en el valor que crean, y no en las normas y reglamentos. El enfoque Agile no es algo exclusivo y revolucionario, en su estructura forma un sistema de gestión de procesos y se basa en los métodos utilizados del Lean Manufacturing. Las herramientas Agile más comunes son:

- Scrum
- Kanban board

Por su finalidad, el tablero Kanban no es una herramienta obligatoria para incluir en el sistema ERP, como un módulo adicional. En sus etapas iniciales, la aplicación se ofrece para ser implementada en modo de prueba, y además, muchas empresas de desarrollo tienen versiones gratuitas, lo que ayuda a explorar la funcionalidad y el potencial del programa para su posterior desarrollo e implementación. Las prioridades son la simplicidad, la accesibilidad, la visibilidad y el control del flujo de valores.

---

<sup>53</sup> Derushkin, A., (2017). ¿Qué es el enfoque ágil y por qué lo necesitan las empresas?. *Blog Agile y Scrum*. Recuperado el 11 de diciembre de 2017 de: <https://scrumtrek.ru/blog/agile-scrum/908/chto-takoe-agile-podhod-i-zachem-on-nuzhen-biznesu/>





Otra tarea importante es mantener un equilibrio entre la eficiencia del trabajo de los empleados y la sobrecarga de diferentes programas, aplicaciones y desarrollos. Por esta razón, la elección correcta del software puede optimizar los flujos de información y facilitar al máximo el intercambio de información.

La peculiaridad de la aplicación es que, en el entorno actual de gestión empresarial y de negocios, la movilidad es cada vez más importante. De este modo, se reduce el riesgo de perder información en ausencia de un empleado en el lugar de trabajo, ya que los mensajes sobre cualquier cambio serán recibidos al instante por todo el departamento técnico y el proceso puede gestionarse a distancia.

El motivo principal del análisis es estudiar todas las funciones y mecanismos y seguir implementándolos mediante el benchmarking, o lo que es lo mismo, la duplicación de funciones en los recursos existentes. Con el fin de no crear costes adicionales de suscripción, proporcionar plena autonomía y utilizar servidores propios y capacidades técnicas de la empresa.

El Benchmarking (la evaluación comparativa) es un método sistemático para identificar los estándares más altos de productos, servicios y procesos mediante la comparación de productos, servicios y procesos en diferentes empresas. Además, una parte esencial de la evaluación comparativa es utilizar la información obtenida como guía para la acción o, en otras palabras, para aplicar, cambiar y mejorar con el fin de alcanzar los estándares más altos, que se denominan mejores prácticas.<sup>54</sup>

La explicación de cada etapa se expone a continuación:

- Teniendo en cuenta que los problemas han sido identificados anteriormente, se propone destacar el primer paso: el análisis del mercado. A través del método de Asignación Lineal, decida la selección de una oferta adecuada. En esta parte se considerarán los programas existentes, se estudiará su funcionalidad, diseño gráfico y facilidad de uso.  
Hay que prestar especial atención al diseño gráfico, ya que muchas empresas ignoran su importancia práctica. Obviamente, la función principal del diseño es aumentar las ventas, pero en el ámbito de los procesos de producción el contenido visual puede aumentar la fidelidad de los empleados, organizar las tareas por departamentos y proyectos. La interfaz debe albergar todos los elementos que interactúan con el usuario. El diseño no solo debe ser atractivo, sino también fácil de usar y proporcionar una rápida orientación en los procesos.
- El siguiente paso es analizar la aplicación seleccionada e integrarla no solo en el departamento técnico, sino también en los departamentos de producción de la fábrica. Se estudiará su potencial para mejorar la gestión del almacén y la logística interna de Indemat. Se considerarán las ventajas y desventajas y se examinarán en detalle la interfaz y las posibilidades técnicas.
- El paso clave será el cálculo económico de la implantación de la aplicación propuesta. Calculará el tiempo de trabajo de los empleados del departamento técnico que participan en el proyecto de integración del tablero virtual Kanban.

<sup>54</sup> ABBYY Language Services, (2012). Benchmarking: conceptos básicos y proceso de aplicación. Revista online Corporate Management. Recuperado el 20 de noviembre de 2012 de: [https://www.cfin.ru/management/controlling/benchmarking\\_meths.shtml](https://www.cfin.ru/management/controlling/benchmarking_meths.shtml)



También calculará el aumento de la productividad laboral y propondrá métodos para optimizar los recursos financieros.

- La etapa final del proyecto es la corrección y la subsanación de errores, el perfeccionamiento de la herramienta según las necesidades de la empresa. Recogida de datos tras el periodo de prueba de todos los participantes del tablero Kanban virtual. Análisis de toda la información entrante, identificando los puntos débiles y simplificando el uso de la herramienta. En el marco de esta tesis no es posible considerar esta etapa en su totalidad debido a su elevada duración.

Hay que tener en cuenta que los factores psicológicos, como la motivación, son cada vez más importantes en el trabajo mental. Para las personas es importante la posibilidad de autorrealización, la mejora de sus habilidades, aportar algo valioso al mundo, la independencia en las decisiones y otra serie de factores. Y una persona motivada se esforzará más, y el resultado será mejor y más rápido. En general, un ambiente agradable en el trabajo añade ganas de ir allí y conseguir resultados. La herramienta Kanban Board tiene como objetivo mejorar también este aspecto.

Con el tablero, la filosofía básica de Kanban funciona: se pueden identificar las deficiencias y proponer mejoras en el proceso. Este tipo de pensamiento proviene de las palabras del padre fundador del Lean Manufacturing, Taiichi Ohno: "No puede haber progreso si nos conformamos con las soluciones existentes".

### **5.3.1. Estudio de mercado y método de toma de decisiones**

Para simplificar el proceso de búsqueda se sugiere utilizar los datos analíticos proporcionados por Gartner. Es importante señalar que la credibilidad de Gartner ha crecido considerablemente en los últimos años y se considera una buena forma de referirse a la investigación de la agencia cuando se escriben diversos artículos, revisiones y materiales de presentación.

Gartner es una empresa de investigación y consultoría especializada en los mercados de las tecnologías de la información. Es conocida por haber introducido términos como ERP, el Cuadrante Mágico y el ciclo de madurez de la tecnología, y por sus investigaciones periódicas de los mercados de las tecnologías de la información y el hardware. Las investigaciones de Gartner aparecen regularmente en publicaciones como Financial Times, The Wall Street Journal, The New York Times, Der Spiegel, The Register y ZDNet.

En sus informes, Gartner tiene en cuenta no solo la calidad y las capacidades de los programas informáticos, sino también las características del desarrollador en su conjunto, como la experiencia de ventas y de los clientes, la exhaustividad del conocimiento del mercado, el modelo de negocio, las innovaciones, las estrategias de marketing, ventas y desarrollo del sector, etc. A partir de la evaluación por parámetros



clave, los proveedores se dividen en 4 grupos: líderes, candidatos, visionarios y jugadores de nicho.<sup>55</sup>

Se sugiere utilizar el Cuadrante Mágico de Gartner para seleccionar la aplicación adecuada. En la figura 5.6 se muestra la metodología de lectura del diagrama.

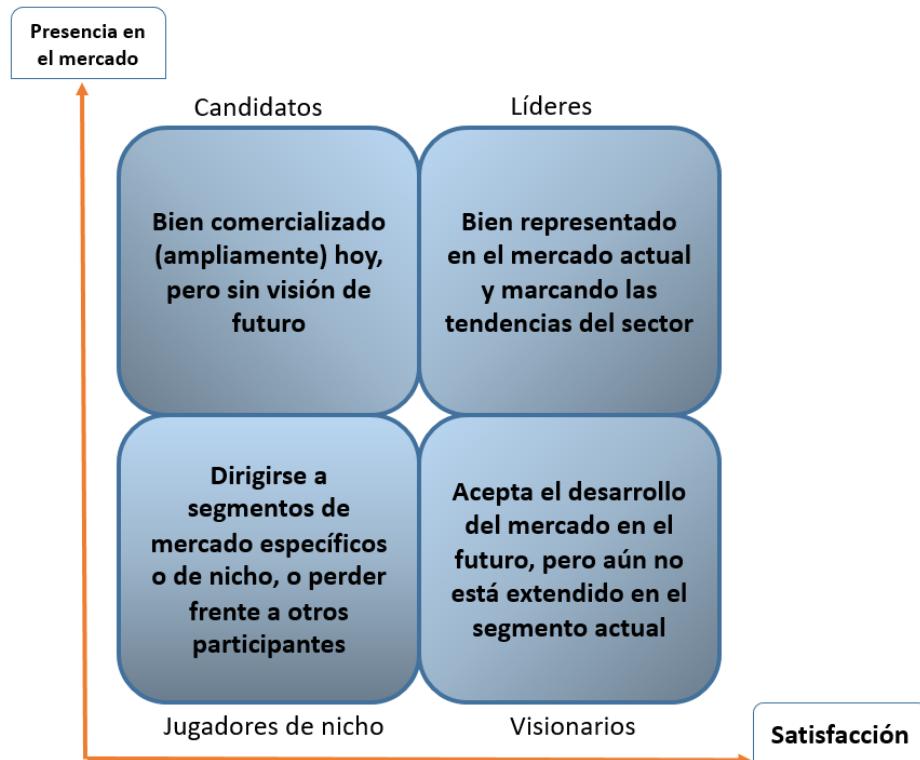


Figura 5.6. Guía de lectura del Cuadrante Mágico de Gartner. (Fuente: Elaboración propia)

Obviamente, para seleccionar el mejor producto hay que fijarse en la parte de "Líderes". Esta categoría demuestra un progreso y un esfuerzo constantes en todos los indicadores evaluados. Las empresas elevan el nivel de competencia en el mercado, pueden cambiar el curso de toda la industria. Sin embargo, el fabricante incluido en el grupo de los líderes no siempre es el más aceptable, ya que los requisitos y necesidades de algunos clientes pueden no ser satisfechos.<sup>56</sup>

Se sugiere considerar el cuadrante de productos basado en los enfoques Lean y Agile para seleccionar un programa adecuado. El Cuadrante Mágico se presenta en la Figura 5.7.

<sup>55</sup> Tadviser.ru, (2019). Magic Quadrant (MQ), (2019). Recuperado el 2 de enero de 2019 de: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%82\\_Gartner\\_Magic\\_Quadrant](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%82_Gartner_Magic_Quadrant)

<sup>56</sup> Gartner.com, Gartner Magic Quadrant. Positioning technology players within a specific market. Recuperado de: <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/magic-quadrants-research>

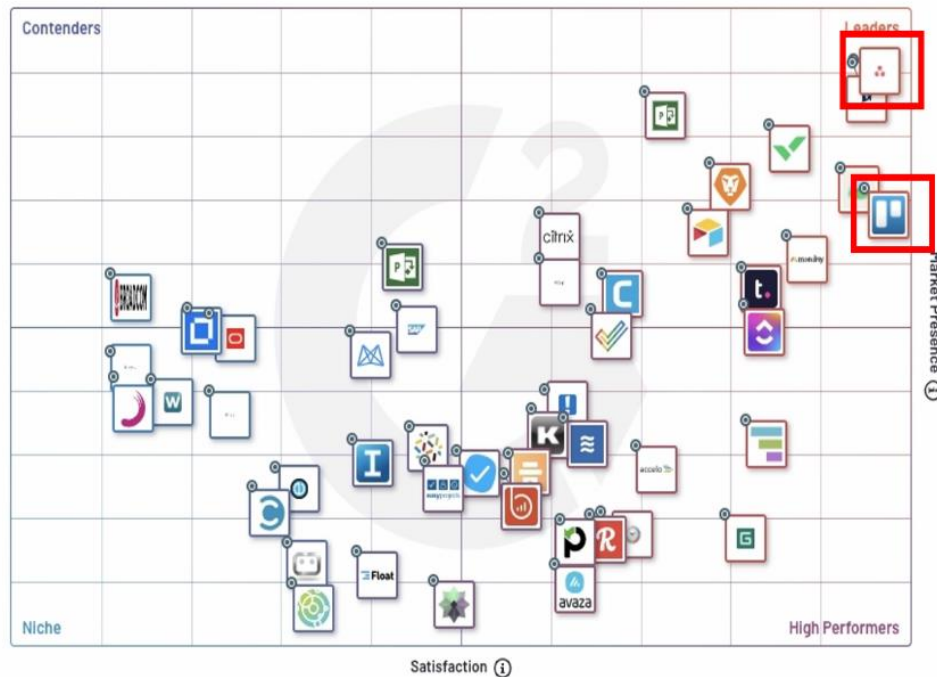


Figura 5.7. Cuadrante Mágico de Gartner. (Fuente: www.g2.com)

De las opciones propuestas se propone considerar las más populares y demandadas en el mercado actual:

- Asana (líder absoluto del mercado)

Asana es un programa para establecer y alcanzar objetivos de equipo. Su funcionalidad planifica y organiza los pasos necesarios en un proyecto para cumplir los plazos. Asana tiene la capacidad de crear tableros con tareas y subtareas asignadas. Hay muchas opciones para clasificar fácilmente las tareas, incluyendo sus plazos. Los artículos pueden pasar de ser un trabajo en curso a ser un trabajo terminado.<sup>57</sup>

Asana integra una escala de tiempo que asigna y hace un seguimiento de las responsabilidades, lo que permite compartir los planes e informar rápidamente al equipo de los cambios. El equipo puede utilizar formularios de solicitud y crear automatizaciones personalizadas para simplificar el flujo de trabajo y evitar errores adicionales.

Asana ofrece más de 100 integraciones con diferentes programas y permite dividir los proyectos en diferentes carteras. Además, el supervisor del proyecto puede ver las diferentes cargas de trabajo de los miembros del equipo para asegurarse de que nadie está sobrecargado.

- Trello

Trello tiene aproximadamente 50 millones de usuarios registrados, de los cuales 1,1 millones son usuarios activos diarios. Esto hace que Trello sea uno de los principales productos de software de gestión de proyectos.

Gran parte del seguimiento y la organización de la información de los proyectos puede ser gestionada ahora por muchos productos de software del mercado. Trello es

<sup>57</sup> Asana.com., Proyectos. Asana guide. Recuperado de: <https://asana.com/ru/product>



uno de los principales productos de software que proporciona herramientas para la gestión de proyectos utilizando la metodología Kanban.<sup>58</sup>

Trello es un software de productividad. Permite al equipo trabajar en proyectos, gestión de proyectos y gestión de tareas. Con Trello, los usuarios pueden crear tareas con múltiples columnas que incluyen los estados de las tareas, como en curso, en progreso y hecho. También es posible crear tablas personalizadas según las necesidades de la empresa.<sup>59</sup>

Los usos del software son muy variados: gestión de proyectos de desarrollo de software, control de envíos, boletines escolares, planificación de clases, contabilidad, diseño web, etc. Trello cuenta con una avanzada API (Application Programming Interface) que proporciona una perfecta integración con los sistemas de la empresa y otros servicios en la nube. Además, Trello no solo es adecuado para el trabajo, sino también para el uso personal.<sup>60</sup>

### 5.3.1.1. Selección de la aplicación

Antes de pasar a los cálculos, conviene aclarar que las aplicaciones consideradas se analizan únicamente desde la perspectiva de la gestión de proyectos, la simplificación de los flujos de información y la mejora de la productividad del personal. La evaluación de cada criterio se ha realizado a partir del estudio de las solicitudes y es subjetiva. En esta subsección se analiza el método de decisión lineal de Asignación. El uso de este método es sencillo por dos razones:

- todos los atributos tengan el mismo rango de variación;
- se tenga una asignación numérica de los mismos.<sup>61</sup>

Se utilizaron los siguientes criterios para tomar decisiones, que tienen la misma importancia:

- C1: Funcionalidad.
- C2: Facilidad de uso.
- C3: Disponibilidad de acceso gratuito.
- C4: Diseño visual.
- C5: Acceso a las aplicaciones desde diferentes dispositivos.
- C6: Control de la producción.
- C7: Precio por usuario (\$).

Aplicaciones en estudio:

<sup>58</sup> Trello.com. Inicio. Recuperado de: <https://trello.com/>

<sup>59</sup> Dytov, K., (2020). Trello - instrucciones de uso. *Canal YouTube Life Management*. Recuperado el 31 de marzo de 2020 de: [https://www.youtube.com/watch?v=PWIYdy2OXRg&ab\\_channel=%D0%9A%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%94%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%B2](https://www.youtube.com/watch?v=PWIYdy2OXRg&ab_channel=%D0%9A%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%94%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%B2)

<sup>60</sup> Konovalov, V., (2020). Sistematización empresarial. Cómo desarrollar el trabajo en Trello. *Canal YouTube VladKon-Consulting*. Recuperado el 31 de marzo de 2020 de: [https://www.youtube.com/watch?v=erul0zRMERw&ab\\_channel=%D0%92%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2](https://www.youtube.com/watch?v=erul0zRMERw&ab_channel=%D0%92%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2)

<sup>61</sup> Gento, A., Métodos multiatributo. Asignación lineal. *Métodos de Ayuda a la Decisión*, (pp. 69-72). Universidad de Valladolid: Valladolid



- A1: Asana
- A2: Trello
- A3: Pick Time (Indemat)

Como se ha mencionado anteriormente, en este contexto el módulo Pick Time se ve desde la perspectiva de una herramienta de control del proceso de producción. El valor principal del programa es el control de las horas de trabajo de los operarios de las máquinas que se han empleado en la producción del producto. Este criterio no se tiene en cuenta. La figura 5.8 presenta una matriz de alternativas que da una puntuación a cada aplicación según un criterio en una escala de 1 (el peor) a 10 (el mejor), con la excepción del criterio 7.

MATRIZ ALTERNATIVAS - CRITERIOS							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	8	6	3	9	10	5	13,49
A2	7	8	8	9	10	6	9,99
A3	5	4	10	4	5	8	0
Criterio	1	1	1	1	1	1	0

Figura 5.8. Matriz alternativas – criterios. (Fuente: Elaboración propia)

donde Criterio 1 significa creciente y 0 es decreciente.

A continuación, se calcula el peso de cada alternativa para cada criterio. A partir de los datos de la figura 5.8, el peso de cada criterio se determina de 1 a 3, siendo 1 el mejor indicador. Una vez determinadas las ponderaciones, se resume la columna de Puntuación. Los resultados se presentan en la figura 5.9.

MATRIZ CODIFICADA (1 MEJOR VALOR - 3 PEOR VALOR)								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Puntuación
A1	1	2	3	1	1	3	3	14
A2	2	1	2	1	1	2	2	11
A3	3	3	1	3	3	1	1	15
Criterio	1	1	1	1	1	1	0	11

Figura 5.9. Método Asignación lineal. (Fuente: Elaboración propia)

Tras obtener los resultados, se puede concluir que la aplicación Trello cumple los requisitos de la tarea (figura 5.10).

Posición	Alternativa	Puntuación
1	A2	11
2	A1	14
3	A3	15

Figura 5.10. Resultados de toma de decisión. (Fuente: Elaboración propia)



## 5.3.2. Aplicación Trello

Para simplificar la colaboración, los desarrolladores y usuarios de la aplicación han creado plantillas listas para usar, diseñadas para compartir información dentro de la organización. Trello es una herramienta prometedora para mantener a los empleados conectados a medida que la empresa crece. Utilizando el poder de las plantillas empresariales de Trello, se puede mantener a los empleados informados de los proyectos importantes, establecer objetivos claros y priorizados, y seleccionar los temas de debate en la reunión mensual del equipo. El servicio es adecuado para los empresarios que empiezan su empresa desde cero, así como para los que ya trabajan en un equipo grande.

Para crear un proyecto en una aplicación, es importante tener en cuenta cada paso del proyecto. Saltárselos supone romper la cadena de información. También es importante designar en Kanban Board:

- Check List;
- Deadline (si es necesario);
- Marcadores (colores a convenir por el equipo);
- Responsables;
- Backlog (grupo, lista de tareas para que el producto cumpla).

Es posible modificar la herramienta en función de las tareas actuales. Puede añadir nuevas columnas, cambiar la redacción de las tareas. En Kanban, las tareas se evalúan por tiempo y se entregan individualmente. Tan pronto como se haya completado la tarea, puede ponerse en producción o enviarse al cliente. Kanban es más flexible y se centra en la depuración del flujo de trabajo.

El componente visual es de gran importancia. Es mucho más fácil evaluar las tareas por diseño orgánico. El desorden puede aparecer si una tarea no se refleja en el tablero, por lo que se pierde el control. Si el tablero está bien organizado y las personas se adhieren a la ejecución según el proceso establecido, gracias a la visualización se puede evitar el desorden y la pérdida de información.<sup>62</sup>

La métrica principal es el tiempo medio para completar una tarea. Identificar por qué hay un retraso y dirigir los recursos para solucionarlo. Kanban mide el ciclo de tiempo de una tarea. Si se acumulan muchas tareas en alguna sección, entonces, por ejemplo, el supervisor puede contratar a un nuevo empleado.

Esta sección propone revisar los diseños de Kanban Board virtual para dos procesos:

- etapa de preparación del W-tank en el departamento técnico de Indemat;
- proceso de producción durante la fabricación de las placas del tanque.

La implantación de un tablero Kanban aumentaría la transparencia del flujo de producción, ya que, por ejemplo, la mayor parte de la información importante sobre la

<sup>62</sup> Kaizencenter.kz, (2020). Cómo utilizar el kanban virtual en la empresa. Canal YouTube Kaizencenter.kz. Recuperado el 6 de noviembre de 2020 de: [https://www.youtube.com/watch?v=dW4XWQXeMuY&ab\\_channel=kaizencenter.kz](https://www.youtube.com/watch?v=dW4XWQXeMuY&ab_channel=kaizencenter.kz)



producción procede del responsable de fabricación, pero debido a que éste se encuentra a menudo en la fábrica, es difícil obtener información actualizada. Por ejemplo, W-técnico necesita conocer la fecha de finalización de la producción de todas las placas del tanque para planificar el pedido de los componentes relacionados para el Kit de suministro (según la filosofía "just-in-time").

Hay casos en los que la información importante no llega al encargado de la tarea. Por ejemplo, por alguna razón es necesario detener el desarrollo de un proyecto, pero el empleado sigue trabajando en él sin conocer los cambios. En este caso hay una distribución del tiempo incorrecta, porque hay otros proyectos pendientes. En consecuencia, los recursos laborales deben reasignarse a su desarrollo.

En la Figura 5.11 se presenta parte del diseño de la fase de desarrollo del W-tank para el departamento técnico de Indemat.

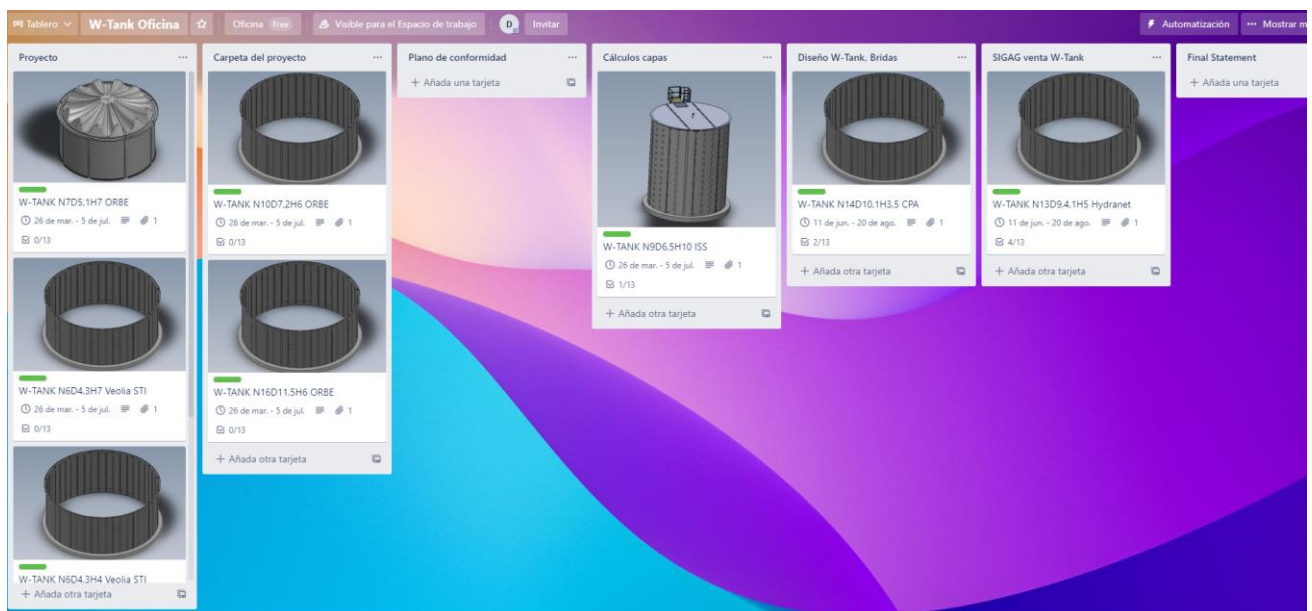


Figura 5.11. Disposición de la fase de desarrollo en Trello. (Fuente: Elaboración propia)

Según el método Kanban, la tarjeta se mueve al final de cada proceso. El empleado responsable de un sector determinado traslada la tarjeta al siguiente sector de responsabilidad de otro empleado al finalizar el trabajo. En este caso, la tarjeta es el nombre del producto (cada depósito se desarrolla individualmente, según los requisitos del cliente). En Trello existe la función "comentario", que permite informar al instante al empleado sobre la disponibilidad de un nuevo producto en su columna. Dependiendo de la configuración, los mensajes se envían al correo electrónico o al messenger.

También se propone crear una lista de control para la supervisión. Esta función es necesaria para analizar el proceso de desarrollo y determinar el porcentaje de preparación del proyecto. En el Check List se propone introducir los siguientes pasos para el W-tank:

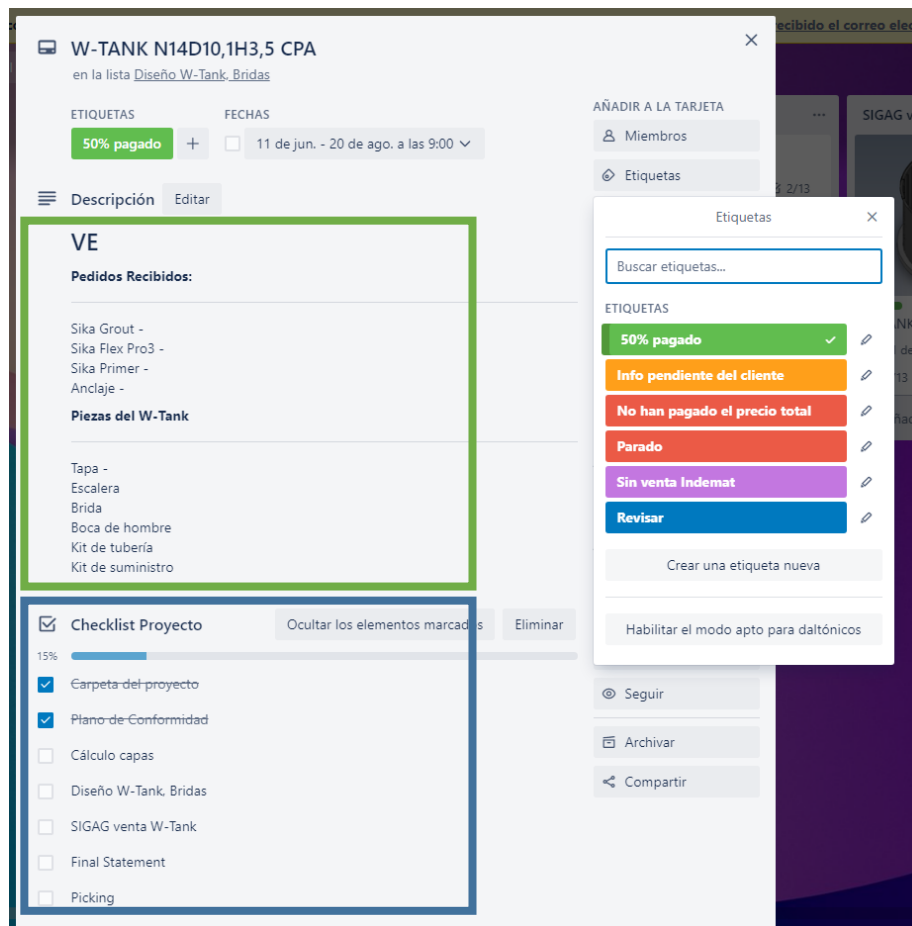
- ERP SIGAG (crear el producto)





- Plano de Conformidad
- Plano de bridas
- Cálculos de capas
- Final Statement
- Preparación Picking list (SIGAG)
- Lanzamiento de fabricación
- Lanzamiento pedidos (SIGAG)
- Control de componentes de W-tank (tapas, escaleras, bridas, boca de hombre)
- Pedidos recibidos
- ERP SIGAG (cerrar el proyecto)
- Almacén

Almacén es el paso final cuando el producto está completamente listo para ser enviado al cliente. En Trello, el Check List es la siguiente (Figura 5.12):



**Figura 5.12. Ejemplo de Check List en la aplicación Trello para el desarrollo del proyecto de W-tank. (Fuente: Elaboración propia)**

La ventana verde contiene información básica sobre el pedido, requisitos especiales y una lista de pedidos de componentes necesarios. La ventana azul es el Check List y cada paso está marcado como completado. La ventana roja muestra el



proceso de preparación del proyecto y se expresa en porcentaje en función del trabajo realizado.

El proceso de producción tiene un aspecto diferente, ya que es importante reflejar el movimiento de las placas y aumentar la trazabilidad de cada unidad. Esta información ayudará a controlar lo siguiente:

- Carga de trabajo del taller.
- Identificación de problemas.
- Utilización de la superficie útil de la fábrica para ampliar la producción.
- Planificación de un pedido de camiones para su posterior envío al cliente.
- Planificación del pedido de componentes para el Kit de suministro.

Los dos últimos puntos están relacionados con la optimización de los costes de almacenamiento y son necesarios para minimizar el tiempo de almacenamiento de las placas y eliminar el trabajo adicional de mantenimiento.

La aplicación de Trello en la producción en otras empresas es la siguiente (figura 5.13):



Figura 5.13. Uso de Trello en producción. (Fuente: [www.kaizencenter.kz](http://www.kaizencenter.kz))

El operario de la máquina recibe una notificación de que hay un producto en su estación que debe ser procesado de acuerdo con los requisitos establecidos. La tarjeta puede contener comentarios, listas de control e información necesaria. Una vez realizado el trabajo, el empleado traslada la tarjeta a la siguiente tienda. Gráficamente, el proceso de movimiento de las placas en la fábrica se presenta en la figura 5.14. Donde la línea azul indica el movimiento de las placas dentro de la fábrica y las flechas indican el suministro de información procedente del departamento técnico. La línea negra es la creación del cantilever, la línea naranja es la preparación del Kit de suministro.

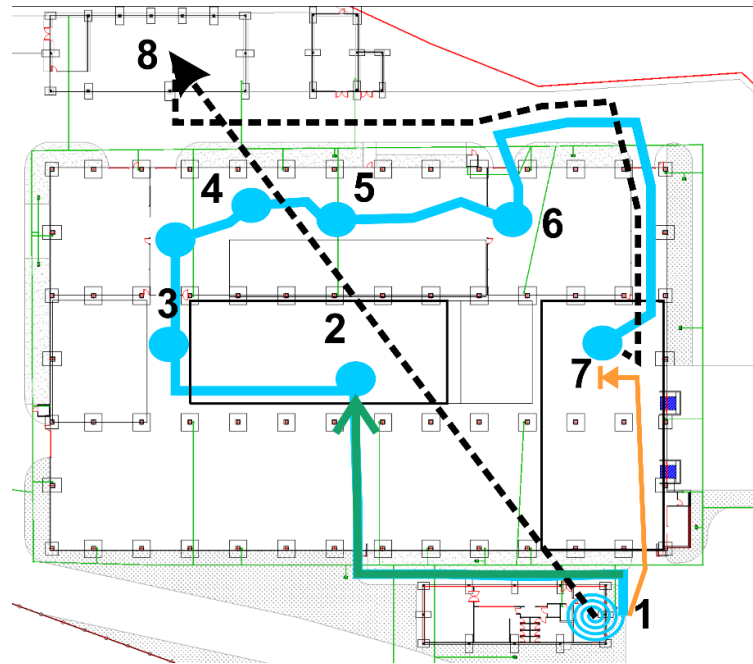


Figura 5.14. Movimiento de placas en la fábrica e intercambio de información. (Fuente: Elaboración propia)

El mismo principio se propone para crear un tablero virtual que permita seguir el proceso de fabricación de placas del tanque W. En la figura 5.15 se muestra un ejemplo de tablero Kanban en la aplicación Trello.

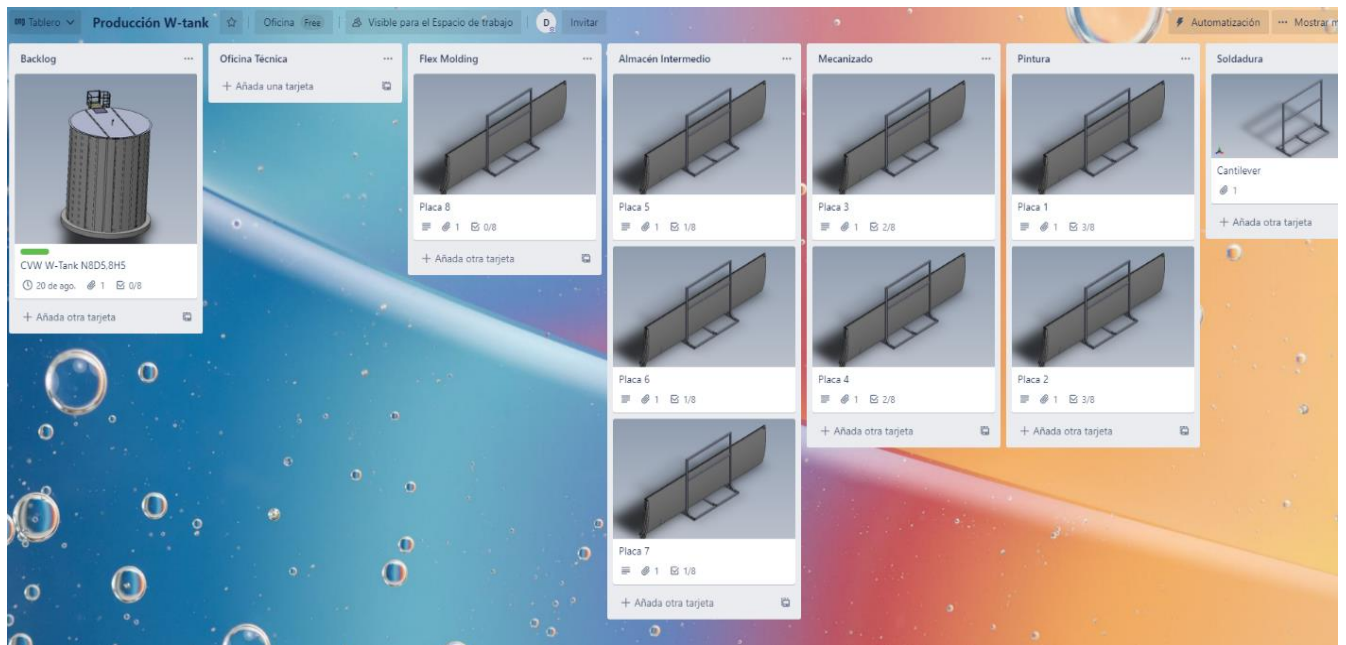


Figura 5.15. Disposición de la fase de producción en Trello. (Fuente: Elaboración propia)

A diferencia del departamento técnico, se propone crear dos listas de control (presentadas en la figura 5.16) y dos tipos de tarjetas para la fábrica:

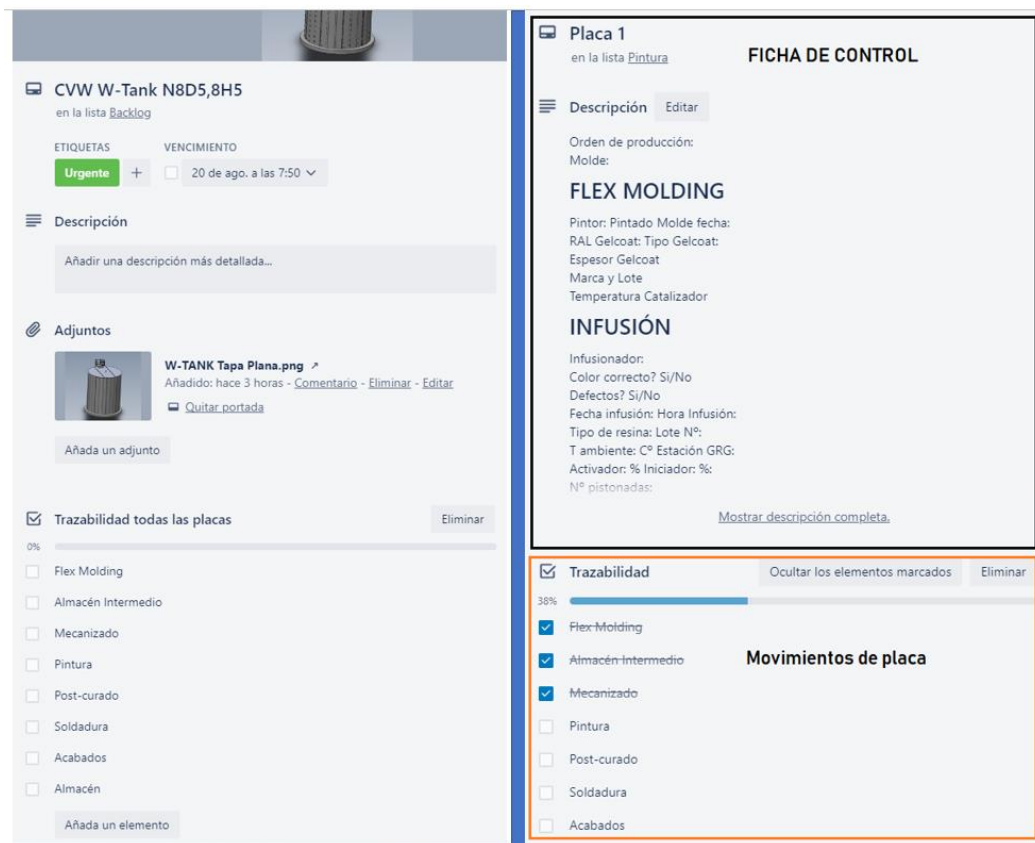


Figura 5.16. Check List en tarjeta Kanban para W-tank (a la derecha) y placa (a la izquierda). (Fuente: Elaboración propia)

- W-tank.

Esta tarjeta contiene información general sobre el pedido y una lista de todos los pasos de producción. La idea básica es que una vez que todas las placas de su zona han sido trabajadas, el operario marca su taller como "hecho". Esta información es necesaria para el análisis del proceso y la planificación de otros procesos logísticos: planificación de las compras, pedido de transporte, preparación del espacio de almacenamiento por adelantado. Además, con la función "Calendario", la tarjeta contiene información sobre el final de la producción del producto según las condiciones firmadas en el contrato de venta.

- Placa.

Con la función de aplicación, es posible crear una plantilla y aplicar la tarjeta a todas las placas del tanque. La tarjeta tiene dos objetivos importantes: aumentar la trazabilidad de la placa durante la producción y reducir el uso de papel. De este modo, se propone crear una Ficha de Control en formato digital para registrar la cantidad de materias primas utilizadas, etc.



## 5.4. Optimización de recursos al utilizar la aplicación

Esta sección ofrece un análisis para demostrar los beneficios de la aplicación de Kanban Board virtual, tanto en términos de optimización de los costes financieros como de aumento de la productividad.

En base a esto, se propone considerar los siguientes beneficios:

1. Reducción del uso de papel.
2. Reducción de los costes de almacenamiento en la fábrica de Indemat.
3. La mejora de productividad con la implantación de la aplicación Trello.

### 5.4.1. Reducción del uso de papel

Debido a que la aplicación no solo pretende mejorar el proceso de producción, sino también reducir los costes administrativos como el consumo de papel, el uso de los cartuchos de tinta, etc. Se ha calculado su consumo medio por persona y se presenta en la figura 5.17.

Concepto	Coste
Papel de impresora	60 €
Suministros para la impresora	270 €
Electricidad	50 €
Otros	230 €
Coste anual total por persona:	<b>610 €</b>

Figura 5.17. Ahorro en el consumo de material. (Fuente: Elaboración propia)

### 5.4.2. Reducción de los costes de almacenamiento para las placas del W-Tank en la fábrica

Uno de los objetivos de la herramienta virtual Kanban es reducir los costes de almacenamiento de la empresa Indemat. Para ello, se propone calcular el coste por metro cuadrado del almacenamiento de una placa del producto W-Tank (la figura 5.18).

Concepto	Datos
Gastos del almacén de Indemat anuales	136.119,92 €
Mantenimiento mensual del almacén	11343,33 €
Mantenimiento diario del almacén	378,11 €
Superficie total del almacén Indemat	1015,6 m <sup>2</sup>
<b>Coste de almacenamiento por m<sup>2</sup> diario</b>	<b>0,37 €</b>

Figura 5.18. Coste de almacenamiento por m<sup>2</sup>. (Fuente: Elaboración propia)

El cálculo se basa en los datos de 2020 facilitados por el departamento de logística del Grupo Aguambiente del mantenimiento del almacén Indemat. El consumo de gas, agua y amortización no están incluidos. Los costes incluyen los salarios del



personal, el mantenimiento de los equipos del almacén, la compra de material de embalaje y el consumo de electricidad.

Basado en los resultados de la figura 5.18 y los datos disponibles de la producción de las placas en 2021 se puede calcular los costes de almacenamiento de las placas por mes y año. Los resultados se presentan en la figura 5.19.

Concepto	Datos	
Cantidad media de placas diarias	55 und	
		Superficie de placa
Altura media de la placa	11 m	2,31 m <sup>2</sup>
Anchura media de la placa	0,21 m	
Coste de almacenamiento por placa diario		0,86 €
Coste de almacenamiento de placas mensual		<b>1419 €</b>
Coste de almacenamiento de placas anual		<b>17028 €</b>

**Figura 5.19. Costes de almacenamiento de las placas por mes y año. (Fuente: Elaboración propia)**

Según los datos recibidos, el objetivo para la primera etapa es reducir los costes de almacenamiento de placas en un 35% y la optimización potencial de los recursos financieros será:

$$\text{Optimización} = 17028 \times 0,35 = 5959,8 \text{ €}$$

### 5.4.3. La mejora de productividad con la implantación de la aplicación Trello

Para calcular la eficiencia de la aplicación, se propone considerar el ejemplo de utilizar el documento Ficha de Control de producción de placa digitalmente en Trello. La figura 5.20 contiene los siguientes cálculos de productividad para el personal:

Nº	Tipo de trabajo	Antes de la automatización, min	Ahorro de tiempo, min	Aumento de la productividad laboral
		$F_j$	$\Delta T_i$	$P_i$
1	Introducir información	10	6	150%
2	Preparación e impresión de documentos	25	15	150%
3	Traslado del documento al taller	10	8	400%
4	Realización de cálculos e introducción de datos en el SIGAG	40	20	100%
<b>Total productividad</b>				<b>200%</b>

**Figura 5.20. Aumento de la productividad laboral. (Fuente: Elaboración propia)**



Un ejemplo de cálculo de la productividad laboral se muestra en la siguiente fórmula (figura 5.20):

$$P_i = \left( \frac{\Delta T_i}{F_j - \Delta T_i} \right) \times 100 = \left( \frac{6}{10 - 6} \right) \times 100 = 150\%$$

**Figura 5.20. Productividad laboral (Fuente: [www.antegra.ru](http://www.antegra.ru))**

Donde,

- $F_j$  es el tiempo en el que el usuario tenía previsto realizar el trabajo de tipo  $j$  antes de la aplicación del programa (min).
- $T_i$  es el tiempo que el usuario ahorra al utilizar la aplicación.

Como se desprende de los cálculos, implantar la aplicación puede aumentar la productividad laboral y reducir las pérdidas financieras en la logística.

El punto débil de esta herramienta es la suscripción de pago, en la que se ofrece una funcionalidad ampliada. El paquete básico es suficiente para los proyectos más importantes. Se necesitan dos años para implantar completamente la aplicación, y luego se sugiere contratar servicios de pago o desarrollar un módulo propio para el ERP SIGAG.







## Capítulo 6. Estudio económico

El objetivo de este proyecto es aplicar el método MRP al aprovisionamiento de componentes de la producción china y optimizar el espacio del almacén de Indemat. El segundo objetivo es implantar una aplicación de gestión de proyectos basada en Lean manufacturing.

Ambos proyectos tienen como objetivo la mejora en el ámbito de la gestión logística de las empresas. Por lo tanto, para implementar el estudio, es necesario tener en cuenta no el coste del software, sino el número de materiales y horas dedicadas a la implementación de la tarea, necesarias para el desarrollo de cada una de las fases de investigación y diseño.

En el desarrollo del proyecto se prestó especial atención a las cuestiones relacionadas con la aplicación de la tecnología moderna y la mejora del sistema de calidad. Uno de los aspectos más importantes es la gestión y optimización de los recursos.

### 6.1. Jerarquía en los proyectos logísticos para el grupo empresarial

Las personas que generalmente intervienen en la realización de un proyecto de este tipo pueden ser clasificadas de acuerdo a alguno de estos cometidos:

- Responsable de fabricación;
- W-técnico;
- Responsable de logística;
- Personal del almacén;
- Personal de administración.

El responsable de fabricación (Indemat S.L.) es el encargado de controlar todos los procesos relacionados con la fabricación del producto W-tank. Entre sus responsabilidades está la de proveer a la producción de todos los materiales y piezas necesarias, controlar cada etapa de la producción, planificar y hacer pedidos, coordinar el trabajo de los talleres y garantizar la seguridad industrial.

W-técnico (Indemat S.L.) se encarga de gestionar las materias primas y los suministros necesarios, de planificar las entregas y de colaborar con los proveedores, de asegurar la introducción de toda la información técnica en el sistema ERP Sigag y de gestionar el desarrollo de los proyectos y de la producción.

Responsable de logística (Aguambiente S.L.) realiza tareas de control logístico externo e interno. Se encarga de la logística de todas las empresas del Grupo, supervisa las instalaciones de almacenamiento y las mantiene en condiciones de funcionamiento y seguridad.

Personal del almacén (Indemat S.L.) se encarga de la preparación de la carga para su envío, el embalaje, la preparación de los envíos al cliente y la recepción de los



pedidos de los proveedores. Otra tarea es también el control del almacén, su desarrollo y mejora.

Dichas personas establecen unas relaciones entre ellas de acuerdo a una determinada jerarquía existente, tal y como se muestra en la figura 6.1.

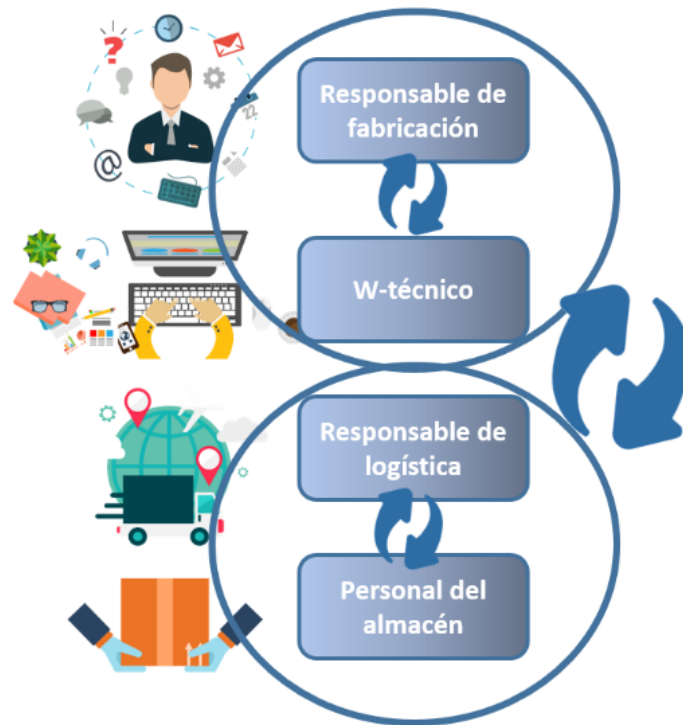


Figura 6.1 Organización del proyecto. (Fuente: Elaboración propia)

## 6.2. Fases de desarrollo

El paso inicial será examinar la gama de componentes utilizados en la instalación. Para ello, se utilizará el sistema de información SIGAG para identificar el número de pedidos realizados y se calculará el consumo de productos del periodo anterior.

Como ya se ha dicho, lo que hace que el producto sea especial es que combina calidad y precio. Debido a la ubicación del proveedor y al alto riesgo de interrupción de la producción, se requiere una planificación especial. El coste para desarrollar el plan se expresa en horas de ingeniería empleadas, no en la producción física del producto.

Otra característica es la reducción de la carga financiera de la empresa. En las fases iniciales es bastante difícil determinar el efecto económico de los métodos aplicados. En estos casos hay que guiarse por la experiencia internacional. Se sugiere hacer un seguimiento de la dinámica del progreso a lo largo de 3, 6 y 12 meses. La vida útil de las técnicas propuestas es ilimitada y puede extenderse a otras categorías de proyectos y tareas. Pero las obras de modernización realizadas requieren una inversión financiera.



Otra característica es la capacidad de responder rápidamente a las fluctuaciones del mercado y al impacto de los factores económicos externos. De este modo, una empresa puede controlar sus recursos y no perder recursos financieros por almacenar existencias de componentes innecesarios. Además, la dirección de la empresa puede controlar el envío de productos acabados justo a tiempo, evitando así costes adicionales en el almacenamiento de productos acabados.

La explicación de cada etapa se expone a continuación:

- Necesidad y decisión de elaboración del proyecto. En esta etapa, se lleva a cabo un análisis general del sistema. Se decide la creación de una herramienta de gestión recursos como mejora en el funcionamiento de la empresa. Se busca el personal adecuado para realizar la estrategia de suministro. Sobre la base de los datos obtenidos se formula el problema, se establecen las líneas generales del mismo y se determina lo que hay que hacer (planificar tareas y etapas) y quién tiene que hacerlo (asignar recursos) para la creación del plan de compras de componentes únicos. Es en este momento cuando debe analizarse la viabilidad del proyecto, ya que la detección de su no-viabilidad en etapas posteriores aumenta considerablemente los costes de la empresa.
- Recopilación de información. Una vez puesto en contacto los Responsables de los Departamentos con los encargados de la realización del diseño se procede a la recopilación de información de las diferentes secciones y sistemas informáticos. Se procede también a la recopilación de datos tales como los informes de mercado, y la existencia de otras soluciones mundiales de implementación de métodos propuestos.
- Presentación y difusión del proyecto. Se realiza una presentación a los Responsables de los Departamentos, solicitando su colaboración en el presente diseño de las herramientas de gestión de proyectos y planificación de compras. Se da a conocer el equipo que trabajará con los departamentos en la diseño de la solución.
- Análisis, búsqueda y difusión. Con la información obtenida se procede a estudiar la situación actual de la empresa. Se propone hacer un análisis completo de los componentes, determinar su consumo mensual y para qué productos de la empresa se utiliza cada tipo de familia de tornillos. Al elaborar el plan, es necesario tener en cuenta las capacidades logísticas de la empresa y minimizar las pérdidas financieras. Por ello, se propone analizar las instalaciones de almacenamiento y reducir la superficie de almacenamiento del inventario. También ofrecerá una aplicación para aumentar la productividad laboral, la gestión de proyectos y un mejor control en las actividades logísticas de la empresa. Su principal tarea será la de sincronizar con el sistema de información existente en la empresa. Finalmente se procede la evaluación y selección de las soluciones desarrolladas.
- Escritura, difusión e implantación de las medidas propuestas. Una vez desarrollada y planificada la maqueta, se trabajará para informar a los departamentos de la empresa. Esta etapa es importante por la recogida de comentarios. se comentará brevemente la configuración propuesta, así como, el modo de funcionamiento de las revisiones, quejas de no-conformidad y solicitud de cambio.



La determinación de las fases que conlleva el desarrollo de un proyecto de este tipo, puede variar según el punto de vista de la persona que lo esté analizando. Sin embargo, estas etapas pueden ajustarse a la división mostrada en la figura 6.2.



Figura 6.2. Fases del desarrollo del proyecto. (Fuente: Elaboración propia)

### 6.3. Estudio económico

En este apartado se va a desarrollar el estudio económico propiamente dicho, relacionándolo con las diferentes etapas de la realización del proyecto. Se realizará el cálculo de todas las Secciones, desglosando cada una de ellas mas adelante.

Se llevará una contabilidad por actividades, en la que se valorara los costes de cada actividad realizada hasta la obtención del producto final. De esta forma, será posible analizar la influencia de cada uno de los procesos que intervienen con relación al coste total del producto. Para realizar el estudio, se procederá de la siguiente manera:

1. Cálculo de las horas efectivas anuales y de las tasas por hora de los salarios.
2. Cálculo de las amortizaciones del equipo.
3. Coste por hora y por persona de los materiales calificados como consumibles.
4. Coste por hora y por persona de los costes indirectos.
5. Horas de personal dedicadas a cada una de las etapas.



### 6.3.1. Horas efectivas anuales y tasas horarias de personal

Todos estos valores quedan reflejados en las figuras 6.3 (días efectivos) y 6.4 (semanas efectivas).

Concepto	Días / horas
Año medio: (365,25)	365,25
Sábados y domingos: (365 * 2/7)	-104,36
Días efectivos de vacaciones:	-20,00
Días festivos reconocidos:	-12,00
Media de días perdidos por enfermedad	-15,00
Cursillos de formación, etc.:	-4,00
Total estimado días efectivos:	210
<b>Total horas/año efectivas (8 horas/día):</b>	<b>1.680</b>

Figura 6.3. Días efectivos anuales. (Fuente: Elaboración propia)

Concepto	Días / horas
Año medio (semanas):	52
Vacaciones y festivos:	- 5
Enfermedad:	-2
Cursos de formación:	- 1
<b>Total semanas:</b>	<b>44</b>

Figura 6.4. Semanas efectivas anuales. (Fuente: Elaboración propia)

Para el desarrollo del proyecto se considera un Responsable de fabricación, el cual actúa como director del proyecto y analista financiero. El encargado de llevar a cabo la gestión de los diferentes elementos del plan de suministro de componentes e integración de la aplicación será un W-técnico. Habrá un Responsable de Logística y personal del almacén, colaborador durante la planificación en lo que concierne a su sección. Para el desarrollo de la documentación, se ha contratado a un Auxiliar Administrativo, que es el encargado de generar los informes correspondientes y ayuda en la confección de documentos. El coste horario y semanal de cada uno de estos profesionales queda reflejado en la figura 6.5.

Concepto	Responsable de fabricación	W-técnico	Responsable de Logística	Personal del almacén	Secretaria
Sueldo	23400 €	16250 €	23400 €	14625 €	12350 €
Seguridad Social (35%)	12600 €	8750 €	12600 €	7875 €	6650 €
<b>Total:</b>	<b>36000 €</b>	<b>25000 €</b>	<b>36000 €</b>	<b>22500 €</b>	<b>19000 €</b>
<b>Coste horario:</b>	<b>21,43 €</b>	<b>14,88 €</b>	<b>21,43 €</b>	<b>13,39 €</b>	<b>11,31 €</b>
<b>Coste Semanal:</b>	<b>818,18 €</b>	<b>568,18 €</b>	<b>818,18 €</b>	<b>511,36 €</b>	<b>431,82 €</b>

Figura 6.5. Costes del equipo de profesionales. (Fuente: Elaboración propia)



### 6.3.2. Cálculo de las amortizaciones para el equipo informático utilizado

Para el equipo informático se considera un período de amortización de 5 años, con cuota lineal. El equipo se puede separar en dos grupos diferentes: un tipo de equipo destinado a realizar las tareas de recopilación de información y planificación propiamente dicho, y que se denomina equipo de desarrollo y, por otra parte, el equipo de edición con el que se gestionan los documentos una vez definidos los mismos.

El coste de cada uno de estos equipos queda reflejado en las figuras 6.6 y 6.7 respectivamente.

Concepto		Coste	Cantidad	Coste total
Portátil Lenovo Yoga 710-14", Core i5 2,3 GHz – SSD 256 GB		1349 €	1	1349 €
Software de desarrollo	Microsoft Windows 10	63 €	1	63 €
	Microsoft Office (v.2019)	160 €	1	160 €
	CoralDraw (Standard 2021)	355 €	1	355 €
	ERP SIGAG	0	1	0
<b>Total a amortizar:</b>				<b>1927 €</b>
		Tipo	Amortización	
		Diaria	1,06 €	
		Semanal	7,41 €	
		Horaria	0,13 €	

Figura 6.6. Costes del equipo de desarrollo. (Fuente: Elaboración propia)

Concepto		Coste	Cantidad	Coste total
Lenovo V-15-ADA, AMD 3020e, 8GB RAM		495 €	1	495 €
Impresora HP Color LaserJetPro M479fdw		799,09 €	1	275 €
Software de desarrollo:	Microsoft Windows 10	63 €	1	63 €
	Microsoft Office (v.2019)	160 €	1	160 €
<b>Total a amortizar:</b>				<b>1517,09 €</b>
		Tipo	Amortización	
		Diaria	0,83 €	
		Semanal	5,83 €	
		Horaria	0,1 €	

Figura 6.7. Costes del equipo de edición. (Fuente: Elaboración propia)

### 6.3.3. Coste del material consumible

Para consumibles (papeles de impresora, materiales de oficina, etc.), se ha calculado su consumo medio, por persona y hora de trabajo. Para cada uno de los equipos se obtienen los siguientes resultados (Figura 6.8).



Concepto	Coste
Papeles de impresora	60 €
Suministros para impresora	408 €
Otros	250 €
<b>Coste anual total por persona:</b>	<b>718 €</b>
<b>Coste horario por persona:</b>	<b>0,25 €</b>

Figura 6.8. Costes del material consumible. (Fuente: Elaboración propia)

### 6.3.4. Costes indirectos

Aquí se considerarán gastos que hacen referencia a consumos de electricidad, teléfono móvil, calefacción, Wi-Fi, etc. Las tasas de coste calculadas por persona y hora para cada uno de estos conceptos se muestran en la figura 6.9.

Concepto	Coste
Teléfono móvil	120 €
Wi-Fi	480 €
Electricidad	120 €
Alquileres	750 €
Otros	250 €
<b>Coste anual por persona:</b>	<b>1720 €</b>
<b>Coste horario por persona:</b>	<b>0,59 €</b>

Figura 6.9. Costes indirectos. (Fuente: Elaboración propia)

### 6.3.5. Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto

Mediante la realización de un estudio de tiempos y la revisión de otros estudios de tiempos para proyectos realizados en el departamento con características similares al presente, se determinó que la dedicación del personal en cada una de las etapas fue como se reseña en la figura 6.10.

Personal	Etapas				
	1	2	3	4	5
Responsable de fabricacion	25	20	20	100	60
W-técnico	10	30	60	250	200
Responsable de Logística	5	10	5	30	30
Personal del almacén	5	5	5	15	40
Auxiliar administrativo	3	3	10	10	25
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>68</b>	<b>100</b>	<b>405</b>	<b>350</b>

Figura 6.10. Horas dedicadas por persona al proyecto. (Fuente: Elaboración propia)



## 6.4. Costes asignados a cada fase del proyecto

Para asignar los costes calculados para los recursos a cada fase del proyecto, se tendrán en cuenta las horas que cada persona dedica a cada etapa y las tasas horarias de salarios y amortización, así como los costes estimados para el material consumible y los costes indirectos.

### 6.4.1. Fase 1: decisión de elaboración del proyecto

En esta etapa intervienen el Responsable de fabricación, W-técnico y el auxiliar administrativo. El Responsable concreta cuáles son los objetivos que se desean alcanzar y mejorar. Su tarea es indicar los problemas y controlar el proceso del desarrollo del trabajo.

El responsable de fabricación, en colaboración con el W-técnico, define las líneas de actuación, los departamentos colaboradores durante el desarrollo del proyecto y orienta la actuación de los otros dos integrantes del equipo que intervienen en esta etapa.

El responsable de logística y personal del almacén tienen una función consultiva y participan en la fijación de objetivos. El auxiliar administrativo se encarga de las tareas de redacción de documentos y mecanografía requeridas en esta etapa.

Los departamentos colaboradores serán Informático, Compras y Oficina Técnica.

El tiempo empleado se detalló en la figura 6.10, resultando un total de 48 horas. En base a esto, los costes en esta fase se reparten según se indica en la figura 6.11.

Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Res. de fabricación	25	21,43	<b>535,75 €</b>
	W-técnico	10	14,88	<b>148,8 €</b>
	Res. de logística	5	21,43	<b>107,15 €</b>
	Per. del almacén	5	13,39	<b>66,95 €</b>
	Aux. Administrativo	5	11,31	<b>56,55 €</b>
Amortización	Equipo de desarrollo	10	0,13	<b>1,3 €</b>
	Equipo de edición	3	0,1	<b>0,3 €</b>
Material consumible	Varios	20	0,25	<b>5 €</b>
Costes indirectos		30	0,59	<b>17,7 €</b>
<b>COSTE TOTAL:</b>				<b>939,5 €</b>

Figura 6.11. Costes asociados a la Fase 1. (Fuente: Elaboración propia)

### 6.4.2. Fase 2: presentación y difusión del proyecto

En esta etapa se realiza una presentación al propietario del grupo empresarial, solicitando su colaboración en el presente plano de compras y suministro de componentes únicos y la implementación de la herramienta virtual Kanban Board. Se





da a conocer el equipo que trabajará en las mejoras. Los costes en esta etapa se resumen en la figura 6.12.

Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Res. de fabricación	20	21,43	<b>428,6 €</b>
	W-técnico	30	14,88	<b>446,4 €</b>
	Res. de logística	10	21,43	<b>214,3 €</b>
	Per. del almacén	5	13,39	<b>66,95 €</b>
	Aux. Administrativo	3	11,31	<b>33,93 €</b>
Amortización	Equipo de desarrollo	30	0,13	<b>3,9 €</b>
	Equipo de edición	3	0,1	<b>0,3 €</b>
Material consumible	Varios	15	0,25	<b>3,75 €</b>
Costes indirectos		40	0,59	<b>23,6 €</b>
<b>COSTE TOTAL:</b>				<b>1221,73 €</b>

Figura 6.12. Costes asociados a la Fase 2. (Fuente: Elaboración propia)

### 6.4.3. Fase 3: recopilación de información

En esta etapa el W-técnico encargado de diseñar el plano y recopila toda la información de la experiencia mundial. El coste de sus honorarios y el del Responsable de fabricación representan la mayor parte del total del coste.

En base al estudio de tiempos de la figura 6.10 y a las tasas horarias de personal, amortización, material consumible y resto de costes indirectos, los costes de esta fase se establecen y quedan como se muestra en la figura 6.13.

Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Res. de fabricación	20	21,43	<b>428,6 €</b>
	W-técnico	60	14,88	<b>892,8 €</b>
	Res. de logística	5	21,43	<b>107,15€</b>
	Per. del almacén	5	13,39	<b>66,95 €</b>
	Aux. Administrativo	10	11,31	<b>113,1 €</b>
Amortización	Equipo de desarrollo	80	0,13	<b>10,4 €</b>
	Equipo de edición	10	0,1	<b>1 €</b>
Material consumible	Varios	60	0,25	<b>15 €</b>
Costes indirectos		10	0,59	<b>5,9 €</b>
<b>COSTE TOTAL:</b>				<b>1640,9 €</b>

Figura 6.13. Costes asociados a la Fase 3. (Fuente: Elaboración propia)

### 6.4.4. Fase 4: análisis, búsqueda y selección

Es la etapa más crítica, en la que se toman las decisiones de localización y circulación de los distintos elementos, y por tanto, es imprescindible la colaboración de todo el personal involucrado en el desarrollo de este proyecto.

Los costes asignados a esta fase se muestran en la figura 6.14.



Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Res. de fabricación	100	41,53	2143 €
	W-técnico	250	18,59	3720 €
	Res. de logística	30	18,59	642,9 €
	Per. del almacén	15	14,97	200,85 €
	Aux. Administrativo	10	8,94	113,1 €
Amortización	Equipo de desarrollo	400	0,12	52 €
	Equipo de edición	10	0,2	1 €
Material consumible	Varios	50	0,31	12,5 €
Costes indirectos		300	0,59	177 €
<b>COSTE TOTAL:</b>				<b>7062,5 €</b>

Figura 6.14. Costes correspondientes a la Fase 4. (Fuente: Elaboración propia)

### 6.4.5. Fase 5: escritura, difusión e implantación

En esta etapa se procede a la escritura de la memoria en la que se recoge las herramientas propuestas, labor encomendada al encargado de diseñar el del proyecto. Además, se modificó el proyecto y se realizaron ajustes adicionales para el trabajo productivo de todos los departamentos. Una vez escritos se procederá a la revisión y aprobación final de los documentos. Esta tarea la realizarán el Responsable de fabricación y el Responsable de Logística respectivamente con ayuda del Auxiliar Administrativo.

Los costes asignados en esta fase se muestran en la figura 6.15.

Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Res. de fabricación	60	41,53	2491,8 €
	W-técnico	200	18,59	1115,4 €
	Res. de logística	30	18,59	557,7 €
	Per. del almacén	40	14,97	898,2 €
	Aux. Administrativo	25	8,94	894 €
Amortización	Equipo de desarrollo	310	0,12	3,6 €
	Equipo de edición	25	0,2	20 €
Material consumible	Varios	60	0,31	102,3 €
Costes indirectos		290	0,59	105,6 €
<b>COSTE TOTAL:</b>				<b>6188,6 €</b>

Figura 6.15. Costes correspondientes a la Fase 5. (Fuente: Elaboración propia)



## 6.5. Cálculo del coste total

El coste total se obtiene como suma de los costes totales de cada una de las cinco fases del proyecto, que se detallaron en el anterior apartado. Los costes totales desglosados para cada una de las fases se muestran en la figura 6.16.

Actividad	Horas	Pesetas
Decisión de elaboración del proyecto	48	939,5 €
Presentación y difusión	68	1221,73 €
Recopilación de información	100	1640,9 €
Análisis, búsqueda y selección	405	7062,35 €
Escritura, difusión e implantación de los proyectos	350	5951,95 €
<b>TOTAL</b>	<b>971</b>	<b>16816,43 €</b>

**Figura 6.16. Costes totales de cada fase. (Fuente: Elaboración propia)**

A estos costes hay que aplicar el Margen Comercial y los Impuestos Indirectos (IVA, recargo de equivalencia, etc).





# Capítulo 7. Conclusión y propuestas de desarrollo

## 7.1. Conclusiones

El desarrollo sostenible y equilibrado es un proceso de cambio económico y social en el que los recursos naturales, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo científico y tecnológico, el desarrollo personal y el cambio institucional se alinean entre sí y refuerzan la capacidad actual y futura de satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas. Desde el punto de vista del conocimiento actual, la empresa no solo es uno de los pilares económicos más importantes, sino también el motor del progreso. Muchas empresas tienen sus propias metodologías y desarrollo los cuales se han globalizado y se aplican en diferentes sectores de la economía mundial.

El desarrollo sostenible de la empresa se basa en funcionar bajo la influencia del entorno externo siendo capaz de mantener su integridad e independencia como entidad económica y de alcanzar determinados resultados estratégicos y actuales.

Como ya se ha demostrado, los métodos y herramientas propuestos en este Trabajo Fin de Máster están diseñados para aumentar la productividad, mejorar la eficiencia de la empresa en materia de logística, optimizar los costes y ampliar la funcionalidad del actual sistema de información SIGAG.

En resumen, dentro del ámbito de los temas tratados en este proyecto, la optimización global de los recursos en las actividades logísticas de Indemat fue (figura 7.1):

Acciones	Optimización, euros
Análisis ABC de la zona de tornillería	26717,55
Reducción de los costes de almacenamiento de las placas del W-tank anual	5959,8
<b>Total</b>	<b>32677,35</b>

Figura 7.1. El resultado total del trabajo realizado. (Fuente: Elaboración propia)

Por el momento, también es difícil evaluar el efecto económico de la aplicación del método MRP, la herramienta Kanban virtual y la reducción del uso del espacio de almacenamiento. Será posible hacerlo a medio o largo plazo, para comparar los resultados económicos de la empresa antes y después de la aplicación de las medidas consideradas. El análisis debe realizarse periódicamente, registrando las tendencias



positivas y desarrollando constantemente las herramientas en función de las necesidades de la empresa.

Cabe señalar que la dirección de la empresa ya ha empezado a aplicar las herramientas propuestas en este proyecto. La motivación de la dirección de la empresa y su concentración en la consecución de los resultados crean una dinámica positiva y provocan optimismo. Indemat ha conseguido y sigue consiguiendo éxitos en la producción y suministro de productos de materiales compuestos, llegando a mercados no solo en España y la Unión Europea, sino también teniendo clientes en América Latina, Rusia y Oriente Medio. Este éxito y desarrollo constante existe gracias al trabajo coordinado de los empleados de todos los departamentos y talleres. La alta calidad de sus productos, la participación activa en ferias internacionales y el seguimiento constante de las nuevas tecnologías sitúan a la empresa en una posición puntera dentro de su sector.

La mejora continua es importante en el desarrollo de toda empresa, por lo que se propone a Indemat que considere las siguientes sugerencias:

- MRP.

En el futuro, se propone aplicar el método MRP, como en el ejemplo de los tornillos procedentes de China, para la adquisición de otras materias primas para la fabricación de tanques y flotadores cuando el proveedor se encuentre en el extranjero.

- Uso eficiente del espacio de almacenamiento y reducción del mismo.

Otro punto importante es el uso eficiente del espacio de almacenamiento y la reducción del número de almacenes que se han formado alrededor del perímetro de la fábrica. Cada almacén debe ser revisado en detalle y se debe hacer un inventario de los productos disponibles. La distribución de la fábrica de Indemat se muestra en la figura 7.2, donde los almacenes de productos acabados, materias primas compradas y componentes están marcados en naranja.

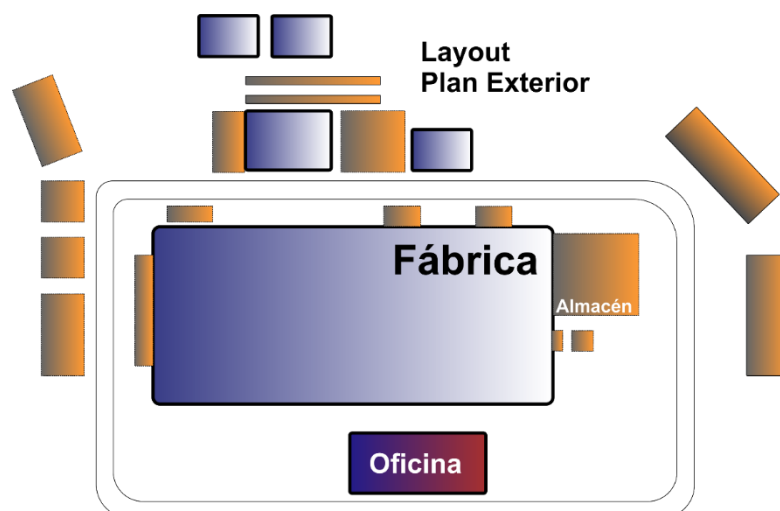


Figura 7.2. Layout exterior de la fábrica Indemat. (Fuente: Elaboración propia)

Tradicionalmente, la dirección de la empresa se adhiere a una distribución por zonas de los productos adquiridos, lo que, por un lado, facilita el control visual y, por



otro, no permite combinar distintos tipos de componentes sin un software y un hardware especiales. La implantación de sistemas modernos de gestión de almacenes (WHS) no tiene sentido práctico cuando la capacidad de los almacenes y el volumen de productos son relativamente pequeños. En otras palabras, el caso de Indemat demuestra que se pueden utilizar módulos adicionales (aplicaciones) integrados en el sistema de información ERP principal para gestionar los procesos de recepción, recogida y envío.

- Desarrollo de ERP SIGAG.

La introducción gradual de nuevas tecnologías y prácticas logísticas en el sistema de información principal de SIGAG dará a la empresa beneficios y le ayudará a preservar y optimizar sus recursos financieros. También es importante señalar que el ERP es un ecosistema único que es un reflejo directo de la empresa en el espacio de la información. El desarrollo continuo, la mejora de los módulos y las aplicaciones y la simplificación de los procesos permitirán a los empleados afrontar con eficacia las tareas y responder rápidamente a los cambios del mercado. La siguiente etapa de desarrollo del sistema interno es la transición al nivel ERP II, en el que la coordinación de los procesos se lleva a cabo no solo dentro de la empresa, sino también fuera de ella, teniendo su propio mercado e integrándose en los sistemas de información de proveedores y clientes.

Asimismo, hay que tener en cuenta que cualquier modernización conlleva unos costes financieros que, según el proyecto, si se calculan bien, deberían ser rentables a medio o largo plazo. Cualquier cambio en el sistema ERP no solo es económicamente costoso, sino que también requiere la máxima implicación de todos los empleados, su formación, la identificación de errores en la puesta en marcha, su ajuste personal a las necesidades de producción de la empresa teniendo en cuenta las demandas del mercado. Además por parte del personal directivo se requiere un análisis completo de cada tecnología y la necesidad de su aplicación.

- Desarrollo de herramientas de Lean manufacturing y Agile.

Kanban Board virtual como mecanismo propuesto para simplificar y estructurar los flujos internos tiene referencias a la representación Kanban original, pero al mismo tiempo, combina las funciones de gestión de proyectos y control de las actividades del equipo, acelerando el intercambio de información. La herramienta está diseñada para automatizar el control, mejorar la visibilidad del proceso de fabricación del W-tank y supervisar la carga de trabajo del taller y de los empleados.

Como ya se ha explicado, una fábrica aeronáutica en Rusia muestra un caso en el que no solo la dirección de la empresa, sino también todos los empleados de la oficina y los operarios de las máquinas se involucraron en el proceso Lean. Hay que tener en cuenta que se aplicaron diferentes tecnologías y herramientas para lograr el objetivo final.



## 7.2. Desarrollo futuro

Para seguir mejorando, Indemat se propone desarrollar el uso de herramientas de Lean manufacturing de forma regular. Las medidas propuestas deben dividirse en dos periodos de tiempo: largo y corto.

A corto plazo se refiere a las metodologías que se puede realizar durante un año, las cuales son:

- Value Stream mapping.

Analizar la interacción con los proveedores, los clientes y construir un mapa de los flujos de información y producción. Esta metodología se propone para ser aplicada en el trato con los proveedores locales, identificando así las pérdidas y retrasos que existen no solo en la interacción entre empresas sino también en los procesos internos de la empresa.

- Mapa de flujo.

Con esta herramienta podrá visualizar el estado actual de los procesos de la empresa, identificar las pérdidas y reducirlas sistemáticamente. Por ello, se propone analizar con más detalle la actividad de los talleres de la fábrica. Este método se propone para los siguientes talleres de la fábrica Indemat: flex-molding, mecanizados, pintura, acabados.

- Poka Yoke.

Se trata de la prevención de errores, un método por el cual el trabajo solo se puede hacer de una manera correcta y así el defecto no puede aparecer. El principio de error cero significa: se permite un error mínimo o solo uno. Cuando se inician los programas de error cero, la actitud ante los defectos es la siguiente: los lapsus debidos a olvidos, reordenamientos accidentales, confusiones, lecturas erróneas, interpretaciones falsas, aberración, ignorancia o falta de atención son posibles y evitables.<sup>63</sup> Sin embargo, el personal debe considerarlos como fenómenos normales. Deben ser descubiertos y no deben ser silenciados. No hay que buscar a los culpables del defecto, sino su causa.

Se propone aplicar metodologías que requieren un control y mejora continua a largo plazo. Su periodo de aplicación y desarrollo es más de un año. Estos enfoques son más administrativos que productivos, pero al mismo tiempo pueden aumentar la productividad y la calidad de los productos fabricados. Son los siguientes:

- Seguir desarrollando la filosofía Just in Time.

Las principales ventajas de los sistemas JIT son mantener bajos los niveles de existencias, la alta calidad, la flexibilidad, la reducción de los plazos de entrega, el aumento de la productividad y la utilización de los equipos, la reducción de los desechos y las repeticiones, y la reducción del espacio. Por ello, es necesario modificar continuamente la producción y establecer relaciones fiables con los proveedores.

- Estandarización continua de los procesos.

La estandarización de las actividades de la empresa incluye el desarrollo de normas para los productos fabricados, los procesos realizados y el trabajo administrativo y de la gestión empresarial. Tanto las operaciones tecnológicas como las

<sup>63</sup> Renault-Nissan Consulting. Sistemas Lean. Curso Máster Logística, (pp. 198-221), Valladolid: Universidad de Valladolid





comunicaciones (con los clientes, con los colegas, con los subordinados) deben ser agilizadas. Asimismo, afecta tanto a la calidad de los servicios y productos, como a la seguridad laboral. El desarrollo de estándares es un proceso continuo, en función de la evolución de la situación del mercado.

Por ello, solo después de obtener resultados de las técnicas propuestas para la planificación de suministro de materiales, la mejora de los procesos de producción y la modificación del sistema de información interno, es conveniente considerar la aplicación de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial.

La IA reacciona a los cambios en el entorno externo y proporciona el cálculo del modelo, acercando el resultado a tiempo real. La tecnología también permite gestionar de forma centralizada todos los almacenes de la empresa, configurar el sistema de previsión de existencias, encontrar áreas de mejora de los procesos, arreglar las áreas problemáticas y calcular la carga de cada almacén con antelación. La previsión para la integración de la IA en la logística de los almacenes se presenta en la figura 7.3.<sup>64</sup>

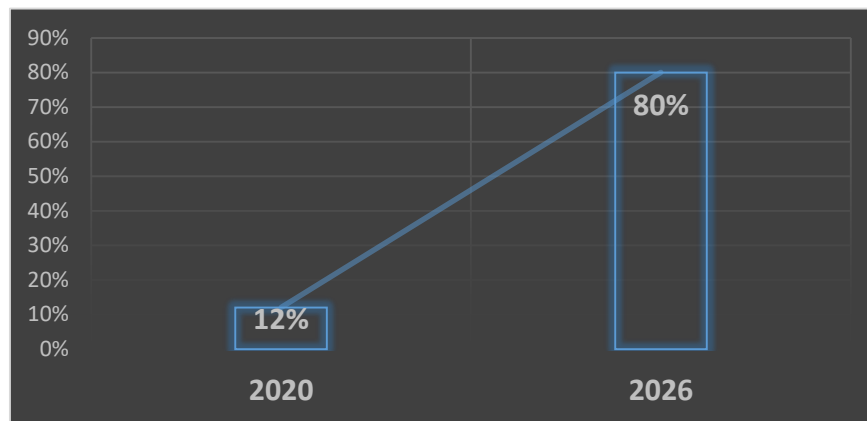


Figura 7.3. La implementación de la IA en los almacenes. (Fuente: MHI)

En 2020, Enterprise Strategy Group y Oracle llevaron a cabo un estudio entre ejecutivos de finanzas y operaciones de grandes empresas de 13 países. Una de las conclusiones del estudio es que las organizaciones que utilizan la inteligencia artificial aumentan sus beneficios anuales un 80% más rápido.<sup>65</sup>

En conclusión, cabe mencionar a Sakishi Toyoda, uno de los fundadores de Toyota. Creía que no había límites para la mejora de la producción e independientemente del estado de la empresa en el mercado y su competitividad era necesario avanzar constantemente, mejorando todos los procesos de producción. También según su opinión, al margen de los resultados, a pesar de las innovaciones y las dinámicas, lo más importante no cambia: en los sistemas de producción, lo primero es la persona.

<sup>64</sup> Miller, C., Batty, A., (2020). Predictive analytics & artificial intelligence streaming forecast. *MHI Annual Industry Report*, (pp. 11-12). Charlotte, North Carolina: MHI.org.

<sup>65</sup> Shikhman, I., (2021). Inteligencia Artificial. Ciencia. *YouTube Canal, A pogovorit*. Recuperado el 8 de junio de 2021 de: [https://www.youtube.com/watch?v=qAFzK\\_aTTaw&t=1981s&ab\\_channel=%D0%90%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D1%8C%3F](https://www.youtube.com/watch?v=qAFzK_aTTaw&t=1981s&ab_channel=%D0%90%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D1%8C%3F)



## Referencias

- Ankin, B., y Rodkina, T., (2013). Fines, normas principales y objetivos. En B. A. Ankin, Logística. *Teoría y práctica. Fundamentos de logística*. (pp. 25-27). Moscú: Prospect.
- Mirotin, L., (2002). Trabajo en curso. En M.P. Ulitskii. *Logística para el empresario. Manual de formación*. (pp. 195). Moscú: INFRA-M.
- Antipenko, V., Babich, N., (2021). Optimizing inventory levels is a logistics challenge. *American Scientific Journal*, 47, 41-50.
- Kirkman, M., (1888). The handling of railway supplies. Their purchase and disposition 1888. (pp. 3-209). Chicago: C.N. Trivess.
- Wilson, R., (1934) A scientific routint for stoc control, *Harward business review*, 1, 116-128.
- Alesinskaya, T., (2013). Gestión de inventarios. En G. V. Gorelova, *Tutorial de resolución de problemas. Curso de métodos y modelos económico-matemáticos* (pp. 128-133). Taganrog: Universidad Federal del Sur.
- Harris, E., (1955), *Economist and policy maker*, Twentieth Century, 16, p.234.
- Leontief, W., (1989), *International Input - Output Association*. *Economic Systems Research*, 1 (1), pp. 3-4.
- Cruz, D., (2021), *Evolución en los sistemas MRP y ERP*, <https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-en-los-sistemas-mrp-y-erp>
- Korsten, D., Petzl, J., (2006), *Interacción eficaz con el cliente. Integración entre cadenas logísticas*. Centro KIA, p. 116.
- Kozlovskiy, V., (2003), *Analisis ABC*. En V. Kozlovskiy. *Gestión de la producción: Manual*. p.574, Moscú: Infra-M.
- Mateo, M., (2020), *Gestión de Stocks*. Curso Máster Logística, (p. 35). Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Ryzhikov, Y., (2001). *Teoría de filas y gestión de inventario*. San Petersburgo: Piter
- Oleinik, P., (2011). MRP II, *Normas básicas de los sistemas de información de las empresas: MPS, MRP, MRP II, ERP, CSRP, ERP II.*, (pp. 43-50). República de Moldavia: Lap Lambert Academic Publishing.
- Logists.by, (2021), *Sistema MRP - planificación de necesidades de material*. Recuperado el 18 de febrero de 2021 de: <https://logists.by/logistics/logistics-tools/sistema-mrp>
- Gavrilov, D.,(2008), *Gestión de la producción basada en la estándar MRP II*. (2 ed.) San Petersburgo: Piter.



Villamizar, D., Pimiento, M., (2004), Sistemas MRP, MRP II y ERP. Recuperado el 5 de abril de 2014 de: <https://es.slideshare.net/danielvillamizarb/mrp-mrp-ii-erp-definicionconceptos>

Vernikov, G. (2018). Descripción del estándar MRPII. Online periódico Gestión empresarial Recuperado el 24 de enero de 2018 de: <https://www.cfin.ru/vernikov/mrp/mrp2.shtml?printversion>

Phillips, S.,(2016). Chapter 13 MRP: Material Requirement Planning ERP: Enterprise Resource Planning. Recuperado en 2016 de: <https://slideplayer.com/slide/10918008/>

Studme.org. DRP I y DRP II. Logística commercial. Recuperado de: [https://studme.org/1257091315030/logistika/drp\\_distribution\\_requirements\\_planning\\_drp\\_distribution\\_resource\\_planning\\_sistemy](https://studme.org/1257091315030/logistika/drp_distribution_requirements_planning_drp_distribution_resource_planning_sistemy)

Thisislogistics. (2016). Sistemas de gestión del flujo de materiales en la logística de distribución (planificación de la distribución de productos - sistema DRP). Recuperado de: <https://thisislogistics.blogspot.com/2018/04/drp.html>

O'Leary, D., (2004). Introducción. En S. B. Avrin (coord.), *Enterprise Resource Planning Systems. Systems, Life cycle, Electronic Commerce and Risk* (pp 5-10). University of Southern California: Press Syndicate of the University of Cambridge.

Piterkin, S., Oladov, N., (2006). *Justo a tiempo para Rusia. Aplicación práctica de los sistemas ERP*. Moscú: Alpina Business Books.

Cleverence.ru. Qué es el sistema ERP en palabras sencillas: desciframiento del concepto, ejemplos y clasificación del software de gestión empresarial. Recuperado el 28 de enero de 2020 de: <https://www.cleverence.ru/articles/biznes/chto-takoe-erp-sistema-prostymi-slovami-rasshifrovka-ponyatiya-primery-i-klassifikatsiya-programmy-d/>

Kuznetsova, L., (2020). Sistemas y tecnologías de la información. Moscú: Universidad Tecnológica Estatal de Moscú Stankin. Recuperado el 7 de diciembre de 2020 de: <https://studfile.net/preview/16384968/>

Zhdanov, B., (2003). ERP II: una nueva estrategia de gestión empresarial. Revista Corporate Systems. Recuperado el 24 de enero de 2018 de: <https://www.cfin.ru/management/practice/supremum2002/05.shtml>

Gartner Research ERP, (2015). Recuperado el 30 de noviembre de 2015 de <https://www.slideshare.net/gauravahluwalia58/259881368gartnerresearcherp>

Lantratov, K., (2019). Kanban en la ingeniería aeroespacial: El proyecto entrega de materiales en el momento de la producción. Revista online Almanaque Production Management. Recuperado el 1 de noviembre de 2019 de: [http://www.up-pro.ru/library/production\\_management/jit/Kanban-v-aviastroyenii.html](http://www.up-pro.ru/library/production_management/jit/Kanban-v-aviastroyenii.html)

Womack, J., Jones, D., (2003). From thinking to action: the lean leap. En J. Womack, D. Jones. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, English 2<sup>nd</sup> Edition, (pp. 99-273). Nuevo York: Free Press.

Goncharova, O., (2020). Tarjeta, tara y kanban electrónico: un enfoque sistemático sobre el ejemplo de una empresa farmacéutica. Revista online Almanaque Production Management. Recuperado el 20 de noviembre de 2020 de: [http://www.up-pro.ru/library/production\\_management/jit/kartochnyy-tarnyy-i-elektronnyy-kanban.html](http://www.up-pro.ru/library/production_management/jit/kartochnyy-tarnyy-i-elektronnyy-kanban.html)



Akers, Paul. (2019, 28, 08). Kanban FastCap Style. Recuperado de: [https://www.youtube.com/watch?v=hgyqTgrO3PU&ab\\_channel=FastCap](https://www.youtube.com/watch?v=hgyqTgrO3PU&ab_channel=FastCap)

Jurczak, M.,(2019). Kanban: how Toyota invented and perfected it. Online Periódico Trans.info. Recuperado el 28 de mayo de 2019 de: <https://trans.info/de/kanban-how-toyota-invented-and-perfected-it-136212>

Enciclopedia del Gestor de Producción,Tochno-v-srok (Just-in-time). Revista online Almanaque Production Management. Recuperado de: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/just-in-time.html>

Logists.by, (2020). Método Justo-a-Tiempo (Just-In-Time). Recuperado el 13 de julio de 2020 de: <https://logists.by/library/inventory-management/metod-tochno-v-srok-just-in-time>

Sergueyev, V., (2005). What are JIT and JIT II inventory management systems?. En V. S. Sergueyev (coord.), L. B. Belov, V.V. Dybskaya. *Corporate Logistics. 300 answers to the questions of professionals* (pp. 545-548). Moscú: Infra-M.

Toyota-forklifts.eu. Blog.(2021). Toyota Production System. Recuperado de: <https://toyota-forklifts.eu/toyota-lean-academy/toyota-production-system/>

Глава 3. Indemat.

Aguambiente.com, (2021). Quiénes somos. Recuperado de: <https://www.aguambiente.com/quienes-somos/>

LinkedIn, (2021). Aguambiente perfil. Recuperado de: <https://www.linkedin.cn/company/aguambiente-s-l/>

LinkedIn, (2021). Toro Equipment perfil. Recuperado de <https://www.linkedin.cn/company/toroequipment/>

Toroequipment.com, About us. Recuperado de: <https://toroequipment.com/about-us/>

NSF.org., (2021). About NSF. Recuperado de: <https://www.nsf.org/about-nsf>

Indemat.com, (2021). Nuestra Empresa. Recuperado de: <https://www.indemat.com/Company>

Minaeva, G., Berezetskaya, N., (2015). Soluciones estrella de los sistemas erp en logística. *International Student Research Bulletin*, 5, 646. Moscú: Universidad Estatal de Construcción de Maquinaria de Chernomyrdin.

Faey, L., Randell, R., (2002). Competencia entre comerciales. En V. Osipov (coord.), traducción de inglés V. Egorov. *Curso de Gestión Estratégica del MBA*, (pp. 149). Moscú: Alpina Publisher.

Enciclopedia del Gestor de Producción,Logística en la empresa. Revista online Almanaque Production Management. Recuperado de: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/logistika-na-predpriyatii.html>

Iccwbo.org, (2021). INCOTERMS 2020. Recuperado de: <https://iccwbo.org/resources-for-business/incoterms-rules/incoterms-2020/>

ICEX, España Exportación e Inversiones, E.P.E., M.P. (2020) Trámites tributarios/Aduaneros según destino: UE/otros. Departamento de Venta Global. *Guía de tramites y documentos de exportación (Junio 2020)*, (pp.25-59). Madrid.



WTO.org. (2021). World trade primed for strong but uneven recovery after COVID-19 pandemic shock. Recuperado el 31 de marzo de 2021 de: [https://www.wto.org/english/news\\_e/pres21\\_e/pr876\\_e.htm](https://www.wto.org/english/news_e/pres21_e/pr876_e.htm)

UNCTAD, (2020). El comienzo de otra década perdida. *Informe sobre el comercio y desarrollo en el año 2020*, (pp. 10-13). Ginebra: ONU

López, B., (2019). Sistema de almacenamiento convencional. *Ingeniería Industrial Online com*. Recuperado el 27 de agosto de 2019 de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-almacenes/sistema-de-almacenamiento-convencional/>

Kanban, (2019). *Canal YouTube Korotko y Yasno*. Recuperado el 23 de diciembre de 2019 de: [https://www.youtube.com/watch?v=JM9FNzuQLC0&ab\\_channel=%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B8%D1%8F%D1%81%D0%BD%D0%BE](https://www.youtube.com/watch?v=JM9FNzuQLC0&ab_channel=%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B8%D1%8F%D1%81%D0%BD%D0%BE)

Vector Solutions, (2020). Lean Manufacturing – Kanban. *Canal YouTube Convergence Training*. Recuperado el 23 de diciembre de 2019 de: [https://www.youtube.com/watch?v=ngeEVPG5ZHo&t=47s&ab\\_channel=ConvergenceTrainingbyVectorSolutions](https://www.youtube.com/watch?v=ngeEVPG5ZHo&t=47s&ab_channel=ConvergenceTrainingbyVectorSolutions)

Derushkin, A., (2017). ¿Qué es el enfoque ágil y por qué lo necesitan las empresas?. *Blog Agile y Scrum*. Recuperado el 11 de diciembre de 2017 de: <https://scrumtrek.ru/blog/agile-scrum/908/chtotakoe-agile-podhod-i-zachem-onuzhen-biznesu/>

ABBYY Language Services, (2012). Benchmarking: conceptos básicos y proceso de aplicación. *Revista online Corporate Management*. Recuperado el 20 de noviembre de 2012 de: [https://www.cfin.ru/management/controlling/benchmarking\\_meths.shtml](https://www.cfin.ru/management/controlling/benchmarking_meths.shtml)

Tadviser.ru, (2019). Magic Quadrant (MQ), (2019). Recuperado el 2 de enero de 2019 de: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%82\\_Gartner\\_Magic\\_Quadrant](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%82_Gartner_Magic_Quadrant)

Gartner.com, Gartner Magic Quadrant. Positioning technology players within a specific market. Recuperado de: <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/magic-quadrants-research>

Asana.com., Proyectos. Asana guide. Recuperado de: <https://asana.com/ru/product>

Trello.com. Inicio. Recuperado de: <https://trello.com/>

Dytov, K., (2020). Trello - instrucciones de uso. *Canal YouTube Life Management*. Recuperado el 31 de marzo de 2020 de: [https://www.youtube.com/watch?v=PWIYdy2OXRg&ab\\_channel=%D0%9A%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%94%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%B2](https://www.youtube.com/watch?v=PWIYdy2OXRg&ab_channel=%D0%9A%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%94%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%B2)

Konovalov, V., (2020). Sistematización empresarial. Cómo desarrollar el trabajo en Trello. *Canal YouTube VladKon-Consulting*. Recuperado el 31 de marzo de 2020 de:



[https://www.youtube.com/watch?v=erul0zRMERw&ab\\_channel=%D0%92%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2](https://www.youtube.com/watch?v=erul0zRMERw&ab_channel=%D0%92%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2)

Gento, A., Métodos multiatributo. Asignación lineal. *Métodos de Ayuda a la Decisión*, (pp. 69-72). Universidad de Valladolid: Valladolid

Kaizencenter.kz, (2020). Cómo utilizar el kanban virtual en la empresa. Canal YouTube Kaizencenter.kz. Recuperado el 6 de noviembre de 2020 de: [https://www.youtube.com/watch?v=dW4XWQXeMuY&ab\\_channel=kaizencenter.kz](https://www.youtube.com/watch?v=dW4XWQXeMuY&ab_channel=kaizencenter.kz)

Renault-Nissan Consulting. Sistemas Lean. Curso Máster Logística, (pp. 198-221), Valladolid: Universidad de Valladolid

Miller, C., Batty, A., (2020). Predictive analytics & artificial intelligence streaming forecast. *MHI Annual Industry Report*, (pp. 11-12). Charlotte, North Carolina: MHI.org.

Shikhman, I., (2021). Inteligencia Artificial. Ciencia. *Canal de YouTube A pogovorit*. Recuperado el 8 de junio de 2021 de: [https://www.youtube.com/watch?v=qAFzK\\_aTTaw&t=1981s&ab\\_channel=%D0%90%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D1%8C%3F](https://www.youtube.com/watch?v=qAFzK_aTTaw&t=1981s&ab_channel=%D0%90%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D1%8C%3F)