



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS
AGRARIAS**

Grado en ingeniería de las industrias agrarias y alimentarias

**PROYECTO DE APLICACIÓN DE LA
METODOLOGÍA TPM EN UNA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE
CONSERVAS.**

Alumna: Clara Vargas Manrique

Tutor: Manuel Gómez Pallarés

Septiembre de 2024

RESUMEN:

Ante un aumento de competitividad empresarial, las empresas demandan mejoras en los procesos para ser más productivos y así poder competir a nivel global. El presente trabajo tiene como objetivo la investigación para llevar a cabo la implementación de las técnicas Lean Manufacturing de “5S” y Mantenimiento Total Productivo (TPM) en una empresa agroalimentaria de conservas para la mejora de la gestión de la productividad.

La filosofía Lean Manufacturing (manufactura esbelta) se basa en la eliminación de toda aquella acción durante el proceso de fabricación que no genera o aporta valor. La aplicación de las 5S se basa en cinco principios cuyo objetivo es la renovación de los puestos de trabajo, asegurando que sean más limpios, ordenados y seguros. Por otra parte, el TPM persigue un aumento de la productividad mediante la autonomía de los operadores en el mantenimiento preventivo y la limpieza de las máquinas.

La implementación de las técnicas Lean, concretamente el TPM, se realiza en fases.

Fase 1: la alta dirección está concienciada con la implementación, desarrolla el plan de implementación y formación de los operarios, ya que son ellos, los propios protagonistas del cambio. Fase 2: realización del diagnóstico de la situación actual mediante la toma de datos, definición de objetivos e indicadores y creación de grupos de trabajo. Fase 3: puesta en funcionamiento de los cambios de forma gradual. Fase 4: estandarización de las mejoras llevadas a cabo, monitoreo de los procesos y seguimiento del progreso y de la eficacia de los cambios.

Los indicadores de desempeño han mejorado significativamente gracias a la implementación del TPM. La eficiencia global del equipo (OEE) ha aumentado en un 15%, el tiempo medio entre fallos (MTBF) ha aumentado 50 horas y el tiempo medio de reparación (MTTR) ha disminuido 1 hora.

Además, el TPM ha fomentado una cultura de mejora continua en toda la organización. Se han implementado actividades *Kaizen* que han reducido los desperdicios en un 5%, la estandarización de los procesos ha reducido la variabilidad de los procesos y los empleados se muestran más comprometidos en la identificación de problemas e implementación de soluciones, lo que ha llevado a una mayor innovación y eficiencia.

Las mejoras en la planificación de mantenimiento y producción, el mantenimiento autónomo, el flujo de información y el liderazgo han optimizado el uso de los recursos y una mayor capacidad para implementar soluciones realmente efectivas.

Palabras Clave: Lean, TPM, 5S, productividad, KPI, mejora.

ABSTRACT:

In response to increasing business competitiveness, companies demand process improvements to boost productivity and compete on a global scale. This project looks forward to exploring the implementation of Lean Manufacturing techniques, such as the 5S methodology and Total Productive Maintenance (TPM), in a food canning company to improve productivity management.

Lean Manufacturing philosophy focuses on eliminating non-value-adding activities during the manufacturing process. The 5S methodology is based on five principles whose objective is to revitalize workstations, ensuring they are cleaner, more organized, and safer. TPM aims to increase productivity through operators' autonomy in preventive maintenance and machine cleaning.

The implementation of Lean techniques, particularly TPM, occurs in four phases.

Phase 1: Senior management commits to the implementation, develops the plan, and trains operators, who are the main drivers of change. Phase 2: Data is collected to diagnose the current situation. Goals and indicators are defined, and workgroups are created. Phase 3: The changes are implemented gradually. Phase 4: The improvements are standardized, the process is monitored, and progress is tracked.

The TPM implementation has led to significant improvements, reflected in Key Performance Indicators (KPIs). Overall Equipment Effectiveness (OEE) has increased by 15%, Mean Time Between Failures (MTBF) has increased by 50 hours, and Mean Time to Repair (MTTR) has decreased by one hour.

Additionally, TPM has created a culture of continuous improvement across the organization. *Kaizen* activities have reduced waste by 5%, process standardization has decreased variability, and employees are more proactive in identifying issues and implementing solutions, leading to greater innovation and efficiency.

Improvements in maintenance and production planning, autonomous maintenance, information flow, and leadership have optimized resource use and increased the capacity to implement truly effective solutions.

Keywords: Lean, TPM, 5S, productivity, KPI, improvement.

ÍNDICE:

1.	INTRODUCCIÓN.....	10
1.1.	Introducción.....	10
1.2.	Objetivos	10
1.2.1.	Objetivo general	10
1.2.2.	Objetivos específicos.....	10
1.3.	Empresa Nestlé S.A.	11
1.3.1.	Descripción de la empresa	11
1.3.2.	Fábrica Litoral.....	12
1.4.	Antecedentes – Estudios previos.....	13
1.4.1.	Los sistemas productivos.....	13
1.4.2.	Evolución de los sistemas productivos.....	14
2.	METODOLOGÍA LEAN.....	19
2.1.	Descripción e historia del concepto “Lean Manufacturing”.....	19
2.2.	Lean manufacturing en la industria alimentaria y en el grupo nestlé.....	21
2.2.1.	Lean Manufacturing en la industria alimentaria.....	21
2.2.2.	Lean Manufacturing en Nestlé	22
2.3.	Principios de Lean Manufacturing.....	25
2.3.1.	Especificar el valor:.....	25
2.3.2.	Trazar la cadena de valor	26
2.3.3.	Mantener un flujo continuo.....	27
2.3.4.	Aplicar el sistema “pull”:.....	27
2.3.5.	Buscar la mejora continua:	27
2.4.	Factores limitantes de la productividad.....	28
2.4.1.	<i>Muri</i> o sobrecarga.....	29
2.4.2.	<i>Mura</i> o variabilidad	29
2.4.3.	<i>Muda</i> o desperdicio	30
2.5.	Principal herramienta de diagnóstico: VSM (Value Stream Mapping)	32

2.5.1.	Situación actual de la planta	33
2.5.2.	Identificación de la familia de productos	33
2.5.3.	Elección de la familia de productos.....	33
2.5.4.	Calcular el <i>Takt Time</i>	34
2.5.5.	Dibujar el mapa del estado actual.....	34
2.5.6.	Diseñar el <i>Value Stream Mapping</i> futuro.....	35
2.5.7.	Seguimiento del <i>Value Stream Mapping</i>	36
2.6.	Principales herramientas de Lean Manufacturing para instaurar un sistema de flujo continuo	36
2.6.1.	<i>Kaizen</i>	36
2.6.2.	TPM (Mantenimiento Total Productivo)	38
2.6.3.	Las 5´s.....	42
2.6.4.	Trabajo estandarizado	45
2.6.5.	Sistemas estructurados de participación del personal	52
2.6.6.	<i>Jidoka</i>	52
2.6.7.	<i>Gemba</i>	56
2.6.8.	<i>Just In Time</i> (Justo a tiempo).....	57
2.7.	Herramientas de evaluación y seguimiento del rendimiento	64
3.	CASO PRÁCTICO DE LA IMPLEMENTACIÓN EN LA ETAPA DE LLENADO DE INGREDIENTES.....	67
3.1.	Conceptos básicos	67
3.2.	Descripción del área productiva de estudio.	69
3.3.	Diseño del plan de implementación	72
3.4.	Concienciación y compromiso de la alta dirección.....	73
3.5.	Desarrollo de la matriz de habilidades	74
3.6.	Implementación del pilar de formación del personal.	76
3.7.	Creación del mapa de pérdidas	78
3.7.1.	Pérdidas	78
3.7.2.	Datos necesarios para la construcción del mapa visual de pérdidas....	80
3.7.3.	Recogida y análisis de datos.	81

3.8.	Definición de objetivos e indicadores.....	84
3.8.1.	KPI. Indicadores clave del rendimiento.....	84
3.8.2.	PPI. Indicadores de desempeño de procesos.....	86
3.8.3.	API. Indicadores de desempeño de actividades.....	88
3.9.	Creación de grupos de trabajo	90
3.9.1.	Equipos de mejora:.....	90
3.9.2.	Grupos de trabajo	92
3.10.	Implementación de las 5S	101
3.10.1.	<i>Seiri</i> (Clasificar)	102
3.10.2.	<i>Seiton</i> (Orden).....	106
3.10.3.	<i>Seiso</i> (Limpieza).....	106
3.10.4.	<i>Seiketsu</i> (Estandarización)	106
3.10.5.	<i>Shitsuke</i> (Mantenimiento).....	108
3.11.	Implementación del pilar de mantenimiento autónomo (AM)	109
3.11.1.	Proceso de implementación del pilar de mantenimiento autónomo....	110
3.11.2.	Mantenimiento del pilar de mantenimiento autónomo	119
3.12.	Implementación del pilar de mantenimiento planificado.....	134
3.12.1.	Estructuración de objetos técnicos	136
3.12.2.	Gestión de los tipos de mantenimiento.	138
3.12.3.	Gestión de las órdenes de trabajo	142
3.12.4.	Plan de la planificación del mantenimiento	148
3.13.	Implementación del pilar de Gestión temprana.....	153
3.14.	Implementación del pilar de mantenimiento de calidad.....	154
3.14.1.	Entender la situación actual y priorizar	154
3.14.2.	Reducir defectos restaurando las condiciones básicas de las “4M”. ..	154
3.14.3.	Eliminar los defectos.....	155
3.14.4.	Implementar el sistema cero defectos.....	155
3.15.	Implementación del pilar de mejora enfocada (FI).	155
3.15.1.	IPA. Identificación, priorización y análisis.....	156

3.16.	Implementación del pilar de seguridad, salud y medio ambiente	158
3.16.1.	Detección de condiciones inseguras.....	158
3.16.2.	Evaluación de riesgos.....	163
3.16.3.	Establecimiento de medidas preventivas y seguimiento	164
3.17.	Implementación del pilar de trabajos administrativos.....	164
3.18.	Estandarización, monitorización y seguimiento del progreso.....	165
3.18.1.	Estandarización	165
3.18.2.	Monitorización	166
3.18.3.	Seguimiento del progreso	166
4.	IMPACTO OPERATIVO Y RESULTADOS EN LA EMPRESA	168
5.	CONCLUSIONES	173
	BIBLIOGRAFÍA.....	175
	OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.	178

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

En el competitivo mundo de la industria alimentaria, donde la eficiencia, la calidad y la seguridad son pilares fundamentales, la gestión efectiva de los equipos de producción y el mantenimiento es esencial para el éxito y la sostenibilidad de las empresas. En este contexto, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) emerge como una metodología de gestión que busca no solo maximizar la eficiencia de los equipos, sino también promover una cultura de mejora continua y participación activa de todo el personal.

Nestlé, una empresa líder en la industria de alimentación y bebidas, destaca por su compromiso continuo con la modernización y la mejora de sus procesos. A lo largo de la historia, Nestlé ha demostrado un enfoque proactivo hacia la modernización, optimizando las operaciones para así mejorar la eficiencia y la productividad de las plantas de fabricación.

La implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una estrategia clave para optimizar la gestión de los equipos y maximizar el rendimiento de las instalaciones de producción de la fábrica. El TPM busca la participación de todos los miembros de la fábrica para identificar y solucionar problemas, además de ser partícipes de la mejora continua de los procesos.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Determinar posibles aplicaciones Lean en la etapa de llenado de ingredientes en la fabricación de legumbre envasada y administrar la implementación de los pilares del TPM (Mantenimiento Total Productivo) para mejorar la rentabilidad de la compañía

1.2.2. Objetivos específicos

Realizar un diagnóstico inicial para identificar la situación actual del área de llenado de ingredientes en términos de procesos productivos.

Clasificar las situaciones identificadas según su importancia e impacto, y determinar qué herramientas utilizar para cada una de ellas.

Establecer la metodología para implementar las herramientas seleccionadas.

Controlar indicadores referentes al TPM para detectar puntos críticos y tomar acciones correctivas.

1.3. EMPRESA NESTLÉ S.A.

1.3.1. Descripción de la empresa

Nestlé se fundó en Suiza gracias a Henri Nestlé. Henri Nestlé nació el 10 de agosto de 1814 en Frankfurt, Alemania, siendo uno de los catorce hijos de su familia. Sin embargo, la trágica pérdida de varios de sus hermanos a una edad temprana marcó profundamente su vida. Con un espíritu emprendedor y una pasión por la investigación, Henri se dedicó a desarrollar un producto alimenticio que pudiera combatir la alta tasa de mortalidad infantil de la época. Este joven alemán emigró a Suiza como comerciante en la localidad de Vevey. Él era un amante de la investigación, y estaba preocupado por la alta mortalidad infantil que había en la época en toda Europa.

Por ese motivo, después de extensas pruebas, hacia 1866 logró crear una fórmula revolucionaria compuesta por leche, azúcar y harina de trigo, a la que denominó Harina Lacteada que se utilizaría como sustituto a la leche materna y se empezó a vender en 1866. En 1875, tres empresarios de Vevey compran Nestlé y empiezan una política de expansión industrial. Es en 1873 cuando este producto llega al mercado español.

Por otra parte, Anglo Swiss Condensed Milk Company era una compañía que había empezado a fabricar leche condensada y en 1905 tras unas largas negociaciones se fusionó a Nestlé lo que desencadenó el inicio de Nestlé & Anglo Swiss Condensed Milk Company. En ese mismo año se inauguró la primera fábrica de Nestlé en España localizada en el pueblo Cántabro La Penilla de Cayón y fue de esa fábrica de donde salió en marzo el primer bote de Harina Lacteada hecho en España de la firma Nestlé.

