



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Departamento de Economía y Administración de Empresas

Área de Conocimiento: Organización de Empresas

TRABAJO FIN DE GRADO

Eficiencia y mejora en el proceso productivo de especialidades lácteas y postres procesados. Análisis técnico y económico.

Efficiency and improvement in the production process of dairy specialities and processed desserts. Technical and economic analysis.

Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Autor: Juan Navarro Iborra

Tutor: Dr. Rafael Arjona Jiménez

MÁLAGA, Mayo de 2.025

PRÓLOGO

La finalidad de este trabajo de fin de grado es analizar y optimizar el proceso productivo de una empresa dedicada a la fabricación de postres industriales situada en la provincia de Málaga. Se implementarán mejoras en tareas de mantenimiento y en los procesos y equipos industriales aumentando el rendimiento de las líneas de producción y reduciendo la intervención de los operarios y técnicos en los procesos.

En primer lugar, se llevará a cabo un análisis exhaustivo del proceso productivo actual de la empresa. Este análisis permitirá identificar los puntos críticos y las áreas de mejora. A continuación, se diseñarán e implementarán una serie de mejoras en las tareas de mantenimiento. Estas mejoras incluirán la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo, la formación del personal de mantenimiento y la mejora de los procedimientos de mantenimiento.

En cuanto a los procesos y equipos industriales, se implementarán una serie de mejoras orientadas a aumentar el rendimiento y reducir la intervención de los operarios y técnicos.

Estas mejoras incluirán cambios en el diseño de los equipos, así como la implementación de sistemas automatizados y programas de control de procesos. Se espera que estas mejoras den como resultado un aumento significativo de la eficiencia, la productividad y la calidad de los productos de la empresa.

PALABRAS CLAVE:

Líneas de producción, Mantenimiento preventivo, Automatización, Termosellado, Trazabilidad, Eficiencia operativa, Reducción de mermas.

ABSTRACT

The purpose of this final degree project is to analyze and optimize the production process of a company dedicated to the manufacture of industrial desserts located in the province of Malaga. Improvements will be implemented in maintenance tasks and in industrial processes and equipment, increasing the performance of production lines and reducing the intervention of operators and technicians in the processes.

The purpose of this final degree project is to analyze and optimize the production process of a company dedicated to the manufacture of industrial desserts located in the province of Malaga. Improvements will be implemented in maintenance tasks and in the industrial processes and equipment, increasing the performance of the production lines and reducing the intervention of operators and technicians in the processes.

First, an exhaustive analysis of the company's current production process will be carried out. This analysis will identify critical points and areas for improvement. Next, a series of improvements in maintenance tasks will be designed and implemented. These improvements will include the implementation of a preventive maintenance system, training of maintenance personnel and improvement of maintenance procedures.

In terms of industrial processes and equipment, a series of improvements will be implemented aimed at increasing performance and reducing operator and technician intervention.

These improvements will include changes in equipment design, as well as the implementation of automated systems and process control programs. These improvements are expected to result in a significant increase in efficiency, productivity and quality of the company's products.

KEYWORDS:

Production lines, Preventive maintenance, Automation, Thermosealing, Traceability, Operational efficiency, Waste reduction.

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE	6
1.1 OBJETO	6
1.2 ALCANCE	6
2. INTRODUCCIÓN	7
2.1 ANTECEDENTES	9
3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	11
3.1. ENFOQUES PARA LA MEJORA DE PROCESOS	11
3.1.1 Teoría de las Restricciones (TOC)	11
3.1.2 Lean Manufacturing	11
3.1.3 Six Sigma	12
3.2. ENFOQUES PARA LA MEJORA DEL MANTENIMIENTO	12
3.2.1 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)	12
3.2.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM)	12
4. ANÁLISIS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN	13
4.1 PROCESO DE FABRICACIÓN	13
4.1.1 Termoformado	13
4.1.2 Dosificado	14
4.1.3 Termosellado	14
4.1.4 Pasteurización en envase	14
4.1.5 Empaquetado	14
4.2 SITUACIÓN ACTUAL	15
4.2.1 Zonas de Producción	15
4.2.2 Diagnóstico del sistema de mantenimiento	29
4.3 DETECCIÓN DE INEFICIENCIAS Y PROPUESTAS DE MEJORA	31
4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA	55
4.4.1 TIR, Tasa de Interés y Metodología Aplicada	55
4.4.2 Cálculo del Coste de Personal	55
4.4.3 Desarrollo de las Propuestas de Mejora	56
4.4.4 Gestión del Impacto Laboral de las Mejoras Tecnológicas	60
5. CONCLUSIÓN	61
5.1 CLASIFICACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA.	61
5.1.1 Mejoras de calidad, trazabilidad y eficiencia operativa	61
5.1.2 Mejoras a nivel de automatización y reducción de costes laborales	62
5.2 MEJORAS MÁS IMPORTANTES Y QUE MÁS REPERCUTEN ECONÓMICAMENTE.	63
5.3 RESULTADOS	64
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	70
ANEXO I	70
ANEXO II	70
ANEXO III	71
ANEXO IV	71

ÍNDICE DE INFOGRAFÍAS

Ilustración 1. posicionadores de envases ZS-LP750	32
Ilustración 2. Despaletizador automático ROTRAK	34
Ilustración 3. Sistema Anysize Systems	34
Ilustración 4. Posicionador Rotativo ROTRAK	35
Ilustración 5. Elevador de sacos por vacío de la empresa TAWI VM40	36
Ilustración 6. Detector de metales ISHIDA- IX-EN Series	38
Ilustración 7. Controladora de Peso Munich-C300011	38
Ilustración 8. impresora CIJ 1580	40
Ilustración 9. Impresora láser UV modelo ZONESUN ZS-UVC1	40
Ilustración 10. Sistema Anysize Systems	41
Ilustración 11. Ishida IX-GN + DACS-GN combo	42
Ilustración 12. EQUITEK, Tapadora de Cubetas Automática TPB – CT	44
Ilustración 13. EQUITEK, Etiquetadora para envases cilíndricos ESZ	44
Ilustración 14. Asistente de carga TAWI VaccuMove VM 40	45
Ilustración 15. SEALPAC Amax-series	47
Ilustración 16. Nevitec NAOS	47
Ilustración 17. Impresora láser UV modelo ZONESUN ZS-UVC1	49
Ilustración 18. Robopac, Superbox 6 HD Formadora automática de cajas de cartón	49
Ilustración 19. Asistente de carga TAWI VaccuMove VM 40	50
Ilustración 20. Robopac, Superbox 6 HD Formadora automática de cajas de cartón	51

Ilustración 21. Bombas de vacío y los eyectores Piab	52
Ilustración 22. Atlas Robots AGV para Palets	53
Ilustración 23. Paletizador de cajas Atlas	54
Ilustración 23. Sistemas de cintas transportadoras automáticas	54

1. OBJETO Y ALCANCE

1.1 OBJETO

El objetivo de este proyecto de fin de grado es realizar un exhaustivo análisis para detectar las ineficiencias en las diferentes líneas de producción e incorporar sus mejoras en procesos en una fábrica de postres industriales. Este proyecto se enmarca en el contexto de la creciente competitividad en el sector de la alimentación, donde es fundamental optimizar los procesos de producción para reducir costes y aumentar la eficiencia.

El análisis se centrará tanto en el flujo de materiales como en la utilización de la capacidad y se realizará mediante una combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas, incluyendo la observación directa, las entrevistas con los empleados, el análisis de datos históricos.

Las mejoras en procesos que se identifiquen se implementarán en la fábrica, con el objetivo de reducir costes, aumentar la eficiencia y mejorar la calidad y la seguridad de los productos.

1.2 ALCANCE

El alcance de este proyecto incluye el análisis de todas las actividades relacionadas con el proceso productivo de la fábrica de postres industriales, desde que los envases vacíos entran en las líneas de producción o son creados por máquinas de termoformado hasta que salen de las líneas empaquetados y encartonados, incluyendo las tareas de mantenimiento.

2. INTRODUCCIÓN

La empresa, fundada en 1978, se ha convertido en un referente en la elaboración de recetas tradicionales con ingredientes naturales a gran escala. Con sede en el parque tecnológico de la provincia de Málaga, cuenta con más de 5.000 metros cuadrados de superficie y 65 trabajadores, que se incrementan en épocas de alta producción.

Esta empresa ha sido adquirida recientemente por otra especializada en la elaboración de Postres Lácteos. Esta adquisición ha supuesto un importante impulso para la empresa, que ahora puede aprovechar la experiencia y los recursos de su nueva matriz para seguir creciendo y mejorando sus productos.

La empresa malagueña se encuentra en un momento de expansión y crecimiento, con planes para abrir nuevas líneas de producción y ampliar su mercado a otros países. Además, está comprometida con la innovación y el desarrollo de nuevos productos, siempre con el objetivo de ofrecer a sus clientes los mejores postres tradicionales elaborados con ingredientes naturales.

Entre los productos más populares se encuentran la tarta de queso, la tarta de manzana, el flan, el arroz con leche y las natillas. Todos estos postres se elaboran con ingredientes naturales de alta calidad y siguiendo las recetas tradicionales, lo que les confiere un sabor único y casero.

Es una empresa familiar que mantiene su compromiso con la calidad y la tradición. La empresa está orgullosa de su herencia y de la pasión que pone en la elaboración de sus productos.

MISIÓN

Su misión principal es elaborar productos de repostería de la más alta calidad. Para ello, combinan la tradición con la tecnología más innovadora, creando así sabores únicos que satisfacen y proporcionan bienestar a los clientes, tanto de las grandes superficies como de la hostelería. Su compromiso con la excelencia y la seguridad alimentaria es inquebrantable, garantizando así que el sabor de sus productos sea siempre el mejor.

La empresa cuenta con un equipo cualificado y experimentado, que trabaja con pasión y dedicación para crear productos de repostería de la más alta calidad. Utilizan ingredientes de primera calidad y siguen estrictos controles de calidad en todo el proceso de producción, desde la selección de las materias primas hasta el envasado y distribución de los productos.

La empresa está comprometida con la innovación y la investigación, invirtiendo constantemente en nuevas tecnologías y procesos para mejorar la calidad de sus productos y satisfacer las necesidades cambiantes de los consumidores. También están comprometidos con la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente, utilizando prácticas respetuosas con el planeta en todo su proceso de producción.

La empresa es reconocida por su excelencia en la elaboración de productos de repostería de alta calidad. Ha recibido numerosos premios y reconocimientos por su trabajo, y sus productos son apreciados por consumidores de todo el mundo. La empresa está orgullosa de su contribución a la cultura gastronómica y de su compromiso con la excelencia y la seguridad alimentaria.

VISIÓN

Su visión es ser la empresa líder en la elaboración de productos de repostería de alta calidad en España y expandirse a nivel internacional. Quieren marcar la diferencia en ser reconocidos por su excelencia en el sabor, la calidad y el servicio al cliente.

A parte de su compromiso con la hostelería de la costa del sol que aparte le sirve como escaparate a nivel internacional, piensan que todos merecen disfrutar de postres deliciosos y caseros, por eso nos esforzamos por crear productos que sean accesibles para todos.

La empresa está comprometida con la innovación y la sostenibilidad. Y la importancia de utilizar ingredientes de primera calidad y seguir prácticas respetuosas con el medio ambiente. También se tiene en cuenta la formación de los trabajadores, por eso ofrecen programas de formación a nuestros empleados de manera constante.

La empresa cuenta con una amplia gama de productos tradicionales: crema de yogurt con tocino de cielo, cuajada con tocino de cielo, flan de café, flan de huevo, flan de queso, mousse de chocolate, tocino de cielo, yogurt con fresas de huelva, tarta de chocolate blanco y galletas, natillas con galletas, tarta de chocolate con galleta, arroz con leche, crema catalana.

2.1 ANTECEDENTES

El presente trabajo de fin de grado se ha desarrollado en el marco de colaboración con una empresa del sector alimentario dedicada a la producción industrial de postres lácteos. La organización cuenta con varias líneas de producción, incorporadas progresivamente en función del crecimiento de la demanda. Como resultado, cada línea presenta diferencias significativas en antigüedad, configuración y tipo de equipos, lo que ha generado desafíos específicos en la gestión de procesos, mantenimiento y control de calidad.

Inicialmente, la empresa operaba con una única línea destinada a un solo tipo de producto. Sin embargo, el aumento sostenido en la demanda motivó la instalación de nuevas líneas, cada una diseñada para elaborar productos distintos. Esta expansión, si bien necesaria, ha generado una heterogeneidad en los equipos y

sistemas de trabajo, lo que dificulta la estandarización operativa y el mantenimiento técnico.

En este contexto, las actividades realizadas durante el periodo de prácticas se centraron en el análisis de las distintas líneas de producción, con el propósito de identificar problemas operativos y proponer mejoras orientadas a incrementar la eficiencia y asegurar la calidad del producto final. Estas tareas se llevaron a cabo en colaboración con los departamentos de calidad, producción y mantenimiento, permitiendo obtener una visión integral del proceso industrial.

El seguimiento de las actividades estuvo a cargo de la dirección general de la empresa, que definía semanalmente los objetivos de trabajo en función de los problemas detectados y las oportunidades de mejora. Se participó activamente en la elaboración de propuestas técnicas y organizativas, en línea con las necesidades actuales de la empresa, que demanda una gestión más estructurada y eficiente ante el incremento de su volumen de producción.

Como parte de la transformación interna, se implementaron mejoras en el sistema de mantenimiento, control de calidad y gestión documental, además de acciones de formación para operarios, lo que permitió reducir fallos recurrentes, recuperar equipos en desuso y estandarizar procedimientos operativos. Estas iniciativas no solo mejoraron la productividad, sino que también sentaron las bases para una gestión técnica más avanzada.

Dado el crecimiento progresivo y los nuevos retos derivados de la expansión, se ha evidenciado la necesidad de incorporar perfiles especializados en ingeniería de organización industrial, capaces de diseñar, implementar y supervisar sistemas de gestión integrados, garantizar la trazabilidad de los procesos y facilitar la mejora continua en todos los niveles de la empresa.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Para la mejora y optimización de procesos en una fábrica de postres industriales y el mantenimiento de los equipos, podemos dividir el marco teórico en 2 grandes enfoques: mejora de procesos y mejora de mantenimiento. La elección de cada uno de los enfoques más adecuados o la combinación de ellos dependerá de las características específicas de la fábrica y sus objetivos de mejora.

3.1. ENFOQUES PARA LA MEJORA DE PROCESOS

3.1.1 Teoría de las Restricciones (TOC)

Este enfoque se basa en identificar y gestionar los cuellos de botella en el proceso productivo. Un cuello de botella es cualquier recurso (máquina, operario, etc.) cuya capacidad es igual o inferior a la demanda que se le exige. Al igual que en el sistema OPT, si existe un cuello de botella, este determinará el ritmo de producción de toda la fábrica. La TOC propone una serie de pasos para gestionar los cuellos de botella y mejorar el rendimiento global del sistema:

- Identificar las restricciones: Determinar cuál es el recurso que limita la capacidad de producción.
- Explotar las restricciones: Maximizar la utilización del recurso restrictivo, asegurándose de que siempre esté trabajando en productos que generen el mayor beneficio.
- Subordinar todo lo demás a las restricciones: Ajustar el resto de las operaciones para que no sobrecarguen ni dejen inactivo al recurso restrictivo.
- Elevar las restricciones: Aumentar la capacidad del recurso restrictivo mediante inversiones, mejoras en los procesos, etc.
- Volver al paso 1: Una vez que se ha elevado una restricción, es probable que surja otra. El proceso de mejora continua debe repetirse.

(Goldratt, 1990).

3.1.2 Lean Manufacturing

Este enfoque se centra en eliminar los desperdicios (muda) en todas las etapas del proceso productivo, desde la recepción de materias primas hasta la entrega del

producto terminado. Los desperdicios pueden ser de diferentes tipos: sobreproducción, esperas, transporte innecesario, exceso de inventario, movimientos innecesarios, defectos, sobreprocesamiento, etc. Lean Manufacturing propone una serie de herramientas y técnicas para identificar y eliminar los desperdicios, como el Value Stream Mapping (VSM), el flujo continuo, el Kanban, el SMED (Single Minute Exchange of Die), etc.

(George et al., 2005; Womack & Jones, 2003).

3.1.3 Six Sigma

Este enfoque se basa en la aplicación de métodos estadísticos para reducir la variabilidad y los defectos en los procesos. Six Sigma busca alcanzar un nivel de calidad de 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO). Para ello, se utiliza una metodología estructurada llamada DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), que permite identificar las causas raíz de los problemas y aplicar soluciones efectivas.

(George et al., 2005).

3.2. ENFOQUES PARA LA MEJORA DEL MANTENIMIENTO

3.2.1 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

Esta metodología busca asegurar la funcionalidad de los equipos, identificando posibles fallas y estableciendo tareas de mantenimiento para prevenirlas.

3.2.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Esta filosofía busca involucrar a todos los empleados en el mantenimiento de los equipos, fomentando la autonomía y la responsabilidad para maximizar la eficiencia de los equipos.

Ninguno de los enfoques anteriores están bien definidos en la empresa y el rendimiento de los equipos por el paso del tiempo se está viendo mermado. La empresa se encuentra en una situación crítica, ya que ninguno de los enfoques mencionados está bien definido. Esto ha provocado que el rendimiento de los equipos se vea mermado con el paso del tiempo, lo que ha generado una serie de

problemas, entre los que se encuentran la falta de productividad y el aumento de los costes. Para solucionar esta situación, la empresa debe tomar medidas para definir mejor sus enfoques y mejorar el rendimiento de sus equipos.

(Portillo, 2018; Collado & Martínez, 2020).

4. ANÁLISIS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

En este apartado se describe el proceso de fabricación de los postres lácteos, la distribución de la planta de producción y las distintas fases que conforman la línea de envasado y empaquetado.

4.1 PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de fabricación de los postres lácteos comienza en la zona de elaboración, donde se reciben las materias primas necesarias, como leche, azúcar, almidones, estabilizantes y saborizantes. Estas materias primas son dosificadas con precisión y mezcladas en tanques con sistemas de agitación controlada para garantizar una composición homogénea en cada tipo de producto, ya sean natillas, arroz con leche, flanes, yogures o gelatinas.

Dependiendo del producto, la mezcla se somete a diferentes procesos térmicos. En el caso de los postres lácteos como natillas o arroz con leche, se realiza un tratamiento de pasteurización para eliminar microorganismos sin afectar las propiedades organolépticas del producto. Para los yogures, se lleva a cabo un proceso de fermentación mediante la inoculación de cultivos bacterianos específicos, que requieren un control preciso de la temperatura y el tiempo de incubación.

Una vez obtenida la formulación final, el producto se transfiere a las líneas de envasado, la cual se divide en varias fases:

4.1.1 Termoformado

En esta fase, se forman los envases a partir de láminas plásticas de polipropileno o PET mediante la aplicación de calor y presión en moldes específicos. Este proceso

es fundamental para garantizar la resistencia estructural y la seguridad del envase. En algunos casos, si se utilizan envases preformados esta etapa puede omitirse.

4.1.2 Dosificado

El producto líquido o semisólido se dosifica en cada envase mediante sistemas de llenado automatizados de alta precisión. Estos equipos garantizan que cada envase reciba la cantidad exacta de producto, minimizando desperdicios y asegurando uniformidad. En el caso del arroz con leche o flanes, es posible que se realicen procesos adicionales, como la adición de caramelo en la base del envase antes del llenado.

4.1.3 Termosellado

Una vez dosificado el producto, los envases se sellan herméticamente con una lámina de aluminio o plástico termosellable. Este paso es crucial para evitar contaminaciones externas y prolongar la vida útil del producto. Se aplican sistemas de control de calidad, como inspecciones por cámaras y pruebas de hermeticidad, para garantizar que el sellado sea correcto.

4.1.4 Pasteurización en envase

Algunos productos, como las natillas o el arroz con leche cuando el envase es de aluminio o barro, pueden someterse a una pasteurización secundaria una vez envasados. Este proceso, conocido como pasteurización en envase, se lleva a cabo en túneles de calor donde los envases pasan por diferentes etapas de temperatura controlada.

4.1.5 Empaquetado

Los envases individuales son organizados en bandejas o packs mediante sistemas de agrupado automático. Luego, estos packs se transportan a la zona de embalaje, donde se colocan en cajas de cartón o bandejas plásticas listas para su distribución. En esta etapa se incorporan códigos de trazabilidad, fechas de caducidad y otros datos de identificación mediante impresoras industriales.

Finalmente, los productos terminados son almacenados en cámaras de refrigeración a temperaturas controladas antes de su distribución al mercado. Todo el proceso de producción sigue estrictos estándares de calidad y seguridad alimentaria, garantizando que los productos lleguen al consumidor en óptimas condiciones.

4.2 SITUACIÓN ACTUAL

Con el objetivo de entender el funcionamiento interno de la planta y establecer una base sólida para la posterior identificación de ineficiencias y propuestas de mejora, se ha realizado un análisis exhaustivo de la distribución y operatividad actual de las distintas zonas que componen la fábrica. Este análisis se ha basado en la observación directa durante el periodo de prácticas, el estudio de documentación técnica proporcionada por la empresa y entrevistas con los responsables de producción, calidad y mantenimiento.

4.2.1 Zonas de Producción

Una de las tareas fundamentales dentro de la gestión industrial consiste en la observación y análisis sistemático de los procesos de producción. Esta actividad se inicia mediante la inspección directa de las distintas líneas de fabricación, con el objetivo de comprender el funcionamiento de la maquinaria, sus secuencias operativas y las interacciones entre los diferentes elementos del sistema productivo.

En instalaciones con múltiples líneas de producción estructuralmente similares, el estudio detallado de una de ellas permite extrapolar conocimientos aplicables al conjunto de la planta. Este enfoque facilita la identificación de ineficiencias estructurales comunes y de particularidades técnicas propias de cada línea, derivadas de su antigüedad, nivel de automatización o tipo de producto procesado.

A lo largo de este apartado se describen las 19 zonas en las que se organiza la planta, detallando las actividades específicas que se desarrollan en cada una, los equipos utilizados y las condiciones operativas actuales. Esta descripción constituye un punto de partida fundamental para evaluar el grado de eficiencia de los procesos, así como para detectar oportunidades de optimización que puedan derivar en futuras intervenciones técnicas.

El análisis incluye la identificación de puntos críticos de operación y la detección de averías recurrentes. Para ello, se realizan tomas de tiempos por ciclo de producción, registrando la duración de cada fase y componente mediante cronometraje directo. Las paradas no programadas se clasifican según su origen, naturaleza del fallo y tiempo total de inactividad asociado.

La información obtenida permite construir un modelo de criticidad de componentes, basado no solo en la frecuencia de fallo, sino en su impacto operativo. Por ejemplo, se identifican casos en los que ciertos elementos fallan habitualmente sin generar demoras significativas, mientras que otros, aunque menos propensos a fallar, provocan interrupciones prolongadas y alto coste operativo. Este enfoque permite priorizar de forma estratégica las intervenciones de mantenimiento correctivo y preventivo.

Como parte de las acciones correctivas implementadas, se desarrollaron protocolos de actuación ante fallos menores, recopilados en dossieres accesibles al personal de planta. Estos documentos estandarizan la respuesta ante incidentes simples y permiten que sean resueltos directamente por los operarios, sin requerir la intervención del personal técnico de mantenimiento. Esta medida ha contribuido a descentralizar tareas menores, reducir los tiempos de respuesta y minimizar los periodos de inactividad.

ZONA 1: ENVASES PREFORMADOS

La Zona 1 está destinada al almacenamiento y preparación de los envases preformados que posteriormente serán utilizados en distintas fases del proceso de envasado. Esta área se localiza dentro del almacén de envases, desde donde se distribuyen los distintos formatos hacia las líneas de producción mediante compuertas específicas, asegurando un flujo eficiente y ordenado del material.

En esta zona se manipulan envases de distintos materiales, como plástico, aluminio, vidrio y cerámica. Los envases se almacenan en pallets, con una configuración promedio de 50 unidades por fila y entre 10 y 20 filas apiladas por pallet,

dependiendo del tipo de envase. Esta disposición facilita tanto el control del stock como la accesibilidad para los operarios.

El proceso de suministro de envases a las líneas se realiza de forma manual. Habitualmente, trabajan entre dos y tres operarios encargados de alimentar los alineadores o cintas de producción. Cuando un pallet se agota, otro operario procede a reemplazarlo utilizando una carretilla elevadora (cervi), asegurando así la continuidad del proceso sin interrupciones.

En cuanto al equipamiento, esta zona cuenta con tres alineadores específicos para los envases de plástico, permitiendo su organización y entrada ordenada al sistema productivo. Por su parte, los envases de vidrio, cerámica y aluminio, al ser más frágiles, son colocados manualmente sobre la línea para minimizar riesgos de rotura.

Una de las principales características del trabajo en esta zona es la repetitividad de las tareas realizadas por los operarios, lo que podría ser un aspecto a considerar en futuros estudios ergonómicos o de automatización, con el objetivo de mejorar la salud laboral y la eficiencia del proceso.

ZONA 2: MATERIAS PRIMAS

La Zona 2 está destinada al almacenamiento de las materias primas sólidas necesarias para los procesos de fabricación. Se encuentra ubicada en el almacén, justo detrás de la zona de envases, y dispone de una puerta de acceso directo a un muelle de carga, facilitando así las labores de recepción y reposición de materiales.

Entre las materias primas almacenadas se incluyen estabilizantes, azúcares y otros ingredientes sólidos esenciales para las formulaciones de los productos. Estas materias primas se almacenan sobre pallets, presentadas en sacos de un peso adecuado para permitir su manipulación manual de manera segura por parte de los trabajadores.

La distribución interna de las materias primas se realiza mediante carretillas elevadoras. No existe un personal específico asignado de forma permanente a esta

zona; la gestión de los movimientos de material recae en el operario carretillero, quien se encarga de abastecer las distintas áreas de producción en los momentos puntuales del día en los que se requiere reponer o trasladar los materiales.

Actualmente, no se han detectado problemas de organización o gestión en esta zona, observándose un funcionamiento ordenado y eficiente en las tareas de almacenamiento y distribución de materias primas.

ZONA 3: ELABORACIÓN

La Zona 3 corresponde al área donde se llevan a cabo los procesos de mezcla de ingredientes sólidos y líquidos necesarios para la fabricación de los productos finales. Esta zona está situada de forma contigua a la de materias primas, permitiendo un flujo lógico y eficiente en la secuencia productiva.

Las operaciones principales en esta área consisten en el pesado y la mezcla de los ingredientes. Los productos sólidos son añadidos manualmente por los operarios a las tolvas, donde posteriormente son combinados con los productos líquidos mediante sistemas automatizados de mezcla. Las tolvas están diseñadas para asegurar una adecuada homogeneización de las formulaciones, optimizando el rendimiento de los procesos posteriores.

El método de operación en esta zona es mayoritariamente semiautomático: los operarios se encargan únicamente de la reposición de los ingredientes en las tolvas, mientras que la maquinaria realiza de forma automática el mezclado y control del proceso. Normalmente, trabajan entre una y dos personas en esta sección, centradas en la alimentación de las tolvas y en la supervisión básica del correcto funcionamiento de los equipos.

Actualmente no se han reportado incidencias ni problemas relevantes en esta zona, manteniéndose una operativa eficiente y bien organizada.

ZONA 4: ELABORACIÓN 2

La Zona 4, denominada Elaboración 2, se encuentra situada en la segunda planta de la instalación, justo por encima de la zona de Elaboración 1. Su función principal es la de servir como área de almacenamiento temporal y distribución de los productos elaborados previamente.

En esta sección, el producto acabado procedente de la mezcla es trasladado a una serie de depósitos diferenciados, cada uno destinado a una formulación específica. Desde estos depósitos, el producto es enviado a las distintas líneas de dosificación de manera automatizada, garantizando un flujo continuo y ordenado del material hacia el proceso de envasado.

La operación en esta zona es gestionada por un trabajador encargado de abrir y cerrar manualmente los conductos de distribución, dirigiendo el producto al destino correspondiente según las necesidades de producción. Esta tarea requiere coordinación constante para asegurar que cada línea de dosificación reciba el producto correcto en el momento adecuado.

La distribución mediante depósitos y conductos facilita la separación de productos, evita contaminaciones cruzadas y optimiza los tiempos de carga en las líneas de producción.

ZONA 5: HORNO

La Zona 5 está destinada al proceso de cocción, sellado y marcado de los productos cuyo envase es de barro, vidrio o aluminio. Se encuentra integrada en la zona de líneas de envasado, asegurando así un flujo de producción continuo y optimizado.

El horno utilizado en esta área es de tipo túnel y completamente automático. Los envases preformados llegan directamente desde la zona de envases, donde se les dosifica el producto en su interior antes de entrar en el horno. Una vez dentro, se lleva a cabo el horneado, el termosellado de la tapa y la serigrafía de la fecha de caducidad, todo ello de manera secuencial y automatizada, minimizando la intervención manual.

Aunque el sistema es automático, uno o dos operarios permanecen supervisando constantemente el correcto funcionamiento del proceso. Su labor consiste en controlar parámetros críticos como la temperatura de cocción, la humedad, posibles atascos en la línea, la calidad del sellado y la correcta impresión de la fecha de caducidad.

A la salida del horno, los productos ya termosellados son enviados a la zona de envasado para su posterior empaquetado y distribución. No obstante, se han detectado algunas incidencias en esta área, principalmente relacionadas con fallos en la fechadora que obligan a introducir productos para su correcto marcaje y en el termosellado de algunas unidades, que en caso de no poder corregirse deben ser desechadas, generando pérdidas de eficiencia y de producto.

ZONA 6: CUBOS

La Zona 6 está dedicada a la producción de envases en formato cubo, y se ubica justo al lado de la línea del horno, en la zona de líneas de envasado. Esta disposición facilita la logística interna y permite un flujo ágil de materiales entre procesos.

En esta área se trabajan envases en forma de cubo, destinados a productos que requieren un formato de mayor volumen. El proceso combina operaciones manuales y automáticas: los cubos son introducidos manualmente por los operarios en la línea de producción, mientras que el dosificado del contenido, el sellado y la colocación de la tapa se realizan de forma automatizada mediante maquinaria específica.

Normalmente, la operación de esta línea es supervisada y asistida por un trabajador. Sin embargo, en caso de fallos recurrentes en la tapadora, se requiere la presencia de un segundo operario para asistir en el proceso de colocación manual de tapas y garantizar el ritmo de producción establecido.

La automatización del proceso en esta zona permite mantener una alta productividad, aunque la necesidad puntual de intervención manual refleja áreas potenciales de mejora, particularmente en la fiabilidad del sistema de tapado automático.

ZONA 7: LÍNEA 4

La Línea 4 se encuentra ubicada en la zona de envasado y está destinada a la producción de productos tipo mousse, caracterizados por su elevada densidad. Debido a esta particularidad, la línea está equipada con boquillas de dosificación especiales que permiten un llenado preciso y uniforme de los envases.

En esta área, los envases llegan directamente a través de una conexión con la zona de envasado, asegurando una alimentación continua del sistema. El proceso productivo en la Línea 4 está altamente automatizado, incluyendo las fases de dosificación del mousse, termosellado del envase y serigrafiado de la fecha de caducidad.

La operación diaria de la línea es supervisada por un operario, cuya función principal es verificar el correcto funcionamiento de los sistemas automáticos, controlando especialmente la calidad del sellado y la impresión de las fechas.

No obstante, debido a las características particulares del mousse, se producen fallos recurrentes en el termosellado, lo que genera paradas constantes de la línea para realizar ajustes y evitar defectos de producción. Esta incidencia afecta la eficiencia general del proceso, constituyendo un área de mejora potencial.

ZONA 8: LÍNEA 5

La Línea 5 se sitúa junto a la Línea 4, dentro de la zona de envasado, y aunque comparte estructura operativa y personal con esta, está destinada a la producción de un producto distinto al mousse. A pesar de ello, las características técnicas del proceso y los equipos instalados son similares, adaptados a la densidad y naturaleza del producto específico que se maneja en esta línea.

El flujo de trabajo comienza con la llegada automática de los envases desde la zona de envases, pasando a continuación por las etapas de dosificación, termosellado y serigrafiado de la fecha de caducidad, todo ello mediante un sistema completamente automatizado. El control de calidad del proceso es realizado por un operario, que se

encarga de supervisar cada fase del envasado, asegurando la correcta ejecución del termosellado y la impresión precisa de la fecha.

La línea presenta una configuración y funcionamiento muy parecidos a la Línea 4, lo que permite una operación integrada y flexible entre ambas. El uso compartido de recursos humanos también favorece la eficiencia operativa, manteniendo la producción bajo control en ambas líneas simultáneamente.

ZONA 9: LÍNEA DOBLE FORMATO

La Línea de doble formato se encuentra ubicada en la zona de envasado y está dedicada a la producción de productos de textura cremosa, en formatos de 500 g y 180 g. Esta línea se caracteriza por su proceso de termoformado en línea, ya que los propios envases son moldeados a partir de un rollo de plástico alimentado automáticamente al inicio del proceso.

El flujo de trabajo en esta línea incluye las fases de termoformado del envase, dosificación del producto, etiquetado y termosellado, todo ello de manera automatizada. Además, incorpora una estación de etiquetado, que aplica las etiquetas correspondientes a cada formato de producto.

El cambio entre formatos de 500 g y 180 g implica una parada programada de la línea de aproximadamente 15 a 20 minutos, necesaria para que el equipo de mantenimiento realice los ajustes pertinentes tanto en el molde de la termoformadora como en el sistema de etiquetado.

El funcionamiento diario de esta línea es supervisado por un único operario, encargado de controlar el correcto avance del proceso y de realizar pequeñas intervenciones si fuera necesario. No obstante, se han detectado incidencias recurrentes en la estación de corte de envases, donde se producen atoramientos que provocan paradas no planificadas y afectan a la eficiencia global de la producción.

ZONA 10: LÍNEA 2 CAVIDADES

La Línea 2 Cavidades está situada en la zona de envasado y comparte un funcionamiento similar al de la Línea de doble formato, basada en la utilización de una termoformadora que moldea los envases directamente a partir de un rollo de plástico.

Esta línea destaca por su capacidad de dosificación doble: en cada envase, se dosifican de manera independiente un producto líquido y un producto sólido, lo que exige una coordinación precisa entre las estaciones de dosificación. Después del termoformado, el envase pasa por las fases de dosificación de ambos productos, termosellado, y corte, integrándose todo el proceso de forma automatizada.

Al igual que en la Línea de doble formato, el sistema requiere cambios de formato en función del tipo de producto a envasar, lo que implica paradas técnicas controladas para la adaptación de la termoformadora y los sistemas asociados.

La línea es operada por un único trabajador, quien supervisa el correcto funcionamiento del proceso, realiza controles de calidad básicos y gestiona pequeños ajustes operativos. Aunque el sistema está automatizado, la particular complejidad de dosificar productos de distinta naturaleza aumenta ligeramente las exigencias de supervisión y control.

ZONA 11: LÍNEA ALTO RENDIMIENTO

La Línea de alto rendimiento está ubicada en una zona aislada de la planta, diseñada específicamente para la elaboración y envasado de productos de textura cremosa. Esta ubicación independiente permite un control más estricto de las condiciones ambientales y una mejor gestión de los flujos de producto, minimizando riesgos de contaminación cruzada.

El proceso productivo en esta línea integra todas las etapas de fabricación, desde la preparación del producto hasta su empaquetado final. Inicialmente, se elabora el producto base, que es introducido en una termoformadora. Esta máquina forma los

envases directamente a partir de un rollo de plástico, configurando el tamaño y forma específica para las natillas.

Una vez termoformados, los envases son dosificados con el producto, termosellados y etiquetados de manera automática. La línea incorpora una etiquetadora que imprime el lote y la fecha de caducidad en los envases, lo cual es fundamental para la trazabilidad del producto. Sin embargo, se ha detectado que la etiquetadora presenta fallos frecuentes, afectando al correcto marcaje de los productos, lo que genera la necesidad de intervenciones manuales y retrabajos. Se recomienda su sustitución a corto plazo para mejorar la eficiencia y reducir paradas.

Posteriormente, los productos termosellados pasan por una empaquetadora que agrupa cuatro natillas en un envoltorio de cartón, facilitando su posterior manipulación y comercialización. Este paso añade valor al producto y permite presentaciones múltiples en el punto de venta.

En la siguiente fase, las natillas son organizadas en cajas de cartón, normalmente en agrupaciones de 12 unidades. Esta operación es realizada de forma semiautomática mediante una formadora de cajas, que también presenta deficiencias técnicas debido al desgaste, lo que genera errores de formado y requiere ajustes continuos. La sustitución de esta formadora se plantea como una necesidad para mantener la estabilidad de la línea.

Una vez llenas, las cajas son apiladas automáticamente en columnas de seis mediante una apiladora. Posteriormente, los operarios colocan manualmente las columnas apiladas en pallets, que quedan listos para su expedición o almacenamiento.

En condiciones normales, la línea es operada por tres trabajadores, que se distribuyen las tareas de supervisión de la termoformadora, control de calidad del sellado y etiquetado, operación de la empaquetadora y gestión de la paletización final. La coordinación entre los operarios es esencial para mantener la fluidez del proceso y minimizar las paradas.

A pesar del alto nivel de automatización, los fallos recurrentes en la etiquetadora y en la formadora de cajas suponen puntos críticos que afectan la eficiencia global de

la línea. Se requiere una intervención de mantenimiento correctivo y preventivo para asegurar la continuidad operativa y evitar pérdidas de producción.

ZONA 12: REFRIGERADOR RÁPIDO

La Zona 12 corresponde a un túnel de enfriado de gran capacidad, ubicado dentro de la propia área de la Línea de alto rendimiento (Zona 11). Su función principal es la de reducir rápidamente la temperatura de los productos recién envasados para garantizar su estabilidad microbiológica y prolongar su vida útil.

Una vez completado el empaquetado y paletizado de las natillas, los pallets son transportados manualmente por un operario utilizando una carretilla elevadora hacia el interior del túnel de enfriado. Allí permanecen el tiempo necesario para alcanzar la temperatura objetivo establecida por los protocolos de calidad.

Tras completar el proceso de enfriamiento, los pallets son retirados del túnel y trasladados a la cámara frigorífica de almacenamiento para su conservación antes de la expedición.

ZONA 13: EMPAQUETADO

La Zona 13 está destinada exclusivamente al empaquetado de los productos procedentes de la zona de envasado. Se encuentra conectada directamente mediante cintas transportadoras que trasladan los productos a través de cavidades diseñadas específicamente para asegurar un flujo continuo y ordenado entre áreas.

Cada línea de producción dispone de su propia estación de empaquetado, equipada con formadoras de cajas, etiquetadoras y fechadoras automáticas. La configuración de la maquinaria permite realizar de manera automatizada la formación de cajas, el llenado de estas con los productos, la impresión de lotes y fechas de caducidad, así como el etiquetado para su posterior expedición.

Aunque la línea está diseñada para funcionar de forma totalmente automática, normalmente se requiere la presencia de uno o dos operarios por estación para

supervisar el proceso, realizar reposiciones de material (como cajas o etiquetas) y corregir eventuales incidencias.

Entre los problemas detectados destacan las averías en los formadores de cajas, que ocasionan errores en la correcta conformación de los embalajes, y fallos en el mecanismo de succión mediante aire comprimido, encargado de introducir los envases dosificados dentro de las cajas. Estas incidencias provocan paradas no planificadas y afectan a la eficiencia global de la línea, por lo que se consideran áreas prioritarias de mejora.

ZONA 14: CÁMARA FRIGORÍFICA

La Zona 14 corresponde a la cámara frigorífica de la planta, destinada a la conservación de los productos ya paletizados procedentes de la zona de empaquetado. Esta cámara se encuentra situada justo tras una puerta elevadiza que conecta directamente con el área de empaquetado, lo que facilita el flujo interno de materiales de manera rápida y eficiente.

Los productos, previamente paletizados y envueltos, son introducidos en una cámara intermedia donde la temperatura es moderadamente inferior a la temperatura ambiente, actuando como un área de transición térmica para evitar choques bruscos de frío. Posteriormente, un operario, utilizando una carretilla elevadora, traslada los pallets desde esta cámara intermedia hacia el interior de la cámara frigorífica principal, ubicándolos en los lugares designados para su almacenamiento.

La cámara frigorífica está diseñada para mantener unas condiciones de baja temperatura adecuadas para preservar la calidad de los productos almacenados hasta su expedición. También cuenta con un muelle de carga integrado, desde donde se gestionan las salidas de los productos hacia los camiones de distribución.

Normalmente, un único operario es el responsable de la organización interna de los pallets dentro de la cámara, así como de la preparación de los lotes para su carga.

ZONA 15: MUELLE DE CARGA

La Zona 15 corresponde al muelle de carga, situado estratégicamente junto a la cámara frigorífica. Esta área está destinada a la expedición de los productos terminados, almacenados previamente en frío, hacia los vehículos de transporte.

El proceso operativo es sencillo y directo: el operario encargado de la cámara frigorífica se ocupa también de trasladar, mediante carretilla elevadora, los pallets desde la zona de almacenamiento hasta el interior de los camiones. Desde el muelle, los productos son cargados siguiendo los protocolos establecidos para asegurar la trazabilidad, el mantenimiento de la cadena de frío y la correcta distribución de las cargas.

ZONA 16: OFICINAS TÉCNICAS

La Zona 16 corresponde a las oficinas técnicas de la planta, situadas en un área separada de las zonas de producción mediante un pasillo, lo que permite aislar las actividades administrativas de los procesos industriales.

En esta zona se ubican tres despachos diferenciados, que albergan a los responsables de los departamentos de calidad, producción y mantenimiento. Desde estas oficinas se coordinan y supervisan las operaciones de la planta, se gestionan los controles de calidad, se planifican las órdenes de producción y se programan las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

El diseño de esta área permite una comunicación ágil entre los distintos departamentos técnicos y facilita la toma de decisiones rápida y eficiente para el soporte de las operaciones productivas.

ZONA 17: LABORATORIOS

La Zona 17 corresponde al área de laboratorios de la planta, situada en la planta superior, separada del resto de las zonas productivas para garantizar un entorno controlado y adecuado para la realización de análisis.

En esta zona, los encargados del departamento de calidad llevan a cabo pruebas fisicoquímicas y organolépticas de los productos, tanto en sus fases intermedias como en el producto terminado. Los análisis realizados permiten verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos, asegurando la conformidad del producto final antes de su expedición.

El laboratorio juega un papel esencial en el control de calidad de la producción, proporcionando datos críticos para la toma de decisiones y la mejora continua de los procesos.

ZONA 18: CATA

La Zona 18 está destinada a la realización de catas de producto y se encuentra diseñada para evaluar de manera sistemática las características organolépticas de las elaboraciones realizadas en la planta.

En esta área, el equipo de calidad, junto con miembros de gerencia y algunos trabajadores seleccionados, lleva a cabo sesiones de degustación donde se analizan aspectos como el sabor, la textura, el aroma y la apariencia de los productos. Estas evaluaciones permiten validar la calidad sensorial de los productos terminados y asegurar su estandarización antes de la comercialización.

La información obtenida en las catas es utilizada para detectar posibles desviaciones y realizar ajustes en los procesos de producción si fuera necesario, contribuyendo a mantener altos niveles de satisfacción del cliente.

ZONA 19: TALLER

En esta zona se llevan a cabo tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y los equipos utilizados en la planta de producción. El taller está equipado con herramientas especializadas y cuenta con un equipo técnico altamente capacitado para la reparación, ajuste y optimización de los sistemas mecánicos, eléctricos y neumáticos de la fábrica.

Las labores incluyen la inspección periódica de los equipos para prevenir fallos, la sustitución de piezas desgastadas, la calibración de sensores y actuadores, así como la reparación inmediata en caso de averías imprevistas que puedan afectar la continuidad operativa. También se realizan mejoras en la maquinaria para aumentar su eficiencia y prolongar su vida útil, implementando soluciones innovadoras y adaptaciones según las necesidades de producción.

El taller dispone de áreas diferenciadas para el mantenimiento de componentes eléctricos, neumáticos, hidráulicos y mecánicos, asegurando un entorno de trabajo seguro y eficiente. Además, se mantiene un inventario de repuestos críticos para reducir los tiempos de inactividad en caso de fallos inesperados.

4.2.2 Diagnóstico del sistema de mantenimiento

El análisis de la gestión del mantenimiento en la planta reveló deficiencias tanto a nivel técnico como organizativo. El sistema se basaba exclusivamente en intervenciones correctivas, sin un plan de mantenimiento preventivo o predictivo que permitiera anticiparse a los fallos. La ausencia de protocolos de actuación estandarizados generaba una elevada dependencia de la experiencia del personal técnico y provocaba una constante improvisación ante incidencias operativas, con el consiguiente aumento de los tiempos de respuesta.

Uno de los problemas organizativos más significativos era la falta total de registros sobre el estado de los equipos, los fallos ocurridos y las intervenciones realizadas. Esta carencia impedía detectar patrones de avería y dificultaba cualquier intento de planificación estratégica. Además, se identificó una gestión deficiente del personal técnico, caracterizada por la centralización de decisiones en el responsable de mantenimiento, sin una distribución eficaz de tareas ni una delegación adecuada.

Desde el punto de vista técnico, se observó que parte de la maquinaria presentaba una alta tasa de fallos debido a su antigüedad. Un caso destacado fue el de una etiquetadora, cuya operación se interrumpió casi a diario. Ante la falta de diagnóstico técnico documentado, se optó por su desactivación, asignando un

operario para ejecutar la tarea manualmente. Esta medida provisional aumentó los costes laborales y redujo la eficiencia global del proceso productivo.

La detección de estos problemas se llevó a cabo mediante observación directa en planta, entrevistas estructuradas con operarios y técnicos, y mediante la recopilación manual de datos a través de cronometría y hojas de registro. En ausencia de un sistema digital o de historiales técnicos, se diseñaron e implementaron formatos de registro físico, organizados en dossiers técnicos por línea de producción, que recogían de forma estandarizada:

- Fecha y hora del fallo
- Componente afectado
- Causa probable
- Tiempo de parada total
- Tipo de mantenimiento requerido
- Personal interviniente

Estos dossiers fueron diseñados bajo criterios de simplicidad, accesibilidad y aplicabilidad inmediata, teniendo en cuenta el nivel de familiaridad del personal con herramientas digitales. Su implementación permitió establecer las primeras bases documentadas para la gestión técnica de fallos y mantenimientos.

Además, se propuso un sistema de priorización por niveles de criticidad, que clasificaba los componentes no solo por su frecuencia de fallo, sino por el impacto operativo que producían. Por ejemplo, se determinó que las cuchillas de corte de una termoformadora, aunque fallaban esporádicamente, generaban paradas de hasta 25 minutos por evento, mientras que algunos sensores provocan múltiples fallos semanales con interrupciones de solo 1-2 minutos. Esta clasificación facilita una gestión técnica más eficiente y focalizada, optimizando el uso de recursos.

Otra línea de mejora fue la elaboración de dossiers de formación para operarios, orientados a resolver fallos menores de forma autónoma (p. ej., sustitución de sensores, ajuste de bandas, reinicio de interfaces de control). Esto permitió reducir la dependencia del personal de mantenimiento para intervenciones básicas y disminuir el tiempo medio de resolución de incidencias menores.

Las propuestas desarrolladas fueron validadas en conjunto con la dirección de la empresa, y contaron con la participación activa de operarios y técnicos de planta. La fundamentación técnica se basó en la experiencia operativa observada, la formación académica en ingeniería y el análisis sistemático de los datos recogidos. Como resultado, se establecieron las bases de un sistema de mantenimiento preventivo y gestión técnica estructurada, con beneficios directos en la eficiencia, la continuidad productiva y la trazabilidad operativa.

4.3 DETECCIÓN DE INEFICIENCIAS Y PROPUESTAS DE MEJORA

Tras un largo periodo de prácticas en la compañía, he podido identificar diversas áreas susceptibles de mejora que permitirían optimizar el rendimiento global de la producción. Este análisis ha sido posible gracias a una observación continua del entorno de trabajo, la participación activa en los procesos operativos y la colaboración estrecha con los responsables de los departamentos de calidad, producción y mantenimiento. La experiencia práctica me ha permitido adquirir una visión integral de la planta, detectar puntos críticos y evaluar el impacto de ciertas ineficiencias en la eficiencia operativa y en la calidad del producto final.

Este apartado recoge de forma estructurada las principales ineficiencias detectadas en las distintas zonas de la planta, así como una serie de propuestas de mejora orientadas a reducir tiempos improductivos, minimizar el desperdicio de recursos y aumentar la fiabilidad del proceso productivo. Las soluciones planteadas están fundamentadas tanto en el conocimiento adquirido durante las prácticas como en las sugerencias aportadas por el personal técnico, con el objetivo de contribuir a una producción más eficiente, sostenible y alineada con los estándares de calidad establecidos por la empresa.

Zona 1: Envases Preformados

Ineficiencias detectadas:

En la zona de envases preformados, una de las principales ineficiencias observadas es el trabajo manual repetitivo que deben realizar los operarios. Dependiendo del tipo de envase (vidrio, cerámica o plástico), los trabajadores deben descargar manualmente los pallets. En el caso de los envases de vidrio o cerámica, la manipulación requiere especial cuidado para evitar roturas, mientras que los envases de plástico se introducen en posicionadores automáticos similares al modelo ZS-LP750.

La zona dispone de tres posicionadores de envases para plásticos y tres cintas transportadoras destinadas a la alimentación manual de envases frágiles. Además, los operarios deben estar constantemente atentos a posibles atascos en las cintas de alimentación provenientes de los posicionadores, lo que añade una carga de vigilancia adicional y potenciales paradas no planificadas en la línea de producción.



Ilustración 1. posicionadores de envases ZS-LP750

Fuente: zonesun.com

Propuesta de mejora:

Para mejorar la eficiencia y ergonomía de la zona de envases preformados, se propone la instalación de un sistema de automatización completa, diferenciando el tratamiento de los envases frágiles (vidrio, cerámica, aluminio) y los envases de plástico.

Para el manejo de envases frágiles, se recomienda la implantación de un despaletizador automático especializado para envases delicados, como los desarrollados por Traktech. Este equipo permitiría la descarga controlada de los envases desde pallets mediante sistemas de sujeción adaptados, minimizando el riesgo de rotura y eliminando la manipulación manual por parte de los operarios.

Para el manejo de envases de plástico, se propone la instalación de un Posicionador Rotativo ROTRAK, también de Traktech, diseñado específicamente para la orientación y alimentación automática de envases preformados a las líneas de producción. Este sistema ofrece alta velocidad de trabajo y permite un ajuste rápido entre distintos formatos, mejorando la flexibilidad de la línea.

Adicionalmente, se plantea la incorporación de cintas transportadoras de salida equipadas con guías laterales automáticas, sistema Anysize Systems, que ajustarán de forma motorizada su ancho según el formato de envase procesado. Esta tecnología facilita el cambio de formato sin intervención manual, reduciendo los tiempos de parada y mejorando la eficiencia operativa.

Esta solución permitiría:

- Reducir significativamente la carga de trabajo manual y el riesgo de lesiones ergonómicas.
- Minimizar la manipulación de envases frágiles, reduciendo las tasas de rotura.
- Eliminar atascos en la alimentación, mejorando la continuidad del flujo productivo.

Liberar al operario para tareas de supervisión y control de calidad en lugar de carga manual.

- Liberar a los operarios de mantenimiento de las tareas de ajuste de las bandas de las cintas.

- Eliminar los envases desechados en el suelo posicionador avanzado.

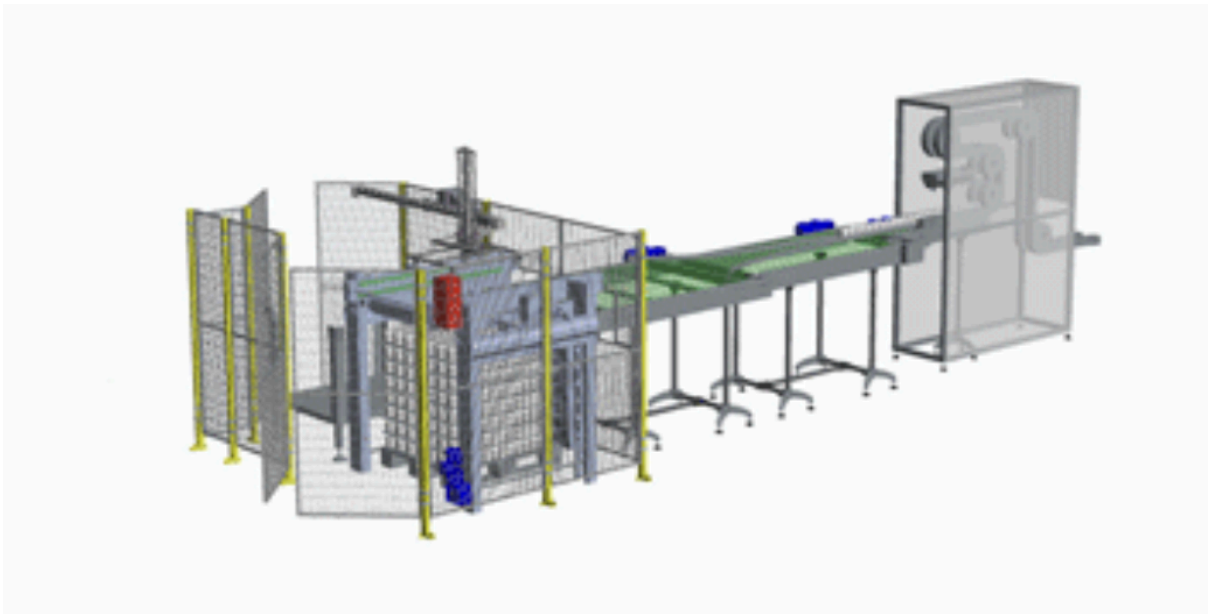


Ilustración 2. Despaletizador automático ROTRAK

Fuente: traktechsl.com

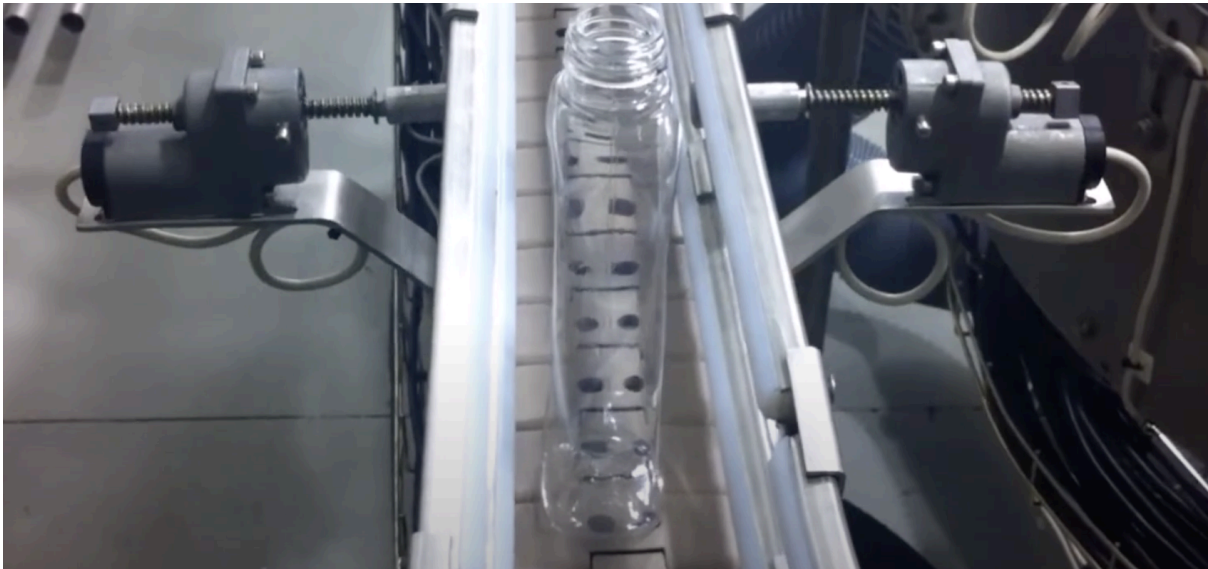


Ilustración 3. Sistema Anysize Systems

Fuente: amtcOLORADO.com



Ilustración 4. Posicionador Rotativo ROTRAK

Fuente: traktechsl.com

ZONA 2: MATERIAS PRIMAS

Ineficiencias detectadas:

En la zona de materias primas, la principal ineficiencia observada se relaciona con la manipulación manual de los sacos. Durante la despaletización de las materias primas sólidas, los operarios deben levantar y transportar los sacos manualmente para realizar la preparación de las mezclas, lo que implica un esfuerzo físico considerable. Esta actividad repetitiva ralentiza el flujo de trabajo y eleva el riesgo de lesiones musculoesqueléticas por sobreesfuerzo.

Adicionalmente, debido al elevado esfuerzo físico requerido, no suele asignarse a mujeres ni a trabajadores de mayor edad en esta zona, lo que limita la rotación de personal entre diferentes puestos de trabajo y reduce la flexibilidad organizativa de la planta.

Propuesta de mejora:

Se propone la incorporación de ayudas mecánicas de manipulación, como un elevador de sacos por vacío de la empresa TAWI VM40. Estas soluciones permitirían:

- Reducir el esfuerzo físico de los trabajadores, mejorando la ergonomía del puesto de trabajo.
- Aumentar la velocidad en la carga de materias primas, optimizando los tiempos de preparación.
- Disminuir el riesgo de accidentes laborales y de bajas por lesiones.
- Mejorar la productividad general de la zona y la satisfacción de los operarios.



Ilustración 5. Elevador de sacos por vacío de la empresa TAWI VM40

Fuente: Tawi.com

ZONA 5: HORNO

Ineficiencias detectadas:

En la zona del horno, se han identificado diversas ineficiencias que afectan tanto al rendimiento productivo como a la calidad final del producto.

Uno de los problemas más relevantes es la frecuencia de fallos en el termosellado, los cuales ocurren varias veces por turno. Estos fallos se deben principalmente a una mala calibración del sistema de termosellado y a la desalineación de los envases al entrar en la zona de sellado. Como consecuencia, algunos productos deben ser reintroducidos manualmente para repetir el termosellado, mientras que otros deben ser desechados debido al aplastamiento del envase, generando pérdidas económicas por mermas.

En cuanto a la fechadora, al tratarse de un sistema de impresión por tinta similar a la **impresora CIJ 1580**, se producen manchas en los productos y, en ocasiones, la impresión del lote resulta ilegible. La pistola de tinta es especialmente sensible a vibraciones y movimientos, lo que facilita su descalibración. Aunque los fallos de la fechadora no son tan frecuentes (aproximadamente uno o dos por semana) y suelen repararse rápidamente, afectan a la presentación final del producto y requieren atención constante. Además, se ha constatado que los fallos mecánicos son consecuencia tanto del desgaste natural como de una insuficiencia en las tareas de mantenimiento preventivo, lo que agrava la aparición de incidencias.

Cabe destacar que, debido a la criticidad del termosellado (no puede salir ningún producto de la fábrica sin su correcto sellado), los operarios deben estar permanentemente atentos a los puntos críticos de la línea, combinando esta vigilancia con las tareas de control de calidad rutinarias.

Actualmente, la línea de horno cuenta con dos sistemas independientes: una máquina de detección de metales similar al modelo ISHIDA- IX-EN Series y un controlador de peso similar a la Controladora de Peso Munich-C300011. Ambos equipos son críticos para garantizar la calidad y la seguridad del producto final, asegurando que los productos estén libres de contaminantes metálicos y cumplan con los rangos de peso especificados.



Ilustración 6. Detector de metales ISHIDA- IX-EN Series

Fuente: Ishida.com



Ilustración 7. Controladora de Peso Munich-C300011

Fuente: onpack.es

No obstante, se ha observado que, debido al desgaste natural de la maquinaria y a la falta de integración entre ambos sistemas, se producen fallos ocasionales que afectan la fiabilidad del control de calidad. Estos fallos pueden derivar en la necesidad de realizar ajustes frecuentes, incrementando los tiempos de parada y elevando los costes de mantenimiento. Además, la existencia de dos equipos separados alarga innecesariamente la línea de producción, incrementando el espacio requerido y complicando la operativa diaria.

Propuesta de mejora:

Para optimizar el rendimiento de la zona del horno, se proponen las siguientes acciones:

- Revisión y recalibración periódica del sistema de termosellado para asegurar la correcta alineación y presión de sellado.
- Se propone la sustitución de la impresora actual CIJ 1580 de la empresa Videojet por un sistema de marcado más estable y resistente a vibraciones, específicamente mediante una impresora láser UV modelo ZONESUN ZS-UVC1. Este tipo de tecnología láser ofrece una impresión de alta definición, permanente, sin contacto y menos propensa a descalibraciones o manchas, mejorando la fiabilidad del marcado de lotes y fechas de caducidad, y reduciendo significativamente los costes asociados al consumo de tinta y mantenimiento.



Ilustración 8. impresora CIJ 1580

Fuente: Videojet.es



Ilustración 9. Impresora láser UV modelo ZONESUN ZS-UVC1

Fuente: Zonesuntech.com

- Implantación de un plan de mantenimiento preventivo riguroso, incluyendo inspecciones programadas de los sistemas de termosellado y serigrafía para detectar y corregir desajustes antes de que provoquen fallos.
- Mejoras en los sistemas de guiado de envases antes del termosellado para asegurar una entrada perfectamente alineada al horno, minimizando así aplastamientos y defectos de sellado, incluyendo cintas transportadoras equipadas con ajuste automático de bandas al tamaño de cada tipo de envase de la marca Traktech.

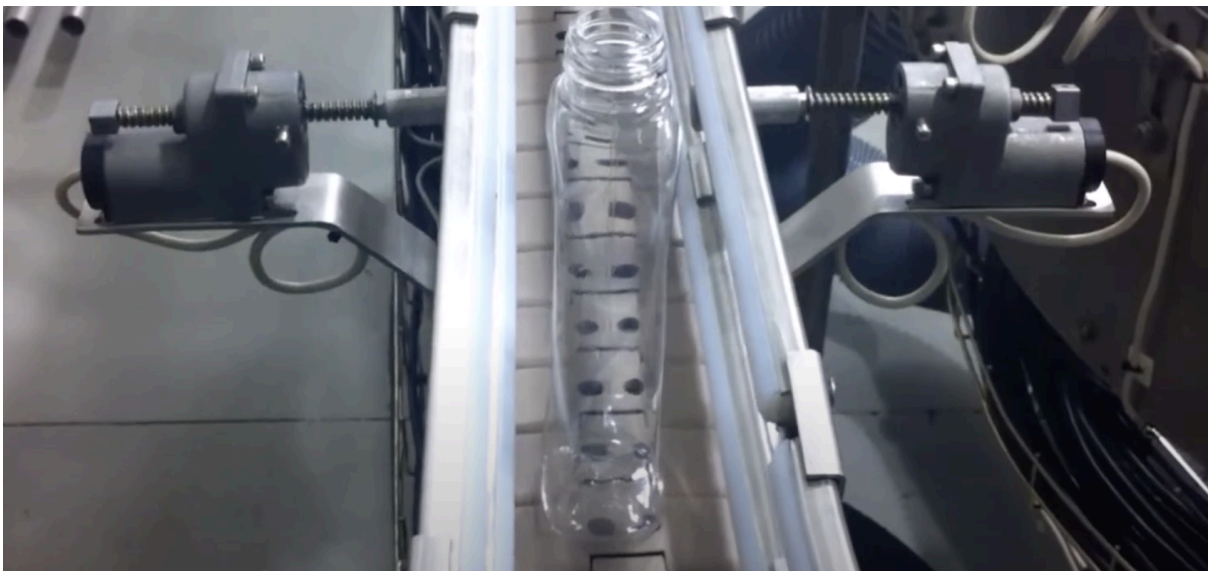


Ilustración 10. Sistema Anysize Systems

Fuente: amtcOLORADO.com

- Formación específica para los operarios en identificación temprana de fallos en termosellado y fechado, para actuar con rapidez y minimizar tiempos de parada.

- Se propone la sustitución de ambos sistemas actuales por un único equipo integrado, mediante la instalación de la máquina Ishida IX-GN + DACS-GN combo control de peso y visión para envases de yogur que combina en un solo dispositivo las funciones de control de peso y detección de contaminantes mediante rayos X. Esta solución permitiría reducir el espacio ocupado en la línea al consolidar dos procesos en un único equipo, además de simplificar las tareas de mantenimiento al gestionar un solo sistema en lugar de dos, mejorando así la eficiencia operativa y optimizando la gestión de recursos.



Ilustración 11. Ishida IX-GN + DACS-GN combo

Fuente: Ishida.com

ZONA 6: CUBOS

En la línea de cubos, se han identificado diversas ineficiencias que afectan directamente al flujo de trabajo y a la necesidad de personal adicional. El principal problema reside en la tapadora automática, un equipo de tecnología antigua que funciona mediante sistema de succión por aire comprimido para recoger y colocar las tapas en los envases de 2 kg tras el termosellado del producto. Debido al desgaste acumulado y a la antigüedad de la máquina, la tapadora se desajusta con facilidad, provocando frecuentes fallos en la colocación de las tapas. Como consecuencia, los operarios deben realizar la colocación de las tapaderas de forma manual, lo que ralentiza el proceso y eleva la carga de trabajo.

Adicionalmente, la etiquetadora automática también presenta fallos recurrentes relacionados con su desgaste, obligando a los trabajadores a realizar el etiquetado de los cubos manualmente. Esta situación contradice la concepción original de la línea, que fue diseñada para ser completamente automatizada, incrementando la necesidad de entre dos y tres operarios para mantener la producción activa, cuando idealmente bastaría con un solo operario en condiciones de funcionamiento óptimas.

Por otro lado, una vez que los cubos son termosellados, tapados y etiquetados, los operarios deben ser paletizados manualmente, lo que, aunque no supone una carga elevada por unidad, genera una tarea repetitiva que puede ocasionar fatiga muscular a medio largo plazo.

Propuesta de mejora:

Se propone una renovación completa de la tapadora automática, sustituyéndola por un modelo moderno y de alta fiabilidad que incorpore sistemas de sujeción y colocación de tapas más robustos de la marca EQUITEK, Tapadora de Cubetas Automática TPB – CT, minimizando las incidencias por desajustes. Igualmente, se recomienda reemplazar la etiquetadora actual por un sistema más nuevo como el de la marca EQUITEK, Etiquetadora para envases cilíndricos ESZ, con mayor precisión de aplicación y mejor tolerancia al desgaste.



Ilustración 12. EQUITEK, Tapadora de Cubetas Automática TPB – CT

Fuente: Equitek.com



Ilustración 13. EQUITEK, Etiquetadora para envases cilíndricos ESZ

Fuente: Equitek.com

Adicionalmente, para mejorar la ergonomía y eficiencia en la fase de paletización, se sugiere la instalación de un asistente de carga TAWI VaccuMove VM 40. Estas soluciones permitirían:

- Reducir el número de operarios necesarios en la línea a solo uno, como estaba previsto originalmente.
- Mejorar la ergonomía del puesto, evitando la repetitividad y reduciendo el riesgo de lesiones musculoesqueléticas.
- Aumentar la eficiencia global del proceso, disminuyendo tiempos improductivos y pérdidas de calidad asociadas a manipulaciones manuales.



Ilustración 14. Asistente de carga TAWI VaccuMove VM 40

Fuente: Tawi.com

ZONA 7: LÍNEA 4

Ineficiencias detectadas:

La Línea 4 presenta un grado alto de automatización en sus procesos de dosificación, termosellado y serigrafiado. Sin embargo, uno de los principales problemas operativos detectados está relacionado con la naturaleza del producto que se manipula: mousse de elevada densidad. Esta característica, junto con la configuración de las boquillas de dosificación y el sellado térmico, provoca fallos frecuentes en la estación de termosellado.

Estos errores se traducen en paradas constantes de la línea para realizar ajustes, ya sea en los parámetros de presión y temperatura del sellado, como en el alineamiento de los envases. Este tipo de incidencia tiene un impacto directo en la eficiencia global del proceso, al generar interrupciones no planificadas, pérdida de productividad y, en ocasiones, mermas por termosellado defectuoso que no puede corregirse.

Propuesta de mejora:

Con el objetivo de reducir las incidencias y mejorar la continuidad operativa de la Línea 4, se propone una solución centrada en tres ejes:

Optimización del sistema de termosellado:

Se recomienda la instalación de un nuevo sistema de termosellado con ajuste automático de presión y temperatura según la densidad del producto, con control de parámetros en tiempo real mediante sensores de calidad de la marca SEALPAC Amax-series. Este incluyen módulos adaptativos que ajustan el ciclo de sellado en función de la resistencia del producto, mejorando la precisión del sellado en productos.



Ilustración 15. SEALPAC Amax-series

Fuente: Sealpacinternational.com

Integración de un sistema de visión artificial:

Incorporar una cámara con sistema de visión artificial permitiría detectar defectos de termosellado o sellos incompletos de manera automática con el sistema Nevitec NAOS. Esto reduciría la intervención del operario y permitiría retirar los productos defectuosos sin detener la línea, lo que optimiza el flujo productivo.

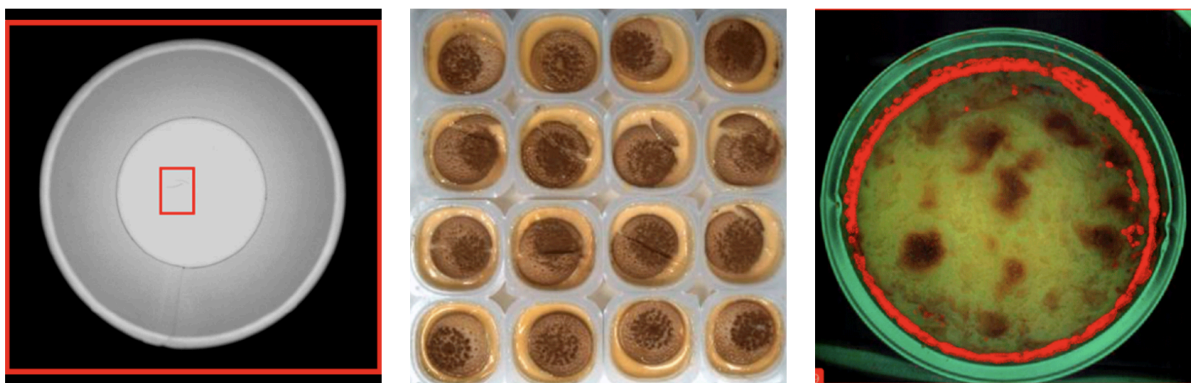


Ilustración 16. Nevitec NAOS

Fuente: Nevitecvision.com

Actualización del mantenimiento preventivo y formación específica:

Es imprescindible establecer un programa de mantenimiento preventivo específico para la estación de termosellado, con revisiones periódicas de los componentes críticos (resistencias, sensores de presión, mordazas, etc.). Además, se recomienda impartir formación técnica a los operarios sobre detección temprana de defectos relacionados con la densidad del mousse y su interacción con los parámetros de sellado.

Beneficios esperados:

- Reducción significativa de las paradas de línea por fallos en termosellado.
- Mejora en la calidad del producto final y disminución de las mermas.
- Disminución de la carga de trabajo del operario al automatizar la inspección.
- Mayor estabilidad en la producción y reducción de los costes operativos indirectos asociados a interrupciones no planificadas.

ZONA 11: LÍNEA DE ALTO RENDIMIENTO

En esta línea, se han identificado varias ineficiencias que afectan negativamente la productividad y fiabilidad del proceso. En primer lugar, la fechadora actual presenta fallos frecuentes en el marcaje del lote y la fecha de caducidad, lo que genera retrabajos y compromete la trazabilidad del producto; se propone sustituirla por un sistema moderno impresora láser UV modelo ZONESUN ZS-UVC1, integrado con un sistema de visión artificial que verifique la correcta impresión en línea. Además, la formadora de cajas semiautomática muestra un desgaste evidente que provoca errores de formado y necesidad de ajustes constantes, recomendándole su reemplazo por una formadora automática de Robopac, Superbox 6 HD Formadora automática de cajas de cartón que garantiza mayor fiabilidad y autonomía operativa.



Ilustración 17. Impresora láser UV modelo ZONESUN ZS-UVC1

Fuente: zonesun.com



Ilustración 18. Robopac, Superbox 6 HD Formadora automática de cajas de cartón

Fuente: Robopac.com

También se detecta que el paletizado se realiza de forma manual, lo cual no sólo ralentiza el proceso, sino que supone una carga física importante para los operarios, por lo que se sugiere la implantación de un asistente de carga TAWI que permiten una integración flexible con patrones de paletizado personalizables.



Ilustración 19. Asistente de carga TAWI VaccuMove VM 40

Fuente: Tawi.com

Finalmente, se observa una falta de centralización en la supervisión de línea, lo cual genera respuestas lentas ante incidencias; se plantea integrar un sistema SCADA que unifique el control de todos los equipos y proporcione datos en tiempo real, permitiendo una supervisión eficiente y una toma de decisiones más ágil.

ZONA 13: EMPAQUETADO

En la Zona 13, destinada al empaquetado final, se han identificado varias ineficiencias que impactan directamente en la eficiencia operativa y la continuidad del flujo de trabajo. Las formadoras de cajas presentan averías recurrentes, principalmente relacionadas con desajustes en los sistemas de plegado y alimentación de cartón, lo que provoca errores en la conformación de los embalajes y genera atascos en la línea. Asimismo, se han detectado fallos en los sistemas de succión por aire comprimido encargados de introducir los productos en las cajas, lo que obliga a paradas frecuentes para ajustes manuales, ralentizando el proceso y requiriendo intervención constante del operario.

Como propuesta de mejora, se plantea la sustitución de las formadoras actuales por modelos de alta fiabilidad con sistemas de autodiagnóstico y cambio automático de formato, formadora automática de Robopac.



Ilustración 20. Robopac, Superbox 6 HD Formadora automática de cajas de cartón

Fuente: Robopac.com

Para el sistema de succión, se recomienda la integración de soluciones de agarre basadas en vacío inteligente con control de flujo adaptativo, como los desarrollados por Piab, el cambio para las 4 líneas, que permiten una mayor precisión y adaptabilidad a distintos tipos de envases.



Ilustración 21. Bombas de vacío y los eyectores Piab

Fuente: piab.com

Además, se sugiere implementar un sistema de visión artificial en las estaciones de empaquetado que verifique la correcta formación de cajas y el posicionamiento del producto antes del cerrado, con lo que se reducirían significativamente los errores no detectados. Finalmente, la automatización de la reposición de material mediante carros 2 Atlas Robots AGV para Palets lo que permitiría reducir la intervención humana, aumentando la eficiencia general y mejorando las condiciones ergonómicas de trabajo.

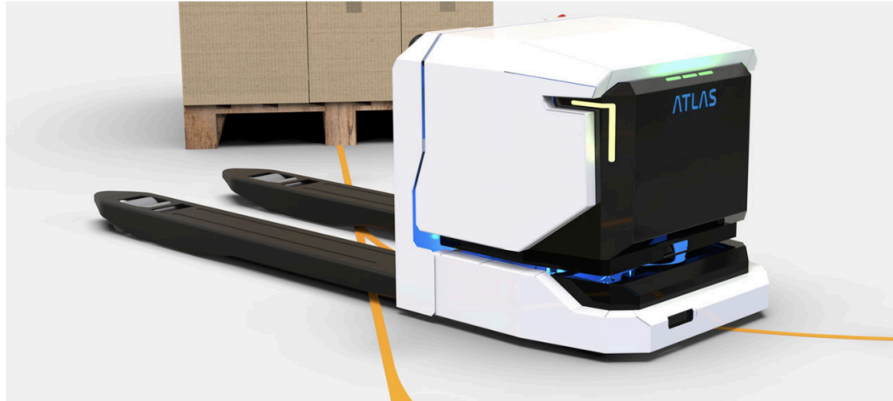


Ilustración 22. Atlas Robots AGV para Palets

Fuente: atlas-robots.com

Además de las ineficiencias ya mencionadas en la Zona 13, otro aspecto crítico es la gestión manual del paletizado final, que actualmente requiere la intervención de operarios para agrupar y apilar las cajas provenientes de las cinco líneas activas. Esta tarea, repetitiva y físicamente exigente, no solo incrementa la carga laboral, sino que también representa un cuello de botella en términos de velocidad y coordinación del flujo logístico. Como solución, se propone la incorporación de un robot o brazo paletizador que centralice la recogida y disposición de cajas de las cuatro líneas.

La solución propuesta consiste en la instalación de un robot o brazo paletizador de la marca Atlas diseñado específicamente para entornos de alta cadencia, capaz de ejecutar paletizados complejos mediante patrones programables y permitir cambios de formato rápidos según las necesidades de producción. Este sistema se complementará con transportadores de acumulación y plataformas de alineación, de la empresa Dematic facilitando un suministro sincronizado de cajas procedentes de las distintas líneas, asegurando un flujo constante hacia el robot paletizador.

Además, para optimizar la logística interna, se propone la incorporación de AGV para palets de la misma marca Atlas, configurados para operar de forma coordinada con el brazo paletizador, encargándose del traslado automático de los palets hasta las zonas de expedición. Esta solución no solo aumentaría significativamente la eficiencia del empaquetado final, sino que también eliminaría el esfuerzo físico

repetitivo por parte del personal, reduciendo riesgos ergonómicos y permitiendo una mejor asignación de los recursos humanos hacia tareas de supervisión y control de calidad.



Ilustración 23. Paletizador de cajas Atlas

Fuente: atlas-robots.com

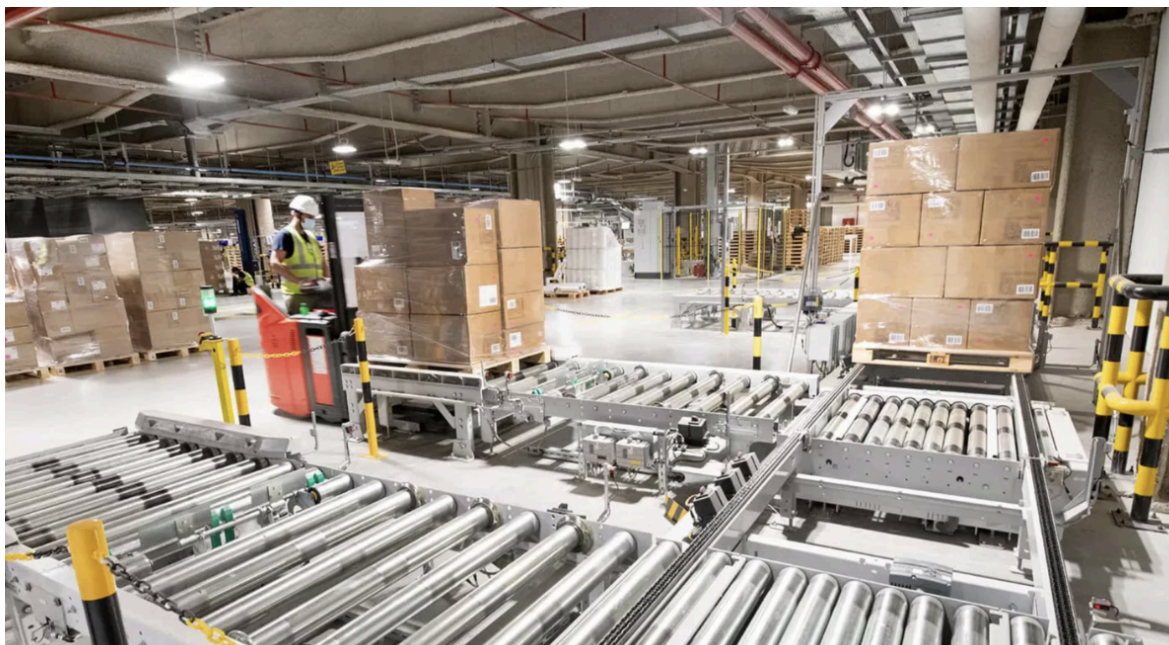


Ilustración 24. Sistemas de cintas transportadoras automáticas

Fuente: <https://dematic.com>

4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

4.4.1 TIR, Tasa de Interés y Metodología Aplicada

Para evaluar la rentabilidad de las mejoras propuestas en la planta, se ha utilizado la Tasa Interna de Retorno (TIR), que representa el rendimiento porcentual esperado de una inversión. Si la TIR supera la tasa de interés de referencia, la inversión se considera viable. En este análisis se ha adoptado una tasa de interés del 3,6% anual, valor representativo en 2025 para inversiones industriales en España. Además, se ha aplicado el método francés, comúnmente utilizado en análisis financieros por su simplicidad y precisión, ya que permite calcular pagos periódicos constantes y comparar el ahorro generado con la inversión inicial. Esta metodología facilita una evaluación clara del retorno económico de cada propuesta de mejora.

4.4.2 Cálculo del Coste de Personal

Para evaluar el impacto económico del personal en el contexto de las mejoras propuestas, se ha realizado una estimación del coste total anual por trabajador en la planta de producción. Esta estimación no solo contempla el salario bruto del operario, sino también todas las cargas sociales, costes indirectos y efectos derivados de la gestión del personal durante las vacaciones.

Tomando como referencia un operario tipo, con un salario bruto anual de 21.000 euros distribuidos en 14 pagas, se calculan las cotizaciones a la Seguridad Social a cargo de la empresa en torno al 35%, lo que supone un coste adicional de 6.510 euros anuales. A esto se añaden aproximadamente 800 euros por trabajador en costes indirectos, que incluyen formación básica, adquisición de equipos de protección individual (EPIs), reconocimientos médicos y gestión documental del área de recursos humanos.

Adicionalmente, se considera el impacto económico de las vacaciones. Aunque el trabajador tiene derecho a 30 días naturales de descanso al año, la empresa sigue

asumiendo el coste salarial correspondiente sin que este periodo genere productividad. Esto implica un coste directo de aproximadamente 1.500 euros anuales, solo por el salario del mes no trabajado.

En muchos casos, como ocurre en esta planta, la ausencia del operario debe ser cubierta para mantener el ritmo de producción. Esto se realiza generalmente mediante la contratación de un trabajador temporal, cuyo salario mensual puede situarse en torno a los 1.300 euros brutos, más unos 500 euros en costes asociados como cotizaciones, formación breve y EPIs, lo que eleva el coste de sustitución durante el periodo vacacional a unos 1.800 euros anuales por trabajador.

Por tanto, el coste total anual estimado por operario asciende a aproximadamente 31.610 euros, lo que representa un coste medio mensual de 2.634 euros.

4.4.3 Desarrollo de las Propuestas de Mejora

ZONA 1: ENVASES PREFORMADOS

La inversión aproximada para la implantación de la automatización completa en la zona de envases preformados se sitúa entre 145.000 € que incluye compra e instalación de la maquinaria en la planta, considerando:

- Posicionador Rotativo ROTRAK con cambio automático de formato: 40.000 €.
- Despaletizador automático Traktech especializado para envases frágiles: entre 90.000 €.
- Cinta transportadora con guías laterales de ajuste automático (sistema Anysize Systems) para 20 metros de longitud: 15.000 €.

Para el análisis económico, consideramos una inversión media de 145.000€. con tasa de interés del 3,6% y una financiación a 7 años. Obtenemos una cuota anual de 23.802,53€. La inversión total es de 166.617,7 € de los cuales 21.617,7€ son intereses.

Para una línea de 6 trabajadores teniendo en cuenta los meses de vacaciones es necesario 6,54 trabajadores. En la nueva línea reducimos a 4 trabajadores y obtenemos necesarios 4,36 trabajadores, lo que se traduce en un ahorro de 61.818,75€ al año. La tasa interna de retorno es del 16,6%.

ZONA 2: MATERIAS PRIMAS

La incorporación del elevador por vacío TAWI VaccuMove VM40 representa una inversión total de 15.000 €, incluyendo la instalación completa. Aunque esta acción no conlleva una reducción directa de la plantilla, mejora significativamente la ergonomía y rotabilidad de los operarios, especialmente en tareas de manipulación de cargas repetitivas. Esto contribuye a la prevención de lesiones musculoesqueléticas, reducción del absentismo y una mejora general del bienestar laboral.

Para el análisis económico, se plantea una financiación estándar a 7 años con un interés del 3,6%, resultando en una cuota anual de 2.456,15 € y una inversión total amortizada de 17.193,05 €, con un coste financiero de 2.193,05 € en intereses. Dado que no se produce un ahorro directo en costes laborales, la Tasa Interna de Retorno (TIR) es del 4%, si bien se justifica ampliamente por la mejora en las condiciones de trabajo y la sostenibilidad del sistema productivo.

ZONA 5: HORNO

La inversión estimada para la mejora tecnológica en la zona del horno asciende a 36.000 €, contemplando la adquisición e instalación de los siguientes equipos: una impresora láser UV modelo ZONESUN ZS-UVC1 por un valor de 5.000 €, una cinta transportadora Anysize Systems con guías laterales ajustables (20 metros) por 15.000 €, y un sistema combinado de inspección y pesaje Ishida IX-GN + DACS-GN combo, valorado en 16.000 €. Se mantiene la actual dotación de personal, por lo que no se contemplan ahorros por reducción de plantilla. Con una financiación a 7 años y un tipo de interés del 3,6%, la cuota anual asciende a 5.901,18 €, resultando en una inversión total amortizada de 41.308,26 €, de los cuales 5.308,26 € corresponden a intereses. Aunque no se produce un ahorro directo en mano de

obra, la automatización y mejora del control de calidad optimizan el flujo de producción, reducen errores en el etiquetado y garantizan una mayor trazabilidad de los productos, contribuyendo a una mejora en la eficiencia operativa de la línea.

ZONA 6: CUBOS

La inversión estimada para la automatización de las tareas de tapado, etiquetado y manipulación de cubetas asciende a 45.500 €, incluyendo la adquisición de una tapadora automática EQUITEK TPB – CT (9.500 €), una etiquetadora EQUITEK ESZ para envases cilíndricos (21.000 €), y un sistema de elevación por vacío TAWI VaccuMove VM 40 (15.000 €). Esta actualización tecnológica permite la eliminación de 6 operarios previamente dedicados a tareas manuales de cerrado y etiquetado, con lo que se logra un ahorro anual en mano de obra de 185.456,25 €. Para el análisis económico se considera una financiación a 7 años con un tipo de interés del 3,6%, resultando en una cuota anual de 7.453,32 €, y un ahorro anual en trabajadores de coste total de 185.456,25 €, se nos queda una cuota positiva de 177.987,18€ anual. El retorno de inversión es muy favorable, con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 391,17%, evidenciando la alta rentabilidad de esta inversión.

ZONA 7: LÍNEA 4

La inversión total estimada para la modernización de esta zona asciende a 118.000 €, incluyendo la adquisición de una estación de termosellado SEALPAC Amax-series (78.000 €) y un sistema de inspección de termosellado con visión artificial basado en deep learning Nevitec NAOS (40.000 €). Esta actualización está destinada a mejorar la precisión del sellado y a reducir las incidencias relacionadas con fallos de calidad, especialmente en productos delicados como flanes en envases de aluminio, cerámica o vidrio. No se prevé reducción de personal, ya que se mantendrán los operarios actuales para tareas de supervisión y control. Para el análisis económico, se contempla una financiación a 7 años con un tipo de interés del 3,6%, lo que da lugar a una cuota anual de 19.324,37 €, resultando en un coste total de 135.270,59 €, de los cuales 17.270,59 € corresponden a intereses. Aunque

no existe ahorro directo en plantilla, la inversión se justifica por la mejora en la calidad del producto, la reducción de mermas y la disminución de paradas no planificadas, lo que repercute positivamente en la eficiencia operativa y la imagen de marca.

ZONA 11: ALTO RENDIMIENTO

La inversión estimada para la modernización de la zona de etiquetado y preparación final asciende a 44.100 €, contemplando la incorporación de una impresora láser UV ZONESUN ZS-UVC1 (5.000 €), una formadora automática de cajas Robopac Superbox 6 HD (22.000 €), un asistente de carga TAWI (15.000 €), y un sistema SCADA Simatic WinCC v7 para la supervisión de datos y control en tiempo real (2.100 €). Esta actualización está orientada a aumentar la fiabilidad del proceso final de envasado y etiquetado, así como a reducir tiempos de carga mediante asistencia mecánica.

Dado que no se contempla una reducción en la plantilla actual, el retorno económico se apoya exclusivamente en la mejora de eficiencia, la disminución de incidencias operativas y la trazabilidad aumentada que aporta el sistema SCADA. Para el análisis económico se considera una financiación a 7 años con un tipo de interés del 3,6%, resultando en una cuota anual de 7.221,12 € y una inversión total de 50.547,84 €, de los cuales 6.447,84 € corresponden a intereses.

ZONA 13: EMPAQUETADO

La inversión total estimada para la automatización de las cuatro líneas de empaquetado y paletizado de la Zona 13 asciende a 223.000 €, incluyendo los siguientes equipos: sistema de cambio automático de formato de Piab para las 4 líneas (25.000 €), cuatro formadoras automáticas Robopac (88.000 €), dos AGV para palets de Atlas Robots (100.000 €), un robot paletizador Atlas (80.000 €) y transportadores de acumulación y plataformas de alineación suministrados por Dematic (10.000 €). Esta modernización permitirá una operación sincronizada,

desde el empaquetado hasta la paletización, eliminando la necesidad de intervención manual para tareas repetitivas y físicamente exigentes.

La automatización supondrá la eliminación de 12 operarios encargados de empaquetado, con un ahorro anual estimado de 370.912,50 €. Se ha considerado una financiación a 7 años con un tipo de interés del 3,6%, resultando en una cuota anual de 36.606,65 € y una inversión total de 255.606,33 €, de los cuales 33.246,33 € corresponden a intereses. La inversión se amortiza rápidamente gracias al ahorro anual en personal, con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 149,67%, lo que la convierte en una de las mejoras más rentables del conjunto de automatizaciones planteadas.

4.4.4 Gestión del Impacto Laboral de las Mejoras Tecnológicas

Las propuestas de mejora presentadas en distintas zonas de la planta incluyen, en algunos casos, la automatización de procesos que tradicionalmente han sido llevados a cabo por operarios. Esto conlleva una reducción del número de trabajadores necesarios en determinadas líneas, como es el caso de las zonas 1, 6 y 13.

No obstante, desde una perspectiva ética y responsable, se propone no recurrir al despido de los trabajadores afectados por la implementación de nueva tecnología. En su lugar, se plantea un modelo de reasignación del personal, orientado a reforzar áreas estratégicas de la planta.

Una de las acciones más relevantes es la posibilidad de abrir la fábrica durante los fines de semana (sábados y domingos). De este modo, el personal excedente podría ser reubicado para cubrir estos nuevos turnos, lo que permitiría aumentar la producción semanal sin necesidad de ampliar la plantilla. Esta medida aportaría flexibilidad a la planificación y mejoraría el rendimiento general de la planta.

Adicionalmente, se propone ofrecer formación técnica en mantenimiento preventivo y correctivo a los operarios desplazados de las zonas automatizadas. Esto permitiría

reforzar el equipo de mantenimiento interno, lo que a su vez contribuiría a reducir tiempos de parada, mejorar la vida útil de los equipos y optimizar la gestión de activos.

Esta estrategia permite mantener la plantilla actual, evitando el impacto social negativo de la automatización y promoviendo la sostenibilidad del empleo a largo plazo. Al mismo tiempo, contribuye a mejorar la productividad global y la eficiencia operativa, alineando los objetivos técnicos y económicos con principios éticos y de responsabilidad social empresarial.

5. CONCLUSIÓN

5.1 CLASIFICACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA.

5.1.1 Mejoras de calidad, trazabilidad y eficiencia operativa

Para optimizar las condiciones laborales y la eficiencia de la planta, se han identificado cuatro zonas críticas que requieren modernización y actualización tecnológica.

La mejora propuesta en la Zona 2: Materias Primas consiste en la incorporación de un elevador por vacío TAWI VaccuMove VM40, un equipo destinado a facilitar la manipulación de cargas pesadas y repetitivas, mejorando notablemente la ergonomía y la rotación de los operarios en esta área. Aunque esta mejora no reduce directamente la plantilla, su implementación previene lesiones musculoesqueléticas, disminuye el absentismo y contribuye a un mejor bienestar laboral, aspectos fundamentales para la sostenibilidad del sistema productivo.

En la Zona 5: Horno, la modernización incluye la instalación de una impresora láser UV para el marcado permanente, una cinta transportadora con guías ajustables y un sistema combinado de inspección y pesaje Ishida IX-GN + DACS-GN. Estos equipos mejoran la trazabilidad, el control de calidad y reducen errores en el etiquetado, optimizando así la eficiencia operativa. Aunque no se prevé reducción de personal,

esta actualización tecnológica reduce las incidencias y asegura un producto final con mayores garantías.

Respecto a la Zona 7: Línea 4, la propuesta se centra en la implementación de una estación de termosellado avanzada SEALPAC Amax-series junto con un sistema de inspección por visión artificial Nevitec NAOS basado en deep learning. Esta mejora busca aumentar la precisión del sellado, fundamental para productos delicados como flanes en envases especiales. No se contempla reducción de operarios, ya que la supervisión y control continúan siendo necesarios. Sin embargo, se prevé una reducción significativa de mermas y paradas no programadas, impactando positivamente en la calidad y continuidad del proceso.

Finalmente, la Zona 11: Línea Natillas será modernizada mediante la incorporación de una impresora láser UV, una formadora automática de cajas Robopac Superbox 6 HD, un asistente mecánico de carga TAWI y un sistema SCADA para supervisión en tiempo real. Estas mejoras están orientadas a aumentar la fiabilidad del proceso final de envasado y etiquetado, reducir tiempos de carga y mejorar la trazabilidad. No se contempla reducción de plantilla, pero la inversión se justifica por la mayor eficiencia operativa y reducción de errores en la línea.

5.1.2 Mejoras a nivel de automatización y reducción de costes laborales

Se han identificado tres zonas en las que la actualización tecnológica permitirá una reducción significativa de la plantilla, además de mejoras en la ergonomía y eficiencia de los procesos productivos.

En la Zona 1: Envases Preformados, la propuesta consiste en la implantación de un sistema de automatización completo que incluye un posicionador rotativo ROTRAK con cambio automático de formato, un despaletizador automático especializado para envases frágiles y cintas transportadoras con guías laterales ajustables. Esta modernización permitirá reducir el número de operarios necesarios de 6,54 a 4,36, lo que se traduce en un ahorro anual en costes laborales de más de 60.000 euros.

En la Zona 6: Cubos, la automatización abarca la renovación de la tapadora y la etiquetadora automática, junto con la incorporación de un sistema de elevación por

vacío para manipulación. Esta actualización tecnológica permitirá eliminar hasta 6 operarios dedicados a tareas manuales, con un ahorro anual estimado superior a los 185.000 euros. La inversión es altamente rentable, con una tasa interna de retorno que supera el 390%, reflejando la rápida amortización y el gran impacto económico y operativo.

Finalmente, en la Zona 13: Empaquetado, se plantea la automatización integral de las cuatro líneas de empaquetado y paletizado mediante la instalación de sistemas de cambio automático de formato, formadoras automáticas, vehículos guiados automáticamente (AGV), robots paletizadores y transportadores especializados. Esta modernización permitirá la eliminación de 12 operarios, con un ahorro anual superior a los 370.000 euros. La inversión, financiada bajo las mismas condiciones, se recupera en un corto plazo gracias a la mejora en productividad y reducción de costes laborales, consolidándose como una de las acciones más rentables del proyecto.

5.2 MEJORAS MÁS IMPORTANTES Y QUE MÁS REPERCUTEN ECONÓMICAMENTE.

Desde mi punto de vista, algunas mejoras deben implementarse con mayor prioridad debido a su impacto económico y operativo, mientras que otras, aunque importantes, pueden programarse a medio plazo.

En primer lugar, priorizaría la mejora en la Zona 6: Cubos, ya que representa la mayor rentabilidad directa, con una reducción significativa de personal y un ahorro anual muy alto. La inversión es relativamente moderada y la tasa interna de retorno supera el 390%, lo que garantiza una rápida amortización y un impacto económico inmediato para la empresa.

En segundo lugar, implementaría la modernización de la Zona 13: Empaquetado, que también supone una gran reducción de costes laborales mediante la automatización integral de las líneas de empaquetado y paletizado. Aunque la inversión es más elevada, el ahorro anual en personal es considerable y la tasa de retorno del 149% demuestra la rentabilidad y conveniencia de esta mejora.

En tercer lugar, la mejora en la Zona 1: Envases Preformados debe ser abordada, pues permite reducir notablemente el número de operarios y mejora la eficiencia operativa, además de disminuir el riesgo de lesiones laborales. La inversión es media y su retorno económico es sólido, justificando su implementación a corto plazo.

En cuarto lugar, las mejoras en la Zona 5: Horno son importantes para garantizar la calidad del producto y la trazabilidad, aunque no generen ahorro directo en plantilla. La automatización reduce errores y mejora la eficiencia operativa, por lo que es fundamental para mantener la competitividad.

En quinto lugar, la modernización de la Zona 7: Línea 4 es clave para mejorar la calidad del sellado en productos delicados, reduciendo mermas y paradas imprevistas. Aunque no reduce personal, la mejora en la continuidad productiva y calidad justifica su implantación.

En sexto lugar, las mejoras en la Zona 11: Línea Natillas permiten aumentar la fiabilidad del envasado y etiquetado, así como mejorar la trazabilidad y reducción de errores. Esta actualización es esencial para optimizar el proceso final, aunque sin reducción de plantilla.

Finalmente, en séptimo lugar, la mejora en la Zona 2: Materias Primas se orienta a la ergonomía y prevención de lesiones musculoesqueléticas. Aunque no reduce costes laborales directamente ni mejora la productividad inmediata, su impacto en la salud laboral y rotación de personal es un beneficio sostenible a largo plazo.

5.3 RESULTADOS

Las acciones propuestas durante el proceso de diagnóstico y análisis serán implementadas de manera integral y progresiva, con el respaldo directo de la dirección general y la participación activa de los departamentos de mantenimiento, producción y calidad. La coordinación entre áreas y la implicación del personal técnico permitieron una ejecución eficiente, generando resultados concretos y cuantificables en el corto plazo.

Entre las medidas implementadas, se destacan:

- La elaboración e implementación de dosieres técnicos de mantenimiento por línea de producción, donde se registran de forma estructurada todas las intervenciones, los tiempos de parada asociados y las causas raíz de los fallos detectados.
- La clasificación de componentes por niveles de criticidad, lo que permitió priorizar intervenciones preventivas sobre elementos que, aunque fallaban con poca frecuencia, provocaban interrupciones prolongadas.
- La capacitación de operarios mediante fichas de intervención rápida, que les permitió resolver fallos menores sin depender del equipo de mantenimiento, aumentando así la autonomía operativa.
- El establecimiento de un sistema básico de mantenimiento preventivo, con rutinas semanales y mensuales, adaptadas al entorno real de trabajo y documentadas con formatos accesibles para todo el personal.

Estas acciones se complementaron con una redistribución estratégica del personal por zonas, lo que permite mantener operativas todas las líneas de producción durante los siete días de la semana, en lugar de cinco, sin incrementar los costes fijos de personal. Esta ampliación del calendario laboral, combinada con la reducción de paradas no programadas y la recuperación de maquinaria en desuso, tendrá un impacto directo en la capacidad productiva total.

En concreto, los resultados operativos serán:

- Una reducción del 35% en el tiempo total de paradas no programadas, gracias a la identificación proactiva de puntos críticos y a la sistematización de las tareas de mantenimiento.
- Un aumento estimado del 20% en la productividad atribuible a la reducción de tiempos muertos y a la reincorporación de equipos automáticos previamente fuera de servicio.

- Un incremento adicional del 40% en la capacidad productiva semanal, al pasar de 5 a 7 días operativos con el mismo coste fijo en personal.
- El aumento de dos jornadas operativas adicionales por semana representa un incremento aproximado del 40% en el consumo energético semanal. No obstante, dado que gran parte de la energía consumida se distribuye en maquinaria ya optimizada y procesos previamente inactivos, el rendimiento energético por unidad producida mejorará. El aumento en la productividad neta, compensado por el consumo energético adicional, se estima en un incremento real del 50-55% de productividad efectiva, siempre que se mantenga una gestión eficiente del consumo.
- Una mejora significativa en la trazabilidad de fallos técnicos, que facilitará la planificación preventiva y reducir la recurrencia de incidencias.
- Una disminución de la sobrecarga del equipo de mantenimiento, gracias a la transferencia de tareas menores a operarios instruidos, optimizando el uso del personal especializado.

En conjunto, estas transformaciones no solo optimizarán el rendimiento operativo de la planta, sino que también establecerán las bases de una cultura de mejora continua, basada en el registro, el análisis y la prevención como herramientas centrales de gestión técnica.

Concepto	Aumento estimado
Reducción de paradas no programadas	+20% aprovechamiento del tiempo operativo real
Producción extra por trabajar 2 días más	+40% capacidad semanal
Penalización por coste energético adicional (estimado conservador)	-5 a -10%

Total estimado: entre +50% y +55% de aumento en productividad efectiva.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ackoff, R. L. (1999). *Re-Creating the Corporation: A Design of Organizations for the 21st Century*. Oxford University Press.
- [2] Atlas Robots. (2023). *Paletizador de cajas Atlas*. <https://atlas-robots.com>
- [3] Baines, T., Lightfoot, H., Smart, P., & Fletcher, S. (2013). Servitization of manufacture: Exploring the deployment and skills of people critical to the delivery of advanced services. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24(4), 637–646. <https://doi.org/10.1108/17410381311327431>
- [4] Campo, E. (2009). *Modern Food Microbiology*. Springer.
- [5] Collado, D., & Martínez, E. (2020). *Gestión de Mantenimiento Industrial*. Alfaomega.
- [6] Dematic. (2023). *Sistemas de cintas transportadoras automáticas*. <https://www.dematic.com>
- [7] Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. MIT Press.
- [8] Equitek. (2023a). *Tapadora de Cubetas Automática TPB–CT*. <https://www.equitek.com>
- [9] Equitek. (2023b). *Etiquetadora para envases cilíndricos ESZ*. <https://www.equitek.com>
- [10] García Arrese, A. (2012). *Organización de la Producción en la Industria Alimentaria*. Paraninfo.
- [11] George, M. L., Rowlands, D., Price, M., & Maxey, J. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook*. McGraw-Hill.
- [12] Ishida. (2023a). *Detector de metales ISHIDA-IX-EN Series*. <https://www.ishida.com>
- [13] Ishida. (2023b). *Controlador de peso Ishida IX-GN + DACS-GN combo*. <https://www.ishida.com>
- [14] Ishikawa, K. (1985). *What Is Total Quality Control? The Japanese Way*. Prentice Hall.
- [15] Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). *Juran's Quality Handbook* (5th ed.). McGraw-Hill.

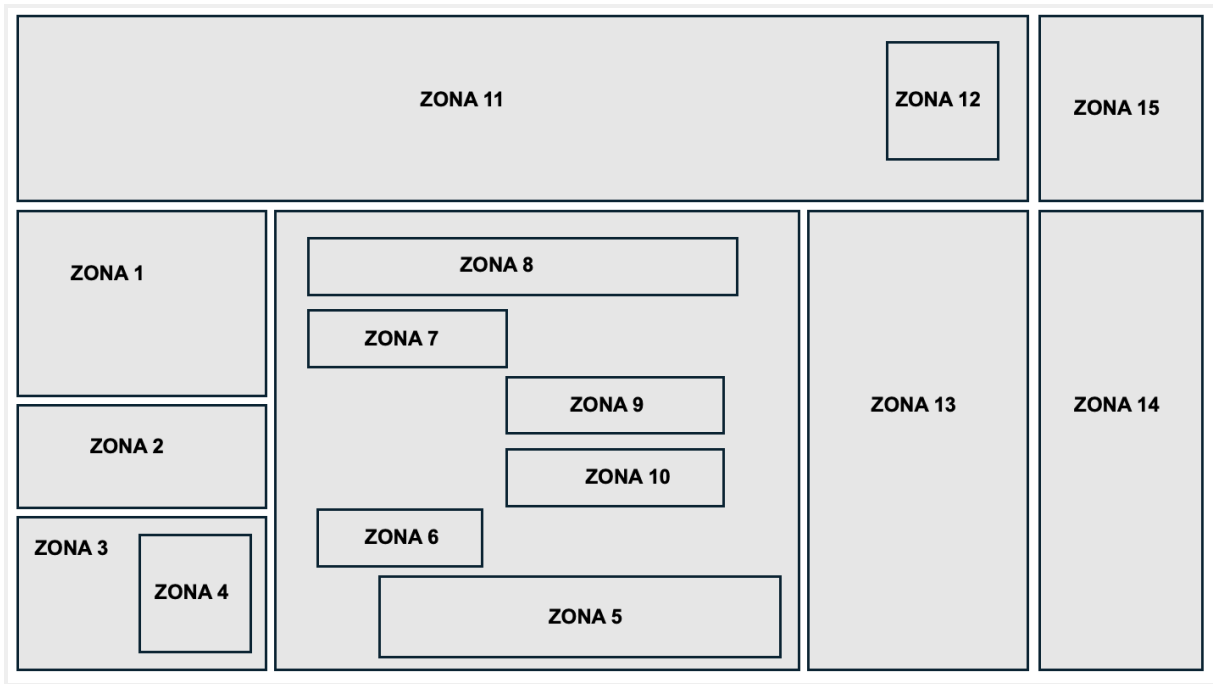
- [16] Martínez, J., & Álvarez, J. (2016). *Automatización y control de procesos industriales*. Marcombo.
- [17] Montgomery, D. C. (2012). *Statistical Quality Control: A Modern Introduction* (7th ed.). Wiley.
- [18] Nevitec Vision. (2023). *Sistema de inspección visual NAOS*. <https://www.nevitecvision.com>
- [19] Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- [20] Onpack. (2023). *Controladora de peso Munich-C300011*. <https://www.onpack.es>
- [21] Piab. (2023). *Bombas de vacío y eyectores Piab*. <https://www.piab.com>
- [22] Piñeiro, C. (2015). *Tecnología de alimentos: procesos, equipos e instalaciones*. Síntesis.
- [23] Portillo, F. (2018). *Ingeniería del mantenimiento industrial*. Alfaomega.
- [24] Robbins, S. P., & Coulter, M. (2012). *Administración* (11.^a ed.). Pearson.
- [25] Robopac. (2023). *Formadora automática de cajas de cartón Superbox 6 HD*. <https://www.robopac.com>
- [26] Sealpac. (2023). *Estación de termosellado Amax-series*. <https://www.sealpac.de>
- [27] Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burgess, N. (2020). *Operations Management* (9th ed.). Pearson.
- [28] Tague, N. R. (2005). *The Quality Toolbox* (2nd ed.). ASQ Quality Press.
- [29] TAWI. (2023). *Asistente de carga VaccuMove VM 40*. <https://www.tawi.com>
- [30] Tersine, R. J. (2004). *Principles of Inventory and Materials Management* (4th ed.). Pearson Education.
- [31] Traktech. (2023). *Sistema de cintas transportadoras Anysize Systems*. <https://www.amtcolorado.com>
- [32] Urdaneta, D. (2019). *Procesos industriales en la industria alimentaria*. Ecoe Ediciones.

[33] Videojet. (2023). *Impresora CIJ 1580*. <https://www.videojet.es>

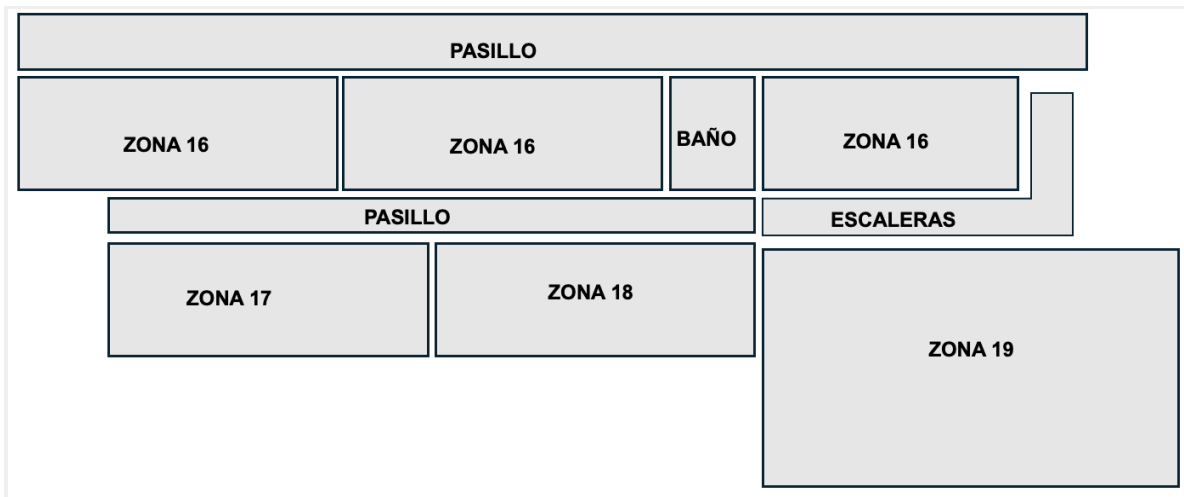
[34] Zonesun Tech. (2023). *Impresora láser UV modelo ZS-UVC1*.
<https://www.zonesuntech.com>

ANEXOS

ANEXO I



ANEXO II



ANEXO III

METODO DE EVALUACIÓN PARA DETERMINAR LA PRIORIDAD DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

PUNTUACIÓN	FRECUENCIA	GRAVEDAD	DETECCIÓN
	F	G	D
1-2	Imposible	Insignificante	Muy elevada
3-4	Remoto	Moderado	Elevada
5-6	Ocasional	Importante	Moderada
7-8	Frecuente	Crítico	Escasa
9-10	Muy frecuente	Catastrófico	Muy escasa

NPR: Número de Prioridad de Riesgos. Producto de F, G y D.

EL PRODUCTO DE LA MULTIPLICACIÓN DE LOS COEFICIENTES ELEGIDOS EN LAS COLUMNAS F, G, D DETERMINARÁ LA PRIORIDAD DE LOS EQUIPOS SIENDO EL MAYOR RESULTADO EL MÁS PRIORITARIO

En lugar de usar una simple multiplicación de F, G y D, podemos ponderar cada factor según su importancia relativa. Por ejemplo:

$$NPR = F \times G \times D^{\alpha}$$
 Donde α es un factor de ponderación para la detección. Si consideramos que la detección tiene un impacto menor, se puede usar un α menor que 1. Esto reduce el efecto de D en el NPR.

ANEXO IV

Método de Evaluación de la criticidad de los diferentes componentes

TIPO DE EQUIPO O DE ZONA	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCIÓN	CALIDAD	MANTENIMIENTO
A	La posibilidad de originar un accidente es grave	Su parada afecta al Plan de Producción y/o clientes	Es clave para la calidad del producto	Alto coste de reparación en caso de avería
	Necesita revisiones periódicas muy frecuentes (mensuales) por razones de seguridad.		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes. Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales)
B	Ha producido accidentes en el pasado, en esta planta o en plantas similares.	Afecta a la producción, pero es recuperable(no llega a afectar a clientes ni al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático	Coste medio en mantenimiento.
	Necesita revisiones periódicas (anuales).			
C	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.	Poca influencia en producción	No afecta a la calidad.	Bajo coste de mantenimiento
	Poca influencia en seguridad			

ANEXO V

ORDEN DE TRABAJO

N°

LÍNEA:

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

Motivo:

Tipo de trabajo: PREDICTIVO PREVENTIVO CORRECTIVO INSPECCIÓN

Prioridad: ALTA MEDIA BAJA

Causa del fallo en caso de mantenimiento correctivo:

MECÁNICO ELECTRICO NEUMÁTICO HIDRÁULICO

¿Máquina parada? Causa: (verificar en el reverso)

Descripción del trabajo a ser realizado:

Descripción del trabajo realizado:

Fecha de inicio:	Fecha de conclusión:	Duración:	Mano de obra	
			Nombre:	
			Observaciones	
Piezas utilizadas en el Trabajo				
Cantidad	Descripción	Código		
Firma "Ejecutante":	Fecha: / /	Firma del responsable:	Fecha: / /	