Durante cinco años la harina lacteada fue el único producto que se fabricaba, hasta que en 1910 se inició la producción de la leche condensada La Lechera. Unos años más tarde, en 1928, Nestlé empezó a fabricar chocolates con otras marcas y es un año más tarde cuando se empieza a fabricar chocolate en La Penilla de Cayón.

En los años posteriores, se construyen nuevos centros de producción en España y en 1954 se empieza a producir café soluble con la marca Nescafé. También nace la marca Maggi y se lanza el chocolate Nesquik en la siguiente década.

Desde 1970 nacen nuevas marcas y gamas de productos Nestlé que contribuyen significativamente a su crecimiento. Actualmente, Nestlé es una de las empresas de alimentación y bebidas más importantes a nivel mundial, tiene 339.000 empleados trabajando en 468 fábricas repartidas en 86 países, opera en 194 países y cuenta con más de 2.000 marcas lo que le hace tener una gran variedad de productos.

- Misión

Exceder con servicios, productos y marcas, las expectativas de Nutrición, Salud y Bienestar de nuestros clientes y consumidores.

- Visión

Evolucionar de una respetada y confiable compañía de alimentos a una respetada y confiable compañía de alimentos, nutrición, salud y bienestar.

- Valores

- Fuerte compromiso con productos y marcas de calidad.
- Respeto de otras culturas y tradiciones.
- Relaciones personales basadas en la confianza y el respeto mutuo.
- Alto nivel de tolerancia frente a las ideas y opiniones de los demás.
- Enfoque más pragmático de los negocios.
- Apertura y curiosidad frente a futuras tendencias tecnológicas dinámicas.
- Orgullo de contribuir a la reputación y los resultados de la Compañía.
- Lealtad a la Compañía e identificación con ella

1.3.2. Fábrica Litoral

La fábrica Litoral está situada en Gijón, provincia de Asturias. Los inicios de la producción de esta fábrica se remontan a 1942 cuando una familia decide dedicarse a las conservas de pescado para prolongar su vida útil, ya que es una zona costera, además de a la conserva del plato preparado de fabada, un plato típico asturiano que está elaborado con alubias, chorizo, morcilla, panceta y sal. En 1976 la fábrica deja de estar gestionada por una familia y pasa a formar parte de una compañía norteamericana y es en 1985 cuando Nestlé la adquiere como parte de la estrategia de Nestlé en el mercado español. Esta adquisición permitió a Nestlé fortalecer su presencia en el sector de alimentos enlatados y platos preparados gracias al conocimiento y reputación de Litoral en esta cuestión.

Gracias a las campañas publicitarias que se hicieron a partir de 1995 protagonizada por abuelas cocinando platos caseros utilizando productos de Litoral, transmitiendo así un mensaje de tradición, calidad y autenticidad, la marca se convirtió en líder del mercado.

En la actualidad, la fábrica cuenta con aproximadamente 90 trabajadores y produce un total de 25 millones de latas al año. Su éxito se debe no solo a la calidad de sus productos, sino también a su arraigada conexión con la tradición culinaria y la

autenticidad de la cocina casera, valores que han sido promovidos a través de sus campañas publicitarias y que han resonado con los consumidores.

1.4. ANTECEDENTES – ESTUDIOS PREVIOS

La industria de alimentación y bebidas en España es un sector clave en la economía del país. Según los datos más recientes de la Estadística Estructural de Empresas del Instituto Nacional de Estadística (INE), esta industria representa una parte significativa tanto del sector manufacturero como del empleo en España.

Con una cifra de negocios de 126.354,1 millones de euros, la industria de alimentación y bebidas constituye aproximadamente el 25,4% del sector manufacturero del país. Esto destaca la importancia económica y la contribución significativa que esta industria realiza al panorama industrial español.

Además, en términos de empleo, la industria de alimentación y bebidas da trabajo alrededor del 22,5% de las personas ocupadas en el sector manufacturero en España. Esto subraya el papel crucial que desempeña esta industria en la generación de empleo y en el sustento de la fuerza laboral del país.

Estos datos destacan la relevancia y el peso económico de la industria de alimentación y bebidas en España, lo que resalta la importancia de implementar prácticas de gestión eficientes, como las aplicaciones Lean, para mejorar la productividad, la calidad y la competitividad en este sector tan importante.

1.4.1. Los sistemas productivos

Los sistemas productivos hacen referencia a las formas organizativas y técnicas mediante las cuales se producen y distribuyen bienes y servicios. Estos sistemas varían considerablemente dependiendo de la industria, tamaño de la empresa, tecnología disponible y otros factores.

Un sistema productivo o manufacturero es una red de procesos orientada a un objetivo a través de la cual fluyen entidades. (Hopp & Spearman, 2001).

Algunas de las características de los sistemas productivos son:

- Objetivo:
Rentabilidad, como en cualquier empresa, el objetivo de obtener ganancias suele ser primordial para garantizar su viabilidad a largo plazo y proporcionar retornos satisfactorios a los inversores y accionistas.
- Procesos:

Son la secuencia de actividades interrelacionadas y coordinadas que transforman entradas en salidas con valor agregado. Estas actividades son las propias que se realizan en los procesos de fabricación habituales y también aquellas que apoyan a estos procesos.

- Entidades:

Elementos físicos, virtuales o humanos que fluyen a través de los procesos y contribuyen al logro de los objetivos del sistema, ya sea como materias primas, productos en diferentes etapas de producción, información o recursos humanos.

- Flujo:

El flujo de las entidades del sistema detalla el procesamiento de los materiales y la información.

1.4.2. Evolución de los sistemas productivos.

La evolución histórica de los sistemas productivos ha estado marcada por avances tecnológicos, cambios en la organización del trabajo y transformaciones económicas.

Se pueden diferenciar cuatro sistemas de producción.

1.4.2.1. Sistema de producción por encargo o personalizado:

Este es un método de fabricación donde los productos se fabrican de acuerdo con las especificaciones y requerimientos exactos de cada cliente. En este sistema, no se produce ningún artículo hasta que se recibe un pedido específico, lo que permite una alta personalización y adaptación a las necesidades individuales de cada cliente.

Las características principales del sistema de producción por encargo incluyen:

- Personalización:

Cada producto se fabrica de acuerdo con las especificaciones exactas del cliente, lo que permite una mayor adaptación a sus necesidades y preferencias específicas.

- Flexibilidad:

Este sistema ofrece una gran flexibilidad en términos de diseño, características y cantidades de producción. Los productos pueden ser altamente personalizados y adaptados a las necesidades individuales de cada cliente.

- Tiempo de entrega variable:

Debido a que los productos se fabrican solo después de recibir un pedido, el tiempo de entrega puede variar dependiendo de la complejidad del producto y la carga de trabajo actual.

- Costos y precios:
Los costos de producción en este sistema pueden ser más altos debido a la necesidad de personalización y cambios frecuentes en el proceso de fabricación. Los precios de los productos también pueden ser más altos para compensar los costos adicionales asociados con la personalización.
- Gestión de inventario:
En lugar de mantener un inventario de productos terminados, las empresas que utilizan este sistema tienden a mantener inventarios mínimos o nulos, lo que ayuda a reducir los costos asociados con el almacenamiento y la gestión de inventarios.

1.4.2.2. Sistema de producción por lotes:

La producción por lotes es un enfoque de fabricación donde se producen ciertas cantidades de un producto específico en un período de tiempo determinado, y luego se pasa a la fabricación de otro producto diferente o la repetición del mismo proceso con el mismo producto. Este método de producción se sitúa entre la producción continua y la producción por encargo, ofreciendo cierta flexibilidad y eficiencia.

Las características principales de la producción por lotes incluyen:

- Procesamiento en grupos:
Los productos se fabrican en lotes o grupos, lo que permite una mayor eficiencia al optimizar la configuración de la maquinaria y los procesos para producir cantidades específicas en lugar de una única unidad a la vez.
- Configuraciones y ajustes repetidos:
Aunque se produce más de un producto dentro de un lote, es común que haya ajustes y configuraciones necesarios para cambiar entre lotes, lo que puede llevar tiempo y recursos.
- Menor flexibilidad que la producción continua:
Aunque la producción por lotes ofrece cierta flexibilidad en comparación con la producción continua, no es tan ágil como la producción por encargo. Sin embargo, permite cierto grado de personalización dentro de los límites de cada lote.
- Economías de escala:
Al producir lotes de productos, se pueden aprovechar economías de escala en términos de costos de producción y eficiencia operativa. Esto puede conducir a una reducción de costos en comparación con la producción de unidades individuales.

- Planificación y programación cuidadosas:

Dado que la producción por lotes implica cambios periódicos entre productos o configuraciones de proceso, requiere una planificación y programación cuidadosas para minimizar los tiempos muertos y optimizar la utilización de recursos.

1.4.2.3. Sistema de producción en masa:

Los sistemas de producción en masa operan con una gran cantidad de productos simultáneamente y son una versión menos avanzada de la producción continua. Los productos resultantes de estos sistemas comparten algunas características clave:

- Homogeneidad similar a la de la producción continua.
- Alta rotación de los productos en el mercado.
- Incluyen piezas individuales que se ensamblan en un proceso de cadena utilizando maquinaria.
- Automatización ampliamente utilizada en todo el proceso.

1.4.2.4. Sistema de producción de flujo continuo:

Este tipo de sistemas productivos se caracteriza por generar grandes cantidades de productos de una sola vez, a menudo alcanzando volúmenes que pueden llegar a ser significativos, incluso en decenas de miles. Estos productos suelen estar destinados a un mercado con una demanda alta y constante.

La eficiencia clave de estos sistemas radica en mantener la producción en funcionamiento de manera continua, sin interrupciones, durante las 24 horas del día, lo que ayuda a reducir los costos asociados con el encendido y apagado de la maquinaria.

Los productos resultantes de este sistema tienen algunas características distintivas:

- Son altamente homogéneos, lo que significa que no hay variaciones significativas entre las unidades producidas.
- Tienen una demanda constante y significativa en el mercado.
- La cadena de producción opera de manera ininterrumpida, sin pausa.

1.4.2.5. Caso concreto fábrica Litoral

La fábrica litoral utiliza un sistema híbrido que combina la producción en lotes para ciertos productos semielaborados con la producción en masa para productos terminados.

Para ciertos productos semielaborados, como el chorizo o la morcilla se sigue un sistema de producción por lotes. Es decir, la fabricación de estos productos se programa

en días específicos, como, por ejemplo, dos veces a la semana, para así optimizar el uso de los recursos y cumplir con el programa de fabricación, ya que la demanda de estos productos puede variar. Además, al producir por lotes, se puede hacer mejor control del inventario.

En cuanto a la producción de forma general, se sigue un sistema de producción en masa, en el que se producen consistentemente grandes volúmenes de aquellos productos de alta demanda.

2. METODOLOGÍA LEAN

2. METODOLOGÍA LEAN

2.1. DESCRIPCIÓN E HISTORIA DEL CONCEPTO “LEAN MANUFACTURING”

El Lean Manufacturing es una metodología de gestión de trabajo cuyo objetivo final es la optimización de la productividad, la reducción de costes y el aumento de la calidad mediante la eliminación de desperdicios, entendiendo como desperdicios todo aquello que no aporta un valor al cliente a pesar de tener un coste para la empresa.

En este trabajo, se ha decidido no poner en cursiva el término "Lean Manufacturing" debido a su alta frecuencia de uso. Esta elección busca facilitar la lectura y mantener la consistencia estilística a lo largo del documento.

Esta mejora de la productividad se consigue con una plantilla que está en continua formación, bien organizada, con una alta implicación y cuya participación sea activa, ya que mayoritariamente, serán los propios trabajadores quienes detecten los posibles desperdicios que se desean eliminar.

Para comprender el origen de “Lean”, es necesario remontarse a Japón, ya que esta metodología se basa en los principios y prácticas del Sistema de Producción Toyota (TPS por sus siglas en inglés, Toyota Production System), este es un sistema productivo propio de la empresa Toyota que comentaremos más adelante.

En este contexto, el japonés Sakichi Toyoda, nacido en 1867, hijo de artesanos, desempeñó un papel fundamental. Toyoda inventó los telares automáticos en la década de 1890, marcando así la automatización en la industria textil. Estos telares fueron diseñados para detenerse en el caso de que algún componente de la máquina fallase y necesitase intervención de los trabajadores para su reparación. Este enfoque de detección y solución temprana de problemas sentó las bases para los principios de eficiencia y calidad que más tarde se adoptarían en el TPS y posteriormente, en la metodología Lean

El hijo de Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda, se sintió atraído por la industria automotriz en auge en el siglo XX, por lo que en 1929 vendió la patente que tenía de los telares automáticos a una empresa británica, y es con el dinero que le pagaron por esta patente con el que comenzó a desarrollar prototipos de automóviles y a trabajar en la construcción de una nueva planta de producción. De esta manera, en 1937, fundó la Toyota Motor Corporation, una empresa del sector automotor. Para este nombre se

utilizó una variación del apellido familiar “Toyoda” debido a cuestiones fonéticas, gramaticales y de fortuna.

Por otra parte, en Estados Unidos el sector automotriz también era significativamente importante. Estos dos países tenían perspectivas diferentes en cuanto a la calidad de los resultados, pues en Estados Unidos la calidad se vinculaba a la cantidad, mientras que, en Japón la escasez de materias primas llevaba a una interpretación diferente de la calidad, pues no tenían la opción de producir en exceso.

Fue en este momento cuando Kiichiro Toyoda concibió la idea de la producción Justo a Tiempo (JIT, Just In Time, por sus siglas en inglés), un concepto que se desarrollará más adelante. Sin embargo, Toyoda se enfrentaba al desafío de implementar esta idea en la fábrica, sin tener claro cómo llevarla a cabo. Fue entonces cuando intervino el ingeniero Taiichi Ohno, asemejando esta idea a un supermercado. Ohno propuso que el inventario de la fábrica se mantuviera en niveles mínimos, similar a los estantes de un supermercado y que fuera retirado justo antes de ser procesado. Además, Taiichi Ohno definió los siete desperdicios que Kiichiro Toyoda mencionó, pero no proporcionó una definición detallada sobre ellos, los cuales se comentarán más adelante.

En Estados Unidos se vivió una crisis a finales de la década de 1970, marcada por la crisis del petróleo de 1973 que resultó en una fuerte subida de los precios del petróleo y afectó negativamente la economía estadounidense. Esta crisis tuvo un impacto significativo en la industria automotriz provocando recesión y altas tasas de inflación, por lo que buscaron alternativas de negocio, deslocalizándose a otros países en los que los costes de producción fuesen menores. Es en los años 80 cuando los coches provenientes de Japón empiezan a venderse por todo el mundo y las empresas de grandes potencias mundiales hacen alianzas con Toyota. Estas empresas quisieron copiar el Sistema de Producción Toyota, aunque no tuvieron un gran éxito, pues en Estados Unidos existía una cultura cortoplacista que no daba tiempo a asentar esas bases del TPS. Años más tarde se empieza a hablar de Lean Manufacturing, lo que sería una adaptación del TPS a la cultura estadounidense basada en el cortoplacismo de los años 90. Actualmente, Lean y TPS comparten una estrecha relación, ya que el Lean Manufacturing se basa en gran medida en los principios básicos y prácticas desarrollados por Toyota a través del TPS, que han sido adaptados para aplicarse a diferentes contextos industriales.

2.2. LEAN MANUFACTURING EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y EN EL GRUPO NESTLÉ

2.2.1. Lean Manufacturing en la industria alimentaria.

En el entorno empresarial actual, donde la comercialización mayoritaria de productos pasa por la gran distribución, las empresas fabricantes se enfrentan a una creciente presión para mantenerse competitivas y cumplir con las demandas del mercado. En este contexto desafiante, la eficiencia se convierte en un factor crucial, llegando a ser incluso una cuestión de supervivencia para muchas empresas o líneas de productos, donde incluso una pequeña ventaja puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso

La hegemonía de los grandes distribuidores impone un desafío significativo a las empresas, y solo aquellas que estén mejor preparadas podrán seguir siendo competitivas. Por lo tanto, es necesario innovar constantemente para mantener y mejorar la competitividad.

En este sentido, el enfoque de producción conocido como Lean Manufacturing emerge como una verdadera revolución en los modelos de producción de las empresas alimentarias. Este enfoque permite mejorar la competitividad mediante la aplicación de simples técnicas de mejora productiva, incluso en entornos desafiantes, mejorando así su productividad y rentabilidad, incluso en entornos altamente competitivos.

La implementación de la gestión Lean, presenta una serie de desafíos en la industria alimentaria. En primer lugar, la industria alimentaria es de vital importancia estratégica, ya que proporciona un suministro esencial de alimentos a la población, lo que conlleva un alto nivel de regulación gubernamental. Este entorno de alta regulación y complejidad normativa de seguridad alimentaria puede complicar los cambios y hacer que la implementación del Lean sea más compleja.

Además, la industria alimentaria se enfrenta a constantes cambios en las preferencias del consumidor, con la introducción de nuevas tendencias y productos. Esta demanda variable aumenta la complejidad de la producción y requiere una rápida adaptación para mantener la competitividad.

Otro de los desafíos es la naturaleza de los productos alimentarios, pues estos son perecederos, lo que agrega presión para optimizar los procesos de producción y minimizar los desperdicios.

A pesar de los desafíos a los que la industria se enfrenta, la implementación del Lean es un gran paso hacia el éxito de la empresa

La aplicación efectiva del Lean Manufacturing en la industria se apoya en una variedad de tecnologías que ayudan a optimizar los procesos, recopilar datos y facilitar la toma de decisiones.

2.2.2. Lean Manufacturing en Nestlé

La implementación de Lean Manufacturing en Nestlé es un proceso que está significando la forma en que la empresa aborda la eficiencia operativa y la mejora continua.

Nestlé cuenta con un modelo de gestión integral diseñado para mejorar continuamente, Nestlé Continuous Excellence (NCE), a través del cual Nestlé integra los principios Lean en sus operaciones, tanto en las plantas de producción como en la gestión de la cadena de suministro. De esta forma, con el sistema NCE se busca conseguir los objetivos principales de cero pérdidas, un equipo y 100% compromiso.

En Nestlé, TPM y el Pensamiento Lean coexisten dentro de NCE. Este sistema NCE aplica la filosofía Lean para toda la cadena de valor y se centra en el mantenimiento productivo total (TPM Total Performance Management), en la fabricación.

El sistema NCE está diseñado para involucrar a todos los empleados en la búsqueda de la excelencia operativa, empoderando a los trabajadores de primera línea para que se apropien de sus procesos de trabajo y lideren la mejora continua. Es un componente clave de la estrategia de Nestlé para lograr la excelencia operativa e impulsar mejoras continuas en toda la organización. Al comprometer a todos los empleados en esta búsqueda y proporcionarles las herramientas necesarias, Nestlé alcanza sus objetivos de reducir el desperdicio, mejorar la calidad y aumentar la eficiencia en sus procesos de producción.

Los objetivos del NCE con los siguientes:

- “0” pérdidas:
 - o Sobreproducción
 - o Transporte
 - o Sobreproceso
 - o Inventarios
 - o Movimientos
 - o Defectos y retrabajo
 - o Esperas, demoras

- “1” Equipo
 - o Alinear objetivos entre el negocio y las operaciones
 - o Definir objetivos y revisiones a todos los niveles
- 100% Compromiso y participación
 - o Desarrollo de líderes
 - o Comprometer e involucrar a todos los colaboradores en la mejora continua

Este modelo está diseñado para garantizar que todos los empleados trabajen hacia los mismos objetivos y estén capacitados para tomar decisiones alineadas con la estrategia general de la empresa.

Modelo Único NCE



Figura 1. Modelo Único NCE. Fuente: Nestlé

El modelo NCE está basado en varios principios y prácticas fundamentales:

2.2.2.1. Bases del Nestlé Continuous Excellence, NCE.

- Componentes del modelo único NCE.
 - o Cumplimiento:

El cumplimiento garantiza que todas las operaciones de Nestlé estén alineadas con las políticas internas y las directrices internacionales asegurando así que la empresa mantiene en todas las operaciones un nivel de calidad y seguridad consistente.

Elementos clave:

- **Políticas, estándares:** se refiere a todas las políticas corporativas, las directrices y los estándares que deben seguirse.
- **Buenas prácticas:** implica la adopción de las mejores prácticas globales dentro de la organización.
- **Certificaciones:** incluye las certificaciones relacionadas con calidad y seguridad.

- Desarrollo de liderazgo:

El desarrollo del liderazgo está enfocado a desarrollar líderes dentro de la organización que guíen y motiven al resto de trabajadores del equipo, asegurar una implementación eficaz de las estrategias y fomentar un ambiente de mejora continua.

Elementos clave:

- **Principios de liderazgo Nestlé:** promover los principios de liderazgo específicos de Nestlé.
- **Entrenamiento y empoderamiento:** es fundamental facilitar el entrenamiento y empoderamiento de los empleados para desarrollar sus capacidades de liderazgo.

- Alineamiento de objetivos:

El alineamiento de objetivos garantiza que todos los implicados en la organización estén trabajando con el mismo objetivo y hacia las mismas metas operacionales. Esto implica la planificación, la medición del desempeño y la resolución continua de problemas.

Elementos clave:

- **Plan maestro operacional:** desarrollar un plan detallado para alcanzar los objetivos estratégicos.
- **Gestión de indicadores:** el uso de indicadores clave de rendimiento (KPI) es fundamental para medir el progreso.
- **Reuniones operacionales:** estas reuniones promueven la revisión de indicadores y del desempeño para tomar decisiones.
- **Estándares:** fomenta la implementación de procedimientos operacionales estándar

- **Solución de problemas básicos:** Identifica y resuelve problemas en las operaciones ejecutadas a diario.

- Auditorías y autoevaluaciones.

Las auditorías y autoevaluaciones son herramientas necesarias para asegurar que se cumplan los estándares previamente establecidos. Estas evaluaciones permiten identificar áreas de mejora, asegurar el cumplimiento de políticas y prácticas y mantener la integridad del sistema de gestión.

- Optimización de la cadena de valor:

La optimización de la cadena de valor implica mejorar continuamente todos los aspectos de la cadena de suministro, desde el abastecimiento de materias primas hasta la entrega del producto final al cliente. Esto se logra mediante la integración de herramientas como TPM y Lean Management

- Sistema de gestión operacional

El sistema de gestión operacional abarca todas las funciones críticas dentro de la cadena de suministro. Este sistema hace uso de principios de TPM y Lean para mejorar la eficiencia, reducir desperdicios y garantizar que los productos se fabriquen y entreguen con la máxima calidad y eficiencia.

- Medición y monitoreo

Medir y monitorear el desempeño es fundamental para el éxito del modelo NCE. Gracias a los indicadores clave de rendimiento (KPI), la empresa puede hacer seguimiento del progreso, identificar áreas de mejora y tomar decisiones basadas en datos para la mejora continua.

2.3. PRINCIPIOS DE LEAN MANUFACTURING

Los principios de Lean Manufacturing son un conjunto de conceptos y prácticas diseñadas para optimizar la eficiencia, eliminar desperdicios y mejorar la calidad en los procesos de producción. Estos principios fueron desarrollados por Toyota y han sido adaptados por muchas empresas en todo el mundo. Aquí tenemos los principios que constituyen la base de la filosofía *Lean* (Womack & Jones, 2003)

2.3.1. Especificar el valor:

El valor siempre se debe considerar desde una perspectiva del consumidor, ya que es el cliente el que va a pagar una cantidad de dinero que considere oportuna para un cierto

producto.

A una empresa le puede parecer que un producto puede tener mucho valor, pero si el cliente puede que no lo vea así y por lo tanto no va a estar dispuesto a pagar un precio por ello. Hay que tener en cuenta las fluctuaciones de las tendencias de consumo ya que las empresas se tienen que adaptar a ellas rápidamente para no desaparecer del mercado.

2.3.2. Trazar la cadena de valor

Es importante conocer en que partes del proceso de fabricación se está generando el valor añadido del producto y en cuales no, para ello se diseña una cadena de valor para comprobar que elementos del sistema sí aportan valor al producto final, se diferencian cuatro etapas para llevarlo a cabo. (Milla, 2021)

2.3.2.1. Representación del proceso de producción.

El objetivo principal de esta primera etapa es conocer en forma de representación visual todos los procesos, elementos y personal necesarios para la fabricación de un producto añadiendo también los puntos en los que se toman decisiones y quienes forman parte de esa decisión.

2.3.2.2. Asignación de valores:

En esta etapa se ha de calcular el coste operacional, es decir, todo aquello necesario para aportar valor al producto: maquinaria, trabajadores y materiales. Una vez establecidos estos costes hay que analizar el valor añadido que representa cada uno de estos elementos para el consumidor y finalmente revisar el precio óptimo para cada producto. En esta etapa de asignación de valores, hay que añadir los elementos que a pesar de no aportar un valor añadido al producto son necesarios para continuar con la fabricación. Finalmente, todos estos elementos se añadirán en la cadena de valor.

2.3.2.3. Identificación de los desperdicios

Una vez que ya tenemos designados los elementos que aportan valor al producto, identificaremos como desperdicio todo aquello que no aporta valor añadido o que no sea estrictamente necesario,

2.3.2.4. Rediseño de la cadena de valor

El rediseño de la cadena de valor ya creada previamente nos ayudará a saber en qué etapas realmente se añade el valor, ya que en los dos pasos intermedios hemos identificado las etapas que no generan valor.

2.3.3. Mantener un flujo continuo

Una vez conocida la cadena de valor hemos de establecer la continuidad en el flujo de actividades que abarcará todos los procesos que realiza el producto en el caso de que las operaciones puedan estar una inmediatamente después de la otra, incluyendo a proveedores y distribuidores creando así el mapa de flujo de valor (VSM, Value Stream Mapping) que se detallará más adelante. En esta etapa hay que eliminar los obstáculos del proceso que ralentizan el flujo de valor y poner los medios necesarios para favorecerlo.

2.3.4. Aplicar el sistema "pull":

Este principio se fundamenta en responder directamente a la demanda del cliente, permitiendo que sea el cliente quien determine cuándo se necesita un producto.

Para ello se ha de fabricar solo y exclusivamente en función de cuándo exactamente el consumidor quiere un producto. Gracias a este sistema "pull"

En la fabricación tradición existe el sistema de empuje "push", en el que no hay una comunicación clara entre procesos y por lo tanto se fabrica más de lo necesario sin tener realmente en cuenta la demanda del cliente.

Gracias a este sistema "pull", la producción se parará en el caso de que el cliente no demande el producto y por lo tanto no se acumulará material. Por otra parte, para que este sistema funcione hay que tener un alto control de los stocks intermedios ya la reducción de estos a cero es irreal, pero su reducción es importante y se puede gestionar con la herramienta SMED (Single Minute Exchange of Die) que permite reducir el tiempo de cambio de referencia que se comentará más adelante Además, se dispone de la herramienta "Kanban" con el propósito de facilitar la comunicación entre el cliente y la empresa, con el fin de evitar la sobreproducción.

2.3.5. Buscar la mejora continua:

Una vez que el valor está definido por la organización, la generación de valor añadido está identificada, hay un flujo de actividades y un sistema pull integrado en la empresa, se busca no solo el mantenimiento de todo lo anterior sino una mejora de todo ello e identificar posibles mejoras en la cadena de valor. Para mantener una mejora continua en la empresa, se utiliza el ciclo que se muestra en la "figura 2", llamado ciclo de Deming también conocido como PDCA basado en un proceso de cuatro etapas: planificar (Plan), hacer (Do), verificar (Check) y actuar (Act). La primera etapa basa los planes a ejecutar, la segunda es en la que se lleva a cabo el plan previamente planificado, en la tercera se

chequea si ese plan se ha ejecutado de manera correcta o no y en base a ello se actúa tomando decisiones de todo lo previo para poder seguir implementando el cambio propuesto o no siendo esta la última etapa del ciclo PDCA.

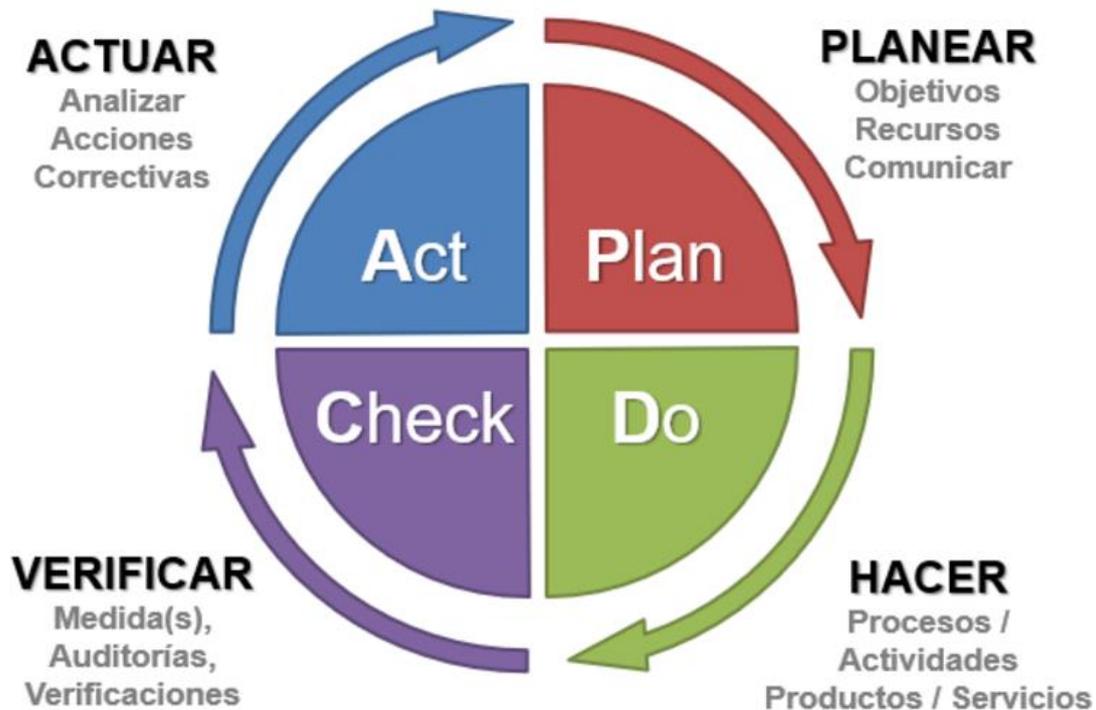


Figura 2. Ciclo de Deming (PDCA). Fuente: (Castillo Estrada, Ortega Hernandez, Benavides García, & de J. Velasco Estrada, 2021)

2.4. FACTORES LIMITANTES DE LA PRODUCTIVIDAD

En las empresas de transformación, los recursos se pueden dividir en cinco grandes grupos: materiales, máquinas, mano de obra, métodos y medio ambiente. Muchos autores coinciden en referirse a ellos como las 5M's. Estos recursos son los elementos necesarios para llevar a cabo las operaciones que mantienen activa la productividad de la empresa y lograr los objetivos establecidos.

Está claro que estos cinco grupos de recursos mencionados previamente suponen un coste, por lo que las empresas con necesidad de liquidez atacan rápido a las 5M's mediante el despido de personal o escatimando material entre otros. Este hecho, que a corto plazo podría considerarse "solución", no ataca realmente la causa-raíz del problema, por lo que lo más lógico sería investigar y llegar a atajar el problema de la forma más adecuada que suele radicar en los desperdicios. Esta investigación del problema se realiza mediante el diagrama de Ishikawa y los cinco porqués, que se detallará en el caso práctico.

Por otra parte, resultado del proceso (que ha de estar estandarizado mediante parámetros), tenemos las salidas, lo que en una industria son los productos fabricados, coste de fabricación, motivación de los trabajadores, accidentes e impacto en el medio ambiente

Una vez definidos estos conceptos, se puede aportar una definición acerca de la productividad afirmando que esta es la relación entre las salidas y las entradas, es decir, la relación entre la cantidad de productos obtenidos por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener tal producción.

La mejora de la productividad por tanto radica en hacer los procesos productivos más rentables para que una misma cantidad de recursos me aporte una mayor producción final.

Veamos ahora, sabiendo que es la productividad, cuáles son los tres factores limitantes en el contexto de Lean Manufacturing: *muri* o sobrecarga, *mura* o variabilidad y *muda* o desperdicio. (Socconini, 2008)

2.4.1. *Muri* o sobrecarga

Las personas tenemos una capacidad de carga de trabajo limitada por lo que si se nos exige trabajar por encima de ese límite disminuirá la productividad de uno de los recursos más valiosos de la organización. Por ese motivo, hay que conseguir gestionar las cargas de trabajo de una forma equilibrada para conseguir un rendimiento óptimo por parte de los trabajadores.

2.4.2. *Mura* o variabilidad

En este caso nos referimos a la limitación de la productividad debido a la variabilidad de los elementos de entrada de los procesos refiriéndonos a las materias primas, a las condiciones de la maquinaria y a los trabajadores. El tener una variabilidad en los elementos de entrada al proceso implica una falta de uniformidad en los procesos que puede tener una importante implicación en el producto final y hacer que este no sea el deseado por el consumidor final.

Hay que tener en cuenta que en un proceso industrial del sector de la alimentación es difícil obtener todas las unidades exactamente iguales, pero es importante conseguir un alto grado de homogeneidad que nos garantice tener productos prácticamente idénticos. (Tornos, 2021).

2.4.3. *Muda* o desperdicio

En este caso nos encontramos ante los siete grupos de desperdicios que repercuten negativamente en la productividad propuestos por el Lean. Cabe mencionar que además de estos, cada vez se están considerando otros que también son importantes. El objetivo del Lean es detectarlos y eliminarlos para así dejar de limitar la capacidad de las organizaciones. Entendemos como desperdicio cualquier esfuerzo o actividad no esencial realizado en la empresa que no aporta valor al producto y por lo tanto el cliente no está dispuesto a pagar un precio por ello. El objetivo ideal sería eliminar todas estas actividades.

2.4.3.1. *Muda* de sobreproducción

La sobreproducción se refiere a la producción de más productos de los necesarios en un momento dado antes de que sean requeridos por el siguiente proceso de producción.

Este desperdicio genera costes adicionales al producir en mayor cantidad de lo demandado. Eliminando la sobreproducción se conseguiría la producción de solamente lo necesario y requerido por el consumidor.

2.4.3.2. *Muda* de sobreinventario

Este desperdicio se produce cuando hay más inventario del necesario para satisfacer la demanda del cliente. Esto conlleva un aumento en el coste de almacenamiento, deterioro de productos, obsolescencia, capital inmovilizado y reducción de la flexibilidad para adaptarse a cambios en la demanda.

2.4.3.3. *Muda* de productos defectuosos

El desperdicio causado por los productos defectuosos tiene su origen en posibles errores en el proceso de fabricación, falta de capacitación del personal, equipos defectuosos o deteriorados y falta de inspección entre otros factores provoca que el producto final no cumpla con los estándares de calidad requeridos. Para abordar esta muda se toman medidas como la formación del personal o sistemas de inspección y validación del proceso. Eliminando este desperdicio se pueden conseguir productos con mayor calidad, reducir los costes relacionados con devoluciones y retrabajos y aumentar la satisfacción del cliente.

2.4.3.4. *Muda* de transporte de materiales y herramientas

Los movimientos innecesarios de los materiales y herramientas en un proceso de producción causan un desperdicio de tiempo y movimiento, pues estos movimientos no aportan valor añadido al producto. Además, este transporte de materiales o

herramientas supone un riesgo ya que puede ocasionar daños o pérdidas. También cabe añadir que esta muda puede interrumpir el flujo continuo de trabajo y hacer que el proceso sea menos eficiente.

Como solución a esta muda se pueden reorganizar las áreas de trabajo para minimizar esas distancias recorridas por los trabajadores, la implementación de estándares visuales señalando la ubicación correcta de cada uno de los materiales y herramientas, o implementando la herramienta de las 5S que comentaremos más adelante.

2.4.3.5. *Muda* de procesos innecesarios

La realización de procesos innecesarios abarca aquellos en los que se realizan tareas duplicadas, esperas prolongadas o procesos complicados. Esta *muda* podría reducirse considerablemente implementando estándares de producción, para lo que se necesita realizar un análisis de la situación actual, revisar junto con los empleados los procesos innecesarios, simplificarlos y estandarizarlo.

2.4.3.6. *Muda* de espera

El tiempo en el que no se está llevando a cabo ninguna actividad se considera *muda* de espera, lo cual puede ser causado por deficiencias en el diseño del mapa de flujo de valor o a retrasos en la producción que afecta a la eficiencia del proceso.

2.4.3.7. *Muda* de movimientos innecesarios del trabajador.

Cualquier movimiento que realice el empleado durante su trabajo que no agregue valor al producto se considera muda de movimiento innecesario. Estos movimientos incluyen acciones como caminar largas distancias para obtener herramientas o materiales para ejecutar un trabajo o realizar movimientos cortos repetitivos innecesarios. Estos movimientos conllevan un desperdicio del tiempo innecesario ya que durante ese tiempo se podrían llevar a cabo tareas que realmente sí aportasen valor. Además, estos movimientos pueden fatigar a los operarios y reducir su productividad.

2.4.3.8. Otros desperdicios.

Como se ha comentado al inicio de los desperdicios, se consideran siete grandes grupos y actualmente se están considerando los que a continuación se exponen. Entre estos nuevos desperdicios, se consideran: desperdicio de energía, gastos excesivos por falta de liderazgo y control, mala administración financiera o desperdicio de talento.

Desperdicio de energía: puede ser debido a fugas de aire en la planta, instalaciones inadecuadas de máquinas o cableados, uso innecesario de equipos.

Desperdicio por falta de liderazgo y control: en este caso, el no tener una dirección clara hacia donde se quiere dirigir la empresa, no saber delegar en los compañeros o poca preparación para tener un cargo de responsabilidad resulta en desaprovechar el talento del resto de la plantilla o los recursos de los que dispone la empresa.

Desperdicio por mala administración financiera: si esta disciplina no organiza correctamente la distribución de los recursos económicos de la empresa debido a falta de control, comunicación o planificación puede tener consecuencias como sobrecostos o retrasos en la entrega de productos.

Desperdicio de talento: el no aprovechar adecuadamente los conocimientos y habilidades de los trabajadores en la empresa puede repercutir negativamente en la empresa, pues generalmente esto causa un ambiente de inestabilidad, inseguridades a la hora de proponer mejoras y alta rotación

2.5. PRINCIPAL HERRAMIENTA DE DIAGNÓSTICO: VSM (VALUE STREAM MAPPING)

Se ha mencionado previamente, en el segundo de los principios de *Lean*, la herramienta del mapa de flujo de valor, aquí se comentará más en profundidad.

El mapa de flujo de valor, o *Value Stream Mapping* (con sus siglas VSM en inglés), es una de las herramientas utilizadas para la implementación del *Lean*. En futuras ocasiones, nos referiremos a esta herramienta como *Value Stream Mapping* o VSM

La historia del VSM está estrechamente ligada al desarrollo del Sistema de Producción Toyota, pues es fundamental para conocer y visualizar cómo fluyen los materiales y la información a través de los procesos de producción para identificar áreas de mejora.

El VSM es una representación gráfica de los elementos de producción e información involucradas en el proceso productivo, desde la materia prima hasta la entrega al cliente final, es decir, documenta el estado actual y futuro de un proceso, siendo esta la base para identificar y eliminar desperdicios, detectar cuellos de botella (puntos en los que la capacidad de producción está limitada por diferentes motivos, como la falta de recursos, descoordinación de los tiempos de producción...), mejorar la eficiencia y reducir tiempos de espera que ralentizan el proceso.

Como se ha comentado, en este mapa de flujo de valor se tienen en cuenta también a los proveedores de las materias primas ya que son una parte fundamental de la cadena de suministro y tienen un impacto directo en la eficiencia y calidad del producto. Al incluir a los proveedores y a los distribuidores en el VSM se detectan posibles largos tiempos

de espera que de esta manera se pueden gestionar de una manera más rápida y eficaz debido a la colaboración y comunicación entre todas las partes del proceso contribuyendo a una cadena de suministro más ágil.

El VSM se utiliza cuando se quiere iniciar una mejora en el proceso y se desea saber que partes de este se quieren modificar y, por lo tanto, que herramientas utilizar para llevar las mejoras a cabo.

La realización de este VSM dura aproximadamente una semana y el procedimiento para llevarlo a cabo sigue el orden que se detalla a continuación.

2.5.1. Situación actual de la planta

El primer paso que hay que dar cuando se ha decidido realizar un VSM es conocer la situación actual de la planta de fabricación de la que queremos hacer el VSM y por ello, hay que analizar el estado actual de todos los procesos que se llevan a cabo para poder obtener el producto final que se desea. En este primer paso no se va a realizar ningún cambio, sino que simplemente se van a analizar e identificar algunos problemas que se solucionarán más adelante.

2.5.2. Identificación de la familia de productos

El segundo paso es identificar la familia de productos para la que se quiere hacer el VSM. Una familia de productos es una agrupación de productos que comparten características similares o están relacionados entre sí de alguna manera, ya sea por su función, diseño, tecnología o proceso de fabricación. Estos productos han de compartir ciertas similitudes para ser considerados parte de la misma familia.

Una vez que se han identificado varias familias de productos, se debe seleccionar una de ellas para realizar el análisis de flujo de valor utilizando el VSM.

2.5.3. Elección de la familia de productos

La elección de la familia de productos para hacer el VSM puede fundamentarse en varios criterios, como el volumen de ventas, el impacto en el rendimiento global de la planta o la disponibilidad de datos y recursos para realizar el análisis. Asimismo, el diagrama de Pareto puede ser una herramienta útil para este fin, pues identifica el 20% de los procesos y productos que generan el 80% de los beneficios.

Es importante tener en cuenta que la elección de una familia de productos muy grande implica tener un mapa de flujo de valor más complejo, por lo que el plan de acción seguramente también será más complejo y presentar más desafíos a la hora de

ejecutarlos, aunque con un equipo bien coordinado y un plan de acción detallado y bien planificado el VSM será un éxito.

2.5.4. Calcular el *Takt Time*

El *Takt time* es una métrica utilizada en Lean Manufacturing para determinar la velocidad de producción necesaria para satisfacer la demanda del cliente. Además de utilizarse para la realización del VSM se utiliza como herramienta del pilar *Just in Time*.

Para calcular el *takt time*, primero se ha de conocer el tiempo disponible de fabricación, que es el tiempo en el cual la línea de producción realmente está operando ya que al tiempo disponible total se le ha restado cualquier tiempo improductivo, como tiempos de mantenimiento o de inactividad planificada. También se ha de conocer la demanda del cliente, es decir, la cantidad de productos que los clientes requieren durante el mismo periodo de tiempo que el tiempo disponible de fabricación.

Una vez tenemos estos dos datos, se puede calcular el *takt time*, siendo este el resultado de la división del tiempo disponible real de fabricación entre la demanda del cliente. El resultado que obtendremos nos indicará cada cuanto tiempo se debe producir una unidad para satisfacer la demanda del cliente dentro del tiempo disponible para la producción.

2.5.5. Dibujar el mapa del estado actual

Este es el punto en el que se dibuja el mapa del estado actual de la cadena de valor.

Lo primero que se ha de dibujar en este mapa es el cliente para no perder el enfoque en generar un producto que genere valor al cliente.

El siguiente paso es representar los procesos básicos de producción. Un proceso es aquel por donde fluye material e información y está desconectado del siguiente proceso, es decir, tienen programación independiente. Estos procesos se dibujan de izquierda a derecha siguiendo la secuencia de fabricación, sin importar realmente cómo están ubicados físicamente en la planta.

A continuación, se añade la información asociada a cada uno de estos procesos, como:

- Tiempo de ciclo: tiempo que pasa entre la salida de un producto y el siguiente.
- Tiempo de cambio: es el tiempo que se tarda en cambiar de un producto a otro.
- Tiempo de trabajo disponible: tiempo disponible por turno en ese proceso en segundos. Este tiempo es el tiempo total de trabajo al que se le ha restado el tiempo de descansos, mantenimiento o reuniones.

- Tiempo de funcionamiento: es el porcentaje del tiempo en que la máquina está ocupada en su demanda.
- Número de trabajadores
- Capacidad productiva: es el tiempo de trabajo disponible multiplicado por el tiempo de funcionamiento entre el tiempo de ciclo

En el siguiente punto, se añaden los inventarios. Se identifican aquellos puntos del proceso en el que se acumula inventario. Es en estos puntos donde se acumula inventario donde se detiene el flujo.

Se añade en el siguiente punto las entregas a los clientes y la frecuencia, también se añaden a los proveedores. Se indican las características del despacho en cantidad, frecuencia y modo.

También se ha de añadir el flujo de información. Este se representa de diferente modo si la información es por medios electrónicos o por papel. Se coloca en la mitad superior del mapa.

Además del flujo de información se añade el flujo de material. Esta representación es diferente dependiendo si el flujo de material se realiza de forma “push” o “pull”. El flujo “push” (flujo empujado) se representará cuando cada proceso tiene su propia programación y fabrica lotes distintos sin tener en cuenta las necesidades del siguiente proceso. Por otra parte, el flujo “pull” (flujo tirado) se produce cuando la programación de la producción la determina la siguiente etapa del proceso.

Por último, se calcula el lead time, que es el tiempo que necesita un producto en ser fabricado, desde que entra la materia prima hasta el despacho hacia el cliente. Este lead time, está formado por la suma del tiempo que tarda el producto en ser procesado (tiempo de valor añadido) más el tiempo de espera de un producto en áreas de inventario (tiempo de valor no añadido).

2.5.6. Diseñar el *Value Stream Mapping* futuro.

El *Value Stream Mapping* futuro es el estado ideal con el que se alcanzarían los objetivos de la fábrica.

El objetivo de realizar el *Value Stream Mapping* futuro es el mapeo de los flujos, de una forma mejorara, en el que se eliminen los desperdicios y se optimice la cadena de valor.

Para realizar este VSM futuro, partimos del conocimiento del VSM actual, y por lo tanto diseñamos un flujo de trabajo optimizado que elimina o reduzca significativamente los desperdicios identificados previamente.

Lo que se realizará en el nuevo VSM será:

- Mejora del flujo de información:
Mediante una comunicación interdepartamental que facilite una interacción rápida y eficiente entre todos los departamentos.
- Reducción del tiempo de espera
Mediante la implementación de flujos de trabajo continuos en lugar de lotes, para que los productos semielaborados se muevan más rápidamente a través del proceso.
En este apartado, la automatización tendrá un impacto significativo, pues los sistemas de monitoreo permiten detectar y resolver problemas de inmediato, evitando paradas innecesarias y asegurando un flujo de producción constante.

2.5.7. Seguimiento del *Value Stream Mapping*

Para asegurar que las mejoras detectadas mediante la diferencia existente entre el VSM futuro y el VSM actual se implementen con éxito se ha de realizar un seguimiento.

Se deben de establecer indicadores específicos y medibles para poder evaluar el éxito de la implementación y el impacto de las mejoras realizadas.

También se ha de apoyar a los operarios para que colaboren con la implementación de las mejoras y pedirles comentarios de retroalimentación para conocer sus opiniones al respecto sobre las mejoras implementadas y detectar posibles problemas o áreas de mejora adicional.

2.6. PRINCIPALES HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA INSTAURAR UN SISTEMA DE FLUJO CONTINUO

2.6.1. *Kaizen*

El concepto de *Kaizen* proviene del japonés “Kai” (cambio) y “Zen” (bueno). Este concepto se centra en la idea de que cualquier cambio por pequeño que parezca puede conducir a mejoras significativas a largo plazo.

2.6.1.1. Eventos *kaizen*

Un evento *kaizen* es una actividad que está ejecutada por un equipo de trabajo multidisciplinar, también conocido como equipo *kaizen*, cuyo objetivo es identificar oportunidades de mejora en el proceso productivo mediante diferentes herramientas de apoyo, estudiar el proceso de implementación y finalmente ejecutarlo para obtener los resultados esperados. Una vez que se han implementado estas modificaciones se

realizará un seguimiento para comprobar la efectividad y el mantenimiento de los resultados obtenidos a largo plazo.

Estos eventos *kaizen* se llevan a cabo cuando existe un problema de calidad o se quiere mejorar el proceso. La duración aproximada es de uno a cinco días y se ha de realizar de forma ininterrumpida, por lo que hay que tener en cuenta la agenda de todos y cada uno de los integrantes del equipo *kaizen*.

El procedimiento de ejecución de cualquier evento *kaizen* ha de realizarse siguiendo una estructura que incluya la preparación del evento, su ejecución y el seguimiento de los resultados obtenidos. En el apartado “3.9.1. Equipos de mejora” se muestra un ejemplo de un evento *kaizen* realizado en la fábrica como caso de implementación de la mejora continua.

Para llevar a cabo la preparación del evento, se proponen oportunidades de mejora, estas pueden ser planteadas por clientes, jefes o cualquier miembro de la organización que haya sido capaz de visualizarlas. Se elige al líder del equipo *kaizen* y al equipo, el cual ha de ser multidisciplinar y el número de integrantes ha de ser entre seis y diez. Se revisa la agenda para la logística del evento, se convoca a los participantes, se registra todo lo previamente comentado y se prepara la documentación para llevar a cabo lo que es el evento *kaizen* en sí.

Durante la ejecución del evento *kaizen*, se lleva a cabo una reunión inicial en la que se expone la agenda propuesta del evento, se introduce la herramienta que se va a implementar durante el evento, como, por ejemplo: TPM, SMED, etc. También se establece la visión actual mediante el VSM comentado previamente y se realiza una visita al área donde se quiere implementar la herramienta para poder identificar alguna oportunidad de mejora más que las que se tienen registradas hasta el momento. Durante el resto de los días del evento se seguirá el procedimiento de implementación requerido por cada herramienta y el último día se realiza una presentación a los directivos de la organización, en la que se mostrará, mediante fotografías y/o gráficos, la situación inicial, las acciones que se llevaron a cabo, los resultados que se obtuvieron y las acciones que quedaron pendientes porque no se pudieron llevar a cabo durante el evento y se ejecutarán a corto o medio plazo generalmente.

Las semanas posteriores al evento *kaizen*, se lleva a cabo un seguimiento de las modificaciones llevadas a cabo en la zona para verificar su efectividad. En caso de ser exitosas, se promueve la integración de estas mejoras en las actividades diarias de cada trabajador.

Una herramienta muy útil que se puede aplicar dentro de la metodología *kaizen* es el ciclo mostrado en la figura “2”, conocido como ciclo de Deming, ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) por sus siglas en inglés o ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) en español. Este ciclo consta de cuatro fases diferenciadas que se explican a continuación. El nombre de las fases está en inglés, pues el ciclo PDCA es el más utilizado en base a la bibliografía consultada.

- Plan (planificar):

En esta primera fase de planificación, se identifican áreas de mejora dentro del proceso mediante la observación de los operarios o los análisis de datos. Se establecen los objetivos claros y específicos de la mejora. Se detallan y planifican los procesos necesarios para alcanzar los objetivos propuestos. También se establecen indicadores para verificar la correcta implementación de las mejoras, como indicadores de rendimiento o KPI.

- Do (hacer):

En esta segunda fase, se llevan a cabo de forma estricta y rigurosa las actividades planificadas en la fase anterior y se recopilan datos sobre el rendimiento del proceso.

- Check (verificar):

En esta tercera fase se comparan los resultados obtenidos una vez que se han implementado las actividades planificadas con los objetivos definidos en la primera fase. De esta comparación se detectan posibles desviaciones y áreas de mejora

- Act (actuar):

La fase “act” del ciclo PDCA se centra en tomar decisiones basadas en los resultados obtenidos. Se implementarán planes de acción en base a estas decisiones retomando nuevamente el ciclo de manera continua.

La repetición constante del ciclo PDCA asegura que el proceso se encuentre siempre en desarrollo y mejora continua.

2.6.2. TPM (Mantenimiento Total Productivo)

El mantenimiento productivo total (TPM por sus siglas en inglés, Total Productive Maintenance), nace de la mano de Seiichi Najakima, un consultor japonés que toma las ideas del mantenimiento preventivo que se estaba llevando a cabo en la década de 1950 en EE. UU. En la siguiente década, desarrolla el método productivo en Japón, este se

hace parte de la cultura de las empresas y finalmente Seiichi Najakima vuelve a EE.UU. difundiéndolo como concepto de TPM

El TPM es una metodología de gestión que se enfoca en la optimización de la eficiencia de los equipos y la reducción de las pérdidas en los procesos de producción. Su objetivo es maximizar la disponibilidad de los equipos, mejorar la eficacia global del equipo (OEE, por sus siglas en inglés, Overall Equipment Effectiveness) y eliminar las averías y las paradas no planificadas.

El TPM se sustenta gracias a ocho pilares. Los cuales se definen a continuación.

2.6.2.1. Formación y capacitación

Este primer pilar es fundamental para poder implementar y mantener el TPM en toda la organización, ya que se enfoca en proporcionar las habilidades, conocimientos y competencias para que todos los empleados puedan realizar su trabajo de forma efectiva y contribuyendo a la mejora del proceso además de promover una cultura de mejora continua.

Para formar a los trabajadores lo primero que se ha de hacer es diseñar programas de formación adaptados a las necesidades de cada nivel de trabajo, desde operarios de línea hasta jefes. Una vez preparado el material de formación se llevan a cabo cursos y talleres prácticos para facilitar el aprendizaje y se asignan mentores para apoyar a los empleados durante el proceso de implementación del TPM. Para medir el impacto de la formación se llevan a cabo evaluaciones periódicas de seguimiento del desempeño e indicadores del rendimiento relacionados con la capacitación como la mejora en la eficiencia operativa o la satisfacción del personal. Los programas de formación también tienen carácter de retroalimentación, pues se realizan encuestas para identificar áreas de mejora y así mantenerse alineados con las necesidades tanto de la organización como de los trabajadores.

2.6.2.2. Mantenimiento Autónomo.

El pilar del mantenimiento autónomo es el segundo a través del cual se gestiona la implementación del TPM. Es básico tener implementadas las 5's en el área que se quiera establecer el TPM, ya que el orden y la limpieza son la base de este pilar.

Para la implementación de este pilar se ha de capacitar a los operarios a realizar tareas de mantenimiento básico tales como limpieza, lubricación, inspección y ajuste de equipos para prevenir averías y mantener los equipos en condiciones óptimas, ya que serán los propios operarios y no el personal de mantenimiento los que lleven a cabo estas actividades.

Las tareas de limpieza, lubricación e inspección de las máquinas están guiadas mediante unos estándares previamente realizados por los propios operarios con ayuda de los encargados de fabricación y servicios de mantenimiento, con los que se garantice que las actividades realizadas se ejecutan de manera consistente y efectiva.

2.6.2.3. Mantenimiento planificado.

Este pilar está enfocado en la realización de actividades de mantenimiento de acuerdo con una programación previamente establecida (por servicios técnicos y los encargados de fabricación) para prevenir fallos y maximizar la vida útil de los equipos. Esto implica la realización de inspecciones programadas, ajustes y sustituciones de componentes para prevenir fallos y maximizar la vida útil de los equipos.

Para realizar la programación de la ejecución del mantenimiento, lo primero que hay que hacer es identificar las actividades de mantenimiento que son necesarias para garantizar un rendimiento óptimo de los equipos, como por ejemplo calibraciones, lubricaciones, reemplazo de piezas, etc. Una vez identificadas estas actividades a realizar, se desarrollan los programas de ejecución del mantenimiento estableciendo la frecuencia y el procedimiento a seguir durante la realización de la tarea de mantenimiento. Se ha de tener en cuenta que este mantenimiento ha de estar coordinado con el programa de producción de la empresa para minimizar el impacto en la misma.

Para verificar la ejecución de estas actividades de mantenimiento planificado se realiza un registro en el que se anotará la realización de la actividad, tiempo de ejecución, y posibles comentarios del trabajador. Con estos datos registrados se realizarán análisis para evaluar la efectividad de las actividades de mantenimiento planificado e identificar posibles áreas de mejora.

2.6.2.4. Gestión temprana

Este pilar de gestión temprana (Early Management) se basa en integrar el conocimiento y las lecciones aprendidas de la fase de operación y mantenimiento en las etapas iniciales de diseño y desarrollo de nuevos equipos o procesos. Su objetivo principal es garantizar que los nuevos equipos y procesos sean altamente eficientes, seguros y fáciles de mantener desde el principio.

La gestión temprana implica la colaboración estrecha entre diferentes departamentos, como servicios técnicos, producción, calidad y seguridad, durante las fases de diseño y desarrollo. Esta colaboración permite identificar y eliminar potenciales problemas antes de que los equipos entren en operación, lo que reduce el tiempo de puesta en marcha y mejora la fiabilidad de los equipos.

2.6.2.5. Mantenimiento de la calidad

El pilar del mantenimiento de la calidad se basa en garantizar y mejorar la calidad de los productos y procesos mediante la prevención y el control de defectos.

Para prevenir la posibilidad de aparición de defectos en los productos durante su fabricación, se analiza el proceso identificando posibles variaciones y se toman medidas preventivas para mitigar el riesgo de defectos. También se implementan sistemas de control de la calidad como el sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC), prerequisites o inspecciones visuales entre otros.

En el caso de que se detecte algún defecto se realiza un análisis de causa raíz para identificar las posibles causas del defecto. El mantenimiento y mejora de la calidad está enfocada en el cliente, cuya satisfacción es la principal motivación de la empresa.

2.6.2.6. Mejora enfocada

Este pilar se centra en identificar y abordar las principales pérdidas que influyen en la Eficiencia Global del Equipo (OEE, por sus siglas en inglés Overall Equipment Effectiveness). Las principales pérdidas que se tratan de atajar mediante este pilar se dividen, según Nakajima, en tres grandes bloques: pérdidas de tiempo, de velocidad y de calidad. Estas pérdidas descritas previamente, se desarrollan en seis: averías, puesta a punto y ajustes, paros menores, reducción de la velocidad, retrabajos y rechazos. Una vez que se han identificado las pérdidas que se quieren mejorar, se realiza un análisis detallado de la causa raíz del problema y se establecerán objetivos claros y medibles para aumentar el rendimiento del área en el que se ha detectado la pérdida. Una vez que se han establecido los objetivos, se llevarán a cabo planes de acción y soluciones para abordar la causa raíz del problema, lo que puede implicar cambios en el proceso. Es importante realizar un seguimiento del progreso mediante el uso de indicadores de rendimiento.

2.6.2.7. Gestión de la seguridad, salud y medio ambiente

El objetivo del pilar de gestión de la seguridad, salud y medio ambiente es garantizar que haya cero accidentes haciendo que el entorno de trabajo sea seguro y saludable, además de minimizar todo lo posible el impacto ambiental de la industria. Es importante que todos los empleados estén comprometidos con la prevención de riesgos laborales por lo que para ello hay que promover una cultura de seguridad en el área de trabajo. También se ha de concienciar acerca del impacto que conllevan las operaciones industriales en el medio ambiente para promover prácticas más sostenibles.

2.6.2.8. Actividades de apoyo y de departamentos administrativos

Los departamentos administrativos tienen un papel muy importante en la implementación exitosa del TPM.

Empezando por el departamento de recursos humanos; este departamento se encarga del reclutamiento de personal con habilidades y competencias para apoyar la implementación del TPM. Esto implica buscar candidatos con experiencia previa de la metodología TPM o proactivos de manera que no sea compleja su formación.

El departamento de costos también es importante para la implementación exitosa del TPM, pues será quien asigne presupuestos y recursos para poder llevarlo a cabo y posteriormente realizará una evaluación de retorno de la inversión

El departamento de calidad y de ingeniería están muy involucrados en la implementación varios de los pilares comentados previamente como por ejemplo mantenimiento de la calidad y mejora enfocada.

Como conclusión de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), es importante destacar que la efectividad del TPM depende en gran medida de la participación y el compromiso de cada miembro del equipo. Este compromiso con el TPM contribuye a la sostenibilidad a largo plazo de las mejoras obtenidas y a mantener la competitividad de la organización a lo largo del tiempo.

2.6.3. Las 5's

La herramienta de las 5's es un conjunto de principios de organización y gestión visual que forman parte de la metodología Lean. Este nombre se debe a que el nombre (en japonés) de cada una de las cinco etapas de implementación de la metodología comienza con la letra "s".

Los objetivos de esta herramienta son: mejorar el ambiente de trabajo haciendo de este un lugar más seguro y limpio, hacer visibles anomalías y problemas que antes eran imperceptibles y aprovechar mejor los recursos especialmente el tiempo.

Previamente se ha comentado que esta herramienta consta de cinco etapas, aunque realmente tiene seis, pues hay una etapa previa a la implementación en la que se planea y se prepara lo que se va a llevar a cabo en las cinco siguientes etapas. A esta etapa se la conoce como "etapa de planeación y preparación".

En la siguiente figura se ve el orden de las etapas:



Figura 3. Orden etapas 5's. Fuente: (Cumbres, 2024)

Planeación y preparación:

Antes de empezar a aplicar la herramienta de las 5's, la dirección ha de tener claro que esta herramienta requiere que los operarios inviertan tiempo en ella para que pueda mantenerse a lo largo del tiempo y que realmente les beneficie llevarla a cabo. Una vez que se haya decidido llevarse a cabo, los altos mandos han de explicar a los operarios qué son las 5's, para qué servirán y los pasos que se han de seguir para la implementación mostrándoles ejemplos de otras fábricas para que así puedan ver la utilidad y los beneficios que conllevará la implementación.

Cuando haya conciencia acerca de esta herramienta se elegirá un área piloto para implementarla, así como al equipo que lo llevará a cabo, el cual estará liderado por un alto mando. La evolución de la implementación servirá de aprendizaje para futuras áreas.

Una vez que tenemos tanto el área como el equipo elegido, se puede empezar la primera etapa de la metodología propiamente dicha.

2.6.3.1. Seiri (Clasificación)

Lo primero que se ha de realizar antes de empezar el procedimiento en sí, es fotografiar el área en el que se quiere implementar las 5's para, en un futuro poder comparar los cambios.

Una vez tomadas las fotografías se comenzará a clasificar lo que hay en ese momento en el área escogido. Para ello, se hará un inventario de todos los elementos que haya en el lugar de trabajo, en el que se incluirán: equipos, herramientas, documentos y cualquier objeto. Una vez que se tengan todos los elementos identificados en el inventario se clasificarán en tres categorías: necesario, innecesario y elementos que requieren una evaluación adicional. En el inventario se etiquetará con color verde aquello necesario, con color rojo lo innecesario y con color azul lo que se necesite reevaluar.

Lo clasificado como innecesario se eliminará del área de trabajo reciclándolo o reubicándolo en otra área de la fábrica, dependiendo de cuál sea el elemento que se quiera eliminar.

Por otra parte, se llevarán a cabo planes de acción para aquellos elementos que se ha decidido evaluar nuevamente como pueden ser: reparar, limpiar o reponer.

Y los elementos necesarios los ordenaremos en la siguiente etapa.

2.6.3.2. Seiton (Orden)

En esta etapa, organizaremos todos los elementos que hayamos clasificado como necesarios en el área de trabajo. Primero, se establecerá una ubicación específica para cada elemento de manera que se facilitará la localización, colocación y el retorno a su posición. Se harán las siluetas de los elementos en la zona de colocación y etiquetas con el nombre del elemento o carteles visuales, en el caso que no sea posible etiquetar, para saber la ubicación correspondiente de cada objeto.

Para saber dónde ubicar cada uno de los objetos, se tendrá en cuenta la frecuencia de uso de estos por parte de los operarios y criterios de seguridad y calidad.

Con esta etapa se consigue tener cada cosa en un sitio y un sitio para cada cosa.

2.6.3.3. Seiso (Limpieza)

La limpieza es fundamental para conseguir que un espacio de trabajo se mantenga en condiciones óptimas. Además del proceso de limpieza en sí, se está llevando a cabo una inspección de los equipos, pues a través de esta limpieza se puede detectar si algún equipo no está funcionando como debería, pues hay mayor facilidad para detectar fugas, cables sueltos, etc.

Para ejecutar esta etapa, primero se diseña el programa de limpieza, indicando que áreas se deben de limpiar, con qué frecuencia y los procedimientos que deben seguirse para que la limpieza sea efectiva. También se asignarán responsabilidades a los

miembros del equipo del área, que asumirán la limpieza como una tarea necesaria de frecuente realización. Los operarios han de tener en cuenta que, si durante el proceso de limpieza detectan que no se cumple el orden previamente propuesto, han de identificar la causa del incumplimiento para establecer planes de acción que motiven una nueva propuesta de ordenación o limpieza.

2.6.3.4. Seiketsu (Estandarización)

La cuarta etapa de la metodología de las 5's consiste en documentar todo lo que se ha realizado previamente. Para ello se desarrollan estándares a modo de procedimiento que guiarán a los trabajadores a la hora de realizar tareas de clasificación, orden y limpieza. Además, se realizarán listas de verificación de estos estándares, para comprobar que las tareas se ejecutan siguiendo los estándares. Hay que formar a todos los miembros del equipo acerca de los procedimientos establecidos en los estándares para que sepan su funcionamiento. Se establecerá un sistema de comunicación para que en el caso de que se modifique algún procedimiento, todos los trabajadores vinculados con el área estén informados.

2.6.3.5. Shitsuke (Mantenimiento)

Esta última etapa se centra en asegurar que todo lo que se ha realizado previamente se mantenga de manera constante y sostenible en el tiempo. Este mantenimiento de las prácticas de las 5's dependerá en gran medida del espíritu de pertenencia al proyecto, por lo que, si una persona ha estado muy implicada durante la implementación, será más probable que desarrolle mayor conexión con el proyecto y como resultado, esté más comprometida con el mantenimiento a largo plazo.

2.6.4. Trabajo estandarizado

El trabajo estandarizado es otra de las herramientas utilizadas en Lean Manufacturing.

La falta de trabajo estandarizado no garantiza que siempre se ejecuten los procesos de la misma forma haciendo que no haya una homogeneidad constante en el proceso.

El objetivo de esta herramienta es determinar el proceso de ejecución de un proceso o una tarea de la manera más eficiente logrando la máxima calidad, los menores costes y fomentando la mejora continua.

Taiichi Ohno, decía: "Donde no hay estándar, no hay actividad de mejora", pues es muy probable que sin un procedimiento estándar cada operario trabaje de una manera diferente y por lo tanto no haya un punto de partida común desde el que se puedan aplicar mejoras.

Esta herramienta proporciona numerosas ventajas (Albert, 2018)

- Facilita el aprendizaje del proceso al documentarlo por escrito,
- Minimiza errores y resuelve dudas sobre de procedimientos.
- Incrementa la productividad al utilizar la forma productiva más optimizada hasta el momento.
- Establece un vocabulario común para referirse a las diferentes áreas o partes de máquinas.

Para llevar a cabo esta herramienta se siguen una serie de pasos, los cuales se detallan a continuación. Es necesario comentar que la estandarización de procesos o tareas ha de ser sencilla, pues de otra manera los proyectos *Lean* tienen una alta probabilidad de fracasar.

Primero se selecciona el proceso o tarea que se quiera estandarizar. Esta selección se realiza en base al VSM o mapa de pérdidas, pues será un proceso o tarea más complejo o que requiere más cuidados.

Posteriormente se realizan mediciones del tiempo que se tarda en realizar el proceso o tarea en global, y cualquier otra operación que se lleve a cabo durante el proceso. Para registrarlos se utiliza una hoja de medición anotando en ella el número de la operación que ocupa en el proceso, el nombre de la operación, y en qué punto se miden los tiempos para posteriormente añadir el tiempo de cambio de herramientas y así tener la capacidad de producción de cada operación.

Se diseña y documenta en forma de gráfico, la secuencia del proceso que se ha estudiado previamente de una manera optimizada, es decir, se observa si hay tiempos muertos en el proceso y si en ese tiempo se pueden realizar otras tareas se añaden en la secuencia.

Todas las operaciones que se han registrado tanto en la tabla como en el gráfico de la secuencia del proceso se han de documentar realizando así procedimientos de trabajo estándar o instrucciones de operación.

2.6.4.1. Ciclo SDCA

Los procedimientos de trabajo estándar o instrucciones de operación han de seguir el ciclo SDCA (Standarize, Do, Check, Act; estandarizar, hacer, comprobar, actuar) para lograr mejoras, como se puede ver en la “figura 4”. Este ciclo SDCA es una metodología de mejora continua utilizada para estandarizar procesos, identificar áreas de mejora,

implementar cambios y monitorear resultados. A continuación, se explica cada etapa del ciclo SDCA.

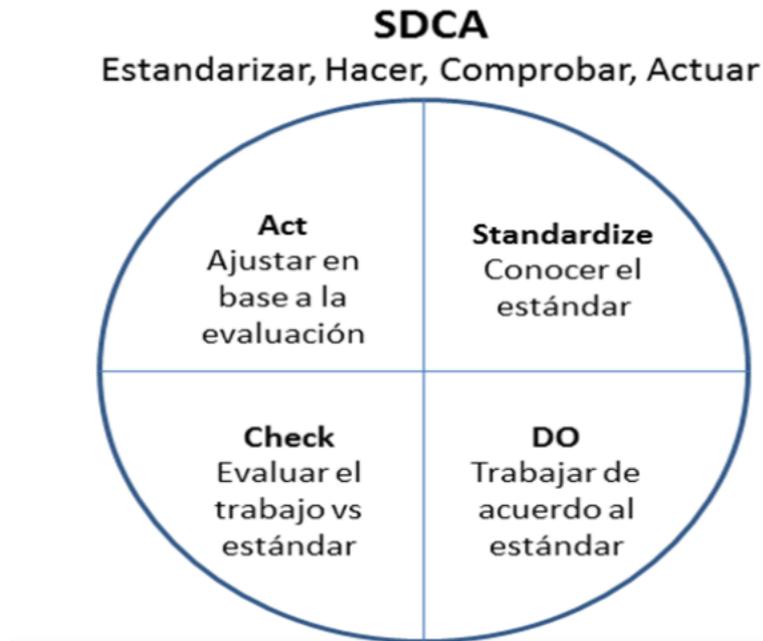


Figura 4. Ciclo SDCA. Fuente: (Minaya, 2015)

2.6.4.1.1. Estandarizar (*Standardize*)

Como se ha comentado antes, sin estándares no hay mejora, por eso es importante crear estándares, siendo este el primer paso de la mejora estandarizada. Primero se ha de seleccionar el proceso que se quiere estandarizar, para ello se identifican los procesos clave que tienen un impacto significativo en la calidad del producto, en los costes operativos o en la eficiencia general de la organización. También se tienen en cuenta la frecuencia con la que se realiza el proceso, la dificultad de la operación y la consistencia de la ejecución, pues los procesos que se realizan con frecuencia, de forma repetitiva y con dificultad son los candidatos principales para estandarizar. Además, antes de estandarizar un proceso hay que considerar el impacto que tendrá estandarizarlo en términos de mejora de la calidad, reducción de costos o aumento de la eficiencia. Se priorizarán aquellos que tengan mayores beneficios para la organización.

Para definir estos estándares se ha de definir la meta que se quiere lograr con el estándar. En base a la meta que se quiere conseguir, se elabora el estándar. En este estándar se detallarán los pasos que deben seguirse para llevar a cabo la tarea o actividad, estos pasos se han de ordenar de forma secuencial proporcionando además instrucciones claras y tiempo de ejecución de cada paso. En el caso de que haya pasos

del procedimiento en los que sea necesario hacer uso de otro estándar, se facilitará la referencia de este.

También se anotan los requisitos específicos para llevar a cabo el procedimiento, como equipos de protección individual, material utilizado, etc.

Es importante indicar quienes deben aprobar el procedimiento antes de su implementación para que los directivos sepan los pasos que están redactados y puedan aportar, en el caso de ser necesario, algún comentario de mejora.

Se muestra a continuación un ejemplo de la realización de un procedimiento estándar de limpieza, inspección y lubricación también llamado “LIL”.

Se comenta en el apartado del mapa de pérdidas la realización de procedimientos estándar “LIL” para evitar pérdidas, por lo que se explica su fundamento a continuación.

La realización de este procedimiento estándar es fundamental para garantizar la seguridad de los alimentos, pues se diseña con los siguientes objetivos: eliminar posibles focos de contaminación a través de la limpieza, reducir la probabilidad de contaminación por cuerpos extraños a través de la inspección y mantener el equipo en condiciones óptimas de funcionamiento a través de la lubricación.

Una correcta limpieza es fundamental para garantizar la seguridad de los alimentos. A través de esta limpieza se eliminan los residuos o microorganismos que podrían causar enfermedades.

En el apartado de inspección se revisan los teflones y los rodillos para detectar posibles trozos faltantes, pues de ser así, el trozo faltante ha podido ser arrastrado por el propio producto y por lo tanto ser un riesgo de contaminación alimentaria.

Por último, está incluido en el procedimiento estándar un apartado de lubricación, para realizar las lubricaciones, para así mantener los motores de la cinta de selección de legumbre en óptimas condiciones al reducir la fricción entre las piezas móviles lo que minimiza la necesidad de reparaciones costosas.

PROYECTO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CONSERVAS.

Tabla 1. Procedimiento estándar de limpieza, inspección y lubricación de la cinta de selección de legumbres. Fuente: elaboración propia.

ESTÁNDAR DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN DE LA CINTA DE SELECCIÓN DE LEGUMBRE			CODIFICACIÓN LIL-FA-LI-001	MÁQUINA UTILIZADA: CINTA DE SELECCIÓN DE LEGUMBRE	FECHA EDICIÓN: 12/02/2024	EDICIÓN: 2	
TAREA	PUNTO DEL ESTÁNDAR	FRECUENCIA	PASOS	EPI	MATERIAL UTILIZADO	PROCEDIMIENTO PROBLEMAS	TIEMPO
Limpieza	1.1	Diaria (al finalizar la fabricación)	Limpieza de la cinta transportadora			En caso de que haya algún problema avisar al encargado de turno	25
			1.- Retirar los posibles restos sólidos que queden en la cinta 2.- Aclarado inicial con agua de satélite 3.- Enjabonado y dejar actuar durante 15 minutos 4.- Aclarado del jabonado 5.- Aclarado final				
	1.2	Diaria (al finalizar la fabricación)	Limpieza de los rodillos de soporte de la cinta				
1.- Retirar los posibles restos sólidos que queden en la cinta 2.- Aclarado inicial con agua de satélite 3.- Enjabonado y dejar actuar durante 15 minutos 4.- Aclarado del jabonado 5.- Aclarado final							
1.3	Diaria (al finalizar la fabricación)	Limpieza del área de la cinta de selección					
		1.- Retirar los posibles restos sólidos que queden en la cinta 2.- Aclarado inicial con agua de satélite 3.- Enjabonado y dejar actuar durante 15 minutos 4.- Aclarado del jabonado 5.- Aclarado final					
Inspección	2.1	Semanal (al finalizar la fabricación)		Inspección rodillos de retorno			En caso de que haya algún problema avisar al encargado de turno
			1.- Inspeccionar los rodillos inferiores de la cinta de selección de legumbre 2.- Comprobar que no tienen rebabas y que no falta ningún componente.				
2.2	Diaria (al finalizar la fabricación)	Inspección guías de teflón laterales					
		1.- Inspeccionar las guías de teflón laterales 2.- Comprobar que no tienen rebabas y que no falta ningún componente					
Lubricación	3.1	Trimestral (al finalizar la fabricación)	Lubricar el motor 1 de la cinta			En caso de que haya algún problema avisar al encargado de turno	5
			1.- Coger el lubricante autorizado 2.- Limpiar los puntos de engrase número 1 y 2 del motor 1. 3.- Bombear dos veces la bomba de lubricación cada punto de engrase (1 y 2) del motor 1. 4.- Eliminar el sobrante de grasa de los puntos de engrase número 1 y 2 del motor 1				
APROBACIÓN			DEPARTAMENTO DE CALIDAD	DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD	DEPARTAMENTO DE FABRICACIÓN		

2.6.4.1.2. Hacer (*Do*)

En esta segunda fase, es muy importante formar a los operarios correspondientes en base al procedimiento estándar. Una vez que ya están formados, se pone en práctica el procedimiento siguiendo los pasos identificados en el mismo.

Se supervisa la ejecución de las acciones para garantizar que se lleven a cabo según lo definido.

En el caso del procedimiento estándar que se muestra previamente, se realiza el procedimiento en el orden adecuado, empezando por los puntos correspondientes a la limpieza, posteriormente se realizan los puntos de inspección, que en el caso de ser semanales solamente se realizan una vez a la semana y finalmente los puntos de lubricación o engrase que se realizan una vez cada tres meses.

Se puede dar el caso de que haya algún incidente durante la realización del procedimiento, como, por ejemplo, que se rompa una boquilla de la manguera, por lo que, siguiendo el procedimiento, hay que avisar al encargado para que nos comente que hay que hacer, podrían darse varios casos, como que nos indique simplemente tirar la boquilla rota y coger una nueva de una sala de limpieza o quizás no haya repuestos concretos de esa boquilla y haya que pedir más boquillas al proveedor. En este procedimiento será el encargado quien tome la decisión final de qué hacer.

2.6.4.1.3. Comprobar (*Check*)

En este tercer paso, se verifica que se han seguido todos los pasos descritos en el estándar con las especificaciones establecidas.

Una vez que se ha comprobado que todos los pasos se han realizado en base al estándar, se comparan los resultados obtenidos de la ejecución durante el paso "hacer" con el objetivo del estándar, para determinar si las acciones han sido efectivas.

En este caso, se rellena una lista de verificación del procedimiento estándar como se muestra a continuación. Se colorea el recuadro correspondiente al punto del procedimiento y del día en color verde si se ha realizado ese punto de manera correcta. Se colorea el recuadro de color rojo si no se ha realizado ese punto de manera correcta y/o hay alguna desviación. Se colorea el recuadro de color negro en el caso de que ese día no aplique la realización de ese procedimiento estándar, bien porque no está planificado por la propia frecuencia del procedimiento o porque no sea necesario debido a que no se haya utilizado el equipo.

En el caso de la lista de verificación que se muestra a continuación del procedimiento estándar, se puede observar que la inspección de las guías de teflón laterales del jueves de la semana número uno está en rojo, lo que significa que ese día se detectó alguna desviación, en este caso concreto es una formación de una rebaba en el teflón de las guías laterales de la cinta de selección.

Tabla 2. Lista de verificación de un estándar de limpieza, inspección y lubricación. Fuente: elaboración propia

TAREA	PUNTO DEL ESTÁNDAR	FRECUENCIA	NOMBRE DE LA TAREA	Semana 1						
				L	M	X	J	V	S	D
Limpieza	1.1	DIARIA	Limpieza de la cinta transportadora							
	1.2	DIARIA	Limpieza de los rodillos de soporte de la cinta							
	1.3	DIARIA	Limpieza del área de la cinta de selección							
				L	M	X	J	V	S	D
Inspección	2.1	SEMANTAL	Inspección rodillos de retorno							
	2.2	DIARIA	Inspección guías de teflón laterales							
				L	M	X	J	V	S	D
Lubricación	3.1	TRIMESTRAL	Lubricar el motor 1 de la cinta							

2.6.4.1.4. Actuar (Act)

Esta etapa es clave para asegurar la mejora continua del proceso ya que implica tomar medidas basadas en los resultados y en las conclusiones obtenidas durante la etapa anterior.

Algunas de las medidas que se pueden llevar a cabo son: ajustes en el estándar del procedimiento o la implementación de acciones correctivas en el caso de que se hayan identificado desviaciones o problemas durante la fase anterior “check” para prevenir la recurrencia de estos en el futuro.

Se establecen mecanismos de seguimiento para monitorear la efectividad de las acciones implementadas y revisar periódicamente los resultados obtenidos, para así garantizar que las mejoras son sostenibles a lo largo del tiempo.

En el caso concreto que se está estudiando del estándar de limpieza, inspección y lubricación de la cinta de selección de legumbre, se ha observado que el jueves de la semana uno, ha habido una desviación del procedimiento debido a la formación de una

rebaba en el teflón en las guías laterales. Una vez detectada esta desviación se avisa al encargado que es quien toma una decisión respecto a la desviación. Lo que se decide es notificar al equipo de mantenimiento para reparar la pieza evitando así posibles riesgos futuros.

2.6.5. Sistemas estructurados de participación del personal

Los sistemas estructurados de participación del personal son estructuras organizadas de grupos de trabajo diseñadas para involucrar activamente a los empleados en la toma de decisiones, resolución de problemas y la mejora continua de la empresa.

Estos grupos pueden ser denominados: círculos de calidad, grupos de trabajo, grupos de mejora o equipos de resolución de problemas entre otros nombres similares. Estos están compuestos por personas que operan diariamente en la línea de producción. Lo que se busca es aprovechar el potencial de los empleados fomentando que haya sugerencias para la identificación de mudas y oportunidades de mejora y posteriormente llevar a cabo acciones que permitan resolverlos. El trato directo entre la dirección con los operarios promueve la implicación del personal al generar un sentimiento de conexión más profundo con la empresa. Esto se traduce en que los trabajadores se perciben como parte integral de un equipo en el que los directivos participan activamente. (Fernández González, Mejías Sacaluga, García Arca, & Prado Prado, 2010)

2.6.6. *Jidoka*

Jidoka es otra herramienta utilizada en el entorno del Lean. *Jidoka* es un término japonés que, aunque no tiene una traducción literal al castellano se utiliza el término de “automatización con un toque humano” al referirse a ella.

El objetivo principal de esta herramienta es asegurar la calidad del producto al detener inmediatamente la producción cuando se detecta algún problema y no extender el problema aguas abajo en el proceso productivo.

Jidoka funciona parando la producción, como se ha comentado previamente. Este paro se realiza de forma automática por parte de las máquinas, pues estas están diseñadas para que, en el caso de detectar anomalías, fallos en el equipo, o cualquier otra condición anormal que pueda afectar a la calidad o a la seguridad del producto detenga la producción.

Una vez que la maquinaria está parada debido a la detección de cualquier tipo de anomalía, se activa una señal, gracias a la herramienta *andon*, alertando así a los operadores sobre el problema.

Los operadores intervendrán en la maquinaria para detectar la causa del problema y aplicar una solución definitiva. Si no se detecta la causa raíz del problema rápidamente, se tratará de solucionar momentáneamente y acto seguido se utilizarán técnicas de resolución de problemas o averías como el diagrama de Ishikawa, el diagrama de Pareto o los “5” porqués.

Hay que tener en cuenta que la herramienta *Jidoka* se utiliza en trabajos realizados por maquinaria y no por humanos, por lo que, para hacer uso de esta herramienta, es requisito mínimo tener las tareas ejecutadas de forma automática. Para hacer este traspaso de actividades manuales a automáticas se han de hacer pruebas exhaustivas para asegurar el correcto funcionamiento y eficiente del nuevo sistema automatizado. Se ha de capacitar también a los trabajadores para que comprendan cómo funciona el nuevo sistema automatizado y cómo hacer uso de la herramienta *Jidoka* y así saber que procedimiento han de seguir en el caso de que haya una avería en la maquinaria.

Esta herramienta para la automatización del proceso se ayuda de las herramientas Poka-Yoke y Andon que se explican a continuación

2.6.6.1. Poka-Yoke

La técnica *Poka-Yoke* fue desarrollada en japonés por el ingeniero Shigeo Shingo, en la década de 1960. La traducción de Poka-Yoke es “a prueba de errores”, aunque también se conoce como “cero defectos”

El objetivo de esta herramienta es crear un proceso en el que sea imposible realizar un error mediante la anticipación y prevención.

Los sistemas *Poka-Yoke* son aquellos que tienen mecanismos que ayudan a prevenir los errores antes de que sucedan. Estos sistemas, por un lado, implican realizar el 100% de inspección y, por otro lado, retroalimentar inmediatamente cualquier error que haya podido ocurrir.

Un caso real de la fábrica “Litoral” en cuanto al sistema *Poka-Yoke* es la configuración de alguna cinta transportadora para que solamente permita el paso de botes de un diámetro y no permita botes de ninguno otro. Para ello, se regulan las guías laterales de forma que solamente permitan el paso de uno de los posibles diámetros.

Dependiendo de las inspecciones que se realicen con este sistema, se conseguirán unos efectos u otros, a continuación, se exponen diferentes tipos de inspección.

- Inspección de criterio:

Mediante esta inspección se realiza una distinción entre los productos aceptables y los defectuosos, utilizando un estándar como referencia. De ser posible, se inspecciona el 100% de la producción, pero si esta es demasiado costosa, se realizarán muestreos. Esta inspección no es la más ideal, pues no evita que los errores vuelvan a ocurrir.

- Inspección informativa:

Se centra en identificar las posibles causas de error al realizar controles en las potenciales fuentes de error. En el caso de detectar algún problema, se toman acciones correctivas. Esta inspección se puede realizar por el propio trabajador, o aguas abajo tanto por un trabajador como por una máquina. Si la inspección se realiza por el propio trabajador la acción correctiva se puede ejecutar de manera inmediata. En cambio, que se realice una inspección de manera subsecuente, implica revisar el trabajo realizado después de que haya sido completado.

- Inspección en la fuente del error:

Se basa en la realización de controles de que afecten a la calidad, detectando así los errores y atacando directamente su origen. Se lleva a cabo la acción en la etapa donde ha ocurrido el error para evitar que se convierta en defecto, y no como resultado de la retroalimentación en la etapa de defecto. De no ser posible prevenir el error, se debe querer como mínimo detectarlo.

Pero ¿cuál es la diferencia entre error y defecto?

- Error:

Un error es una acción humana o un proceso que no cumple con los requisitos especificados. Puede ocurrir en cualquier etapa del proceso y puede ser intencional o no intencional. Los errores pueden ser cometidos por cualquier persona involucrada en el proceso, desde diseñadores e ingenieros hasta operadores de línea.

- Defecto:

Un defecto es el resultado tangible de un error. Se refiere a cualquier característica o atributo de un producto o servicio que no cumple con los requisitos o estándares especificados por el cliente o por el proceso. Un defecto puede manifestarse en diversas

formas, como errores de diseño, problemas de fabricación, o fallos en la entrega o servicio.

2.6.6.2. *Andon*

El control visual es otra herramienta que nació en Japón durante los años 70. En japonés, la palabra “andon” significa “señal” o “linterna”, lo que define el funcionamiento de la herramienta en cuestión.

Esta es una herramienta basada en señales visuales y auditivas que son fáciles de identificar y entender. Estas señales proporcionan información acerca de las condiciones de trabajo, de esta forma, nos permiten conocer la situación en tiempo real de un proceso e identificar condiciones anormales o fuera de parámetros para poder resolverlas.

Se pueden diferenciar varios indicadores de alerta dependiendo de qué manera se quiera identificar, mediante alarmas acústicas o lámparas de colores. Las alarmas acústicas referencian que ha habido un fallo o de que algo no está funcionando bien, pero no da información sobre el tipo la categoría de fallo que es. Por otra parte, una lámpara de colores es una torreta con luces de diferentes colores en la que cada color proporciona información acerca del estado del proceso productivo, además de poder indicar fallos en el proceso como pueden ser de calidad, seguridad o mantenimiento. Un ejemplo de la distribución de colores en la lámpara puede ser el siguiente: verde, amarillo y rojo. El significado de cada color varía dependiendo de las organizaciones y de los procesos, pero a nivel global, se puede generalizar que el color verde significa que la producción es normal o está funcionando sin problemas, por lo que la fabricación puede continuar; el color amarillo significa que se ha detectado un problema, por lo que hay que solucionarlo o realizar comprobaciones de calidad del producto antes de expedirlo y el color rojo significa que la producción se ha detenido, por lo que hay que investigar con el jefe de turno o de fabricación el problema y solucionarlo cuanto antes.

Gracias a este sistema de gestión visual se pueden tomar acciones correctivas justo cuando se ha producido una situación anormal. También se evidencia dónde ha sido el punto del proceso en el que se ha producido la situación anormal para que los operarios o el encargado de fabricación ataque exactamente ese punto y no esforzarse supervisando otros puntos que siguen funcionando correctamente.

Un caso concreto de un indicador *andon* es el de la cinta de selección de legumbre en la fábrica “Litoral”. Esta cinta de selección de legumbres tiene un detector de metales instalado en la línea para garantizar la seguridad alimentaria y detectar cualquier

contaminación metálica en los productos. El indicador *andon* está colocado en un punto estratégico de la zona de selección visible para todos los operadores del área. Cuando la cinta de selección se detiene, ya sea de forma planificada o debido a un problema no previsto se activa automáticamente una luz de color rojo y en el caso de que el detector de metales haya detectado algún cuerpo extraño se enciende la luz de color amarilla. En el caso de que la cinta de selección funcione con normalidad el color que se visualizará en el panel visual será el verde.



Figura 5. Lámpara Andon. Fuente: ANK Solutions.

También hay otras herramientas que son los tableros, por un lado, están los de información, que realizan un seguimiento del plan de producción y por otro lado están los tableros de resultados o de rendimiento, en los que se muestran los indicadores de desempeño, evidenciando, cómo influye el rendimiento de los trabajadores en los resultados del proceso.

2.6.7. *Gemba*

La palabra “*gemba*” se traduce como “lugar real”, es decir, el lugar donde ocurren acciones reales y donde se pueden encontrar los hechos. La filosofía de esta herramienta *gemba* busca que los líderes visiten el área de trabajo y para conocer realmente cómo se llevan a cabo las operaciones y cómo pueden mejorarse.

El objetivo principal de esta herramienta es crear un enlace entre los trabajadores y los líderes para identificar oportunidades de mejora, solucionar problemas y tomar decisiones basadas en datos e información real.

El *gemba*, como se ha mencionado previamente, es el lugar de trabajo y fuente de toda información. Cualquier necesidad en este lugar de trabajo ha de tener un apoyo

proporcionado por la dirección, ya que el ver el *gemba* como una fuente de fallos, problemas o fracasos no hace mejorar la forma de producir y conlleva consecuencias negativas, como desmotivación del personal, estancamiento de oportunidades de mejora.



Figura 6. Gemba en la fábrica de Nestlé de Colombia. Fuente: Lean Construction México.

Una buena comunicación entre la dirección y los operarios hace que la información fluya mucho mejor y de este modo las expectativas y los objetivos planteados por la dirección enfocados en la mejora continua, o *kaizen*, se comprendan más fácilmente. El reto de poder cumplir con los objetivos acordados por los directivos de una forma de retroalimentación positiva hace que los trabajadores tengan un compromiso con la empresa y gran orgullo por la tarea que realizan.

En la fábrica Litoral, se relaciona *gemba* con una reunión operacional que tiene lugar en la entrada de la fábrica, es decir, en el lugar donde ocurren las acciones reales, tal y como se muestra en la fotografía previa de una fábrica de Nestlé en Colombia.

2.6.8. *Just In Time* (Justo a tiempo)

El *Just In Time* es un sistema de gestión de la producción que se basa en optimizar los métodos productivos y orientarlos a la demanda del cliente. El objetivo principal es satisfacer al cliente en el momento que desea, en la cantidad que desea y con productos de alta calidad. Este enfoque fue desarrollado por Toyota en Japón como parte del TPS y ha sido adoptado por muchas otras organizaciones en todo el mundo.

El JIT se basa en producir según la demanda, es decir, justo a tiempo como su nombre indica promoviendo la producción de artículos solo cuando son necesarios para

satisfacer la demanda del cliente. Para ello se basa en las siguientes herramientas: SMED, sistema “pull”, *Takt Time*, *Heijunka* y *Kanban*

2.6.8.1. SMED (Cambio rápido de herramientas)

Esta técnica llamada SMED (Single Minute Exchange of Die, traducido como “cambio rápido de Herramientas en menos de diez minutos”) fue desarrollada en la década de 1950 por Shigeo Shingo, pues la empresa Toyota contrató a este ingeniero para reducir el tiempo de cambio de herramientas en su fábrica tras analizar cómo se realizaban los cambios en la industria automotriz en Estados Unidos.

Esta herramienta se utiliza para reducir todo lo que se pueda el tiempo de cambio de herramientas y aprovechar al máximo el tiempo de producción. Esta reducción de tiempos se consigue mediante la implementación de cambios en las máquinas, herramientas o en el producto, los cuales implican parametrizaciones y estandarizaciones en el proceso.

Como se ha comentado, el objetivo es la reducción del tiempo de cambio de herramientas, pues es importante que este proceso no dure mucho, ya que así se puede producir diariamente la cantidad requerida por el cliente sin tener la necesidad de invertir en inventarios. Además, emplear esta metodología, la posibilidad de errar en el cambio de herramientas disminuye considerablemente, pues se estandariza el proceso.

La implementación de la metodología SMED se lleva a cabo en seis etapas.

2.6.8.1.1. Observación inicial y medición del tiempo de cambio

Lo que se ha de realizar en un proceso previo al evento *kaizen* es un mapeo de la cadena de valor, para determinar qué parte del proceso o máquina es cuello de botella y por lo tanto la que se priorizará para implementar en ella esta herramienta. Una vez que se ha tomado la decisión de cual será donde se implemente la herramienta SMED, se estudiarán los objetivos a conseguir y para ello, se decidirá cuando se llevará a cabo el evento *kaizen*, qué personas formarán parte de este y cuándo será su formación acerca de la metodología.

Durante el evento *kaizen*, lo primero que se hace, es grabar en video el proceso de cambio de herramientas en la parte del proceso que se ha decidido y cronometrar el tiempo que se tarda desde que pasa el último producto de la producción hasta que el paso del producto una vez reiniciado el proceso con la nueva configuración. Una vez tomados estos datos el equipo se reunirá para analizar el video, lo que pasa a ser la etapa número dos.

2.6.8.1.2. Diferenciación entre la preparación interna y la externa

En esta segunda etapa, el equipo se reúne y analiza el video filmado previamente, del que se extrae información detallada de cada actividad realizada. Con esta información se clasificarán las actividades realizadas como internas o externas. Una actividad interna será aquella que se realiza con la máquina parada y una externa aquella que se puede realizar antes o después del paro.

2.6.8.1.3. Conversión de actividades internas en externas.

El objetivo de esta etapa es convertir la mayor cantidad de actividades internas en externas para conseguir que el tiempo de paro sea mínimo y realizar las actividades externas fuera del tiempo de paro como se ha descrito previamente. Para conseguir esto: se simplificarán ajustes, se estandarizarán herramientas, se reorganizará el espacio de trabajo, se parametrizarán todos los elementos posibles y las tareas de verificación de la realización del proceso se realizan como actividad externa una vez reanudada la marcha del proceso.

2.6.8.1.4. Reducción del tiempo de las actividades internas.

Se debe reducir al máximo el número de actividades de preparación interna y el tiempo de realización de estas. Para ello, se reducen los ajustes de la maquina mediante parametrizaciones, se utilizan herramientas de uso más sencillo y se fomenta el trabajo en equipo para aquellas actividades que no se pueden realizar individualmente

2.6.8.1.5. Reducción del tiempo de las actividades externas.

Para la reducción del tiempo requerido para la realización de estas actividades externas se busca hacer las tareas de verificación de forma listada en formato digital y tener las herramientas bien ubicadas mediante la metodología de las 5's para no perder tiempo buscándolas.

2.6.8.1.6. Estandarización y mantenimiento del nuevo procedimiento.

Para conseguir la reducción de los tiempos de las etapas mencionadas previamente se necesitarán hacer varias pruebas piloto para comprobar que los procedimientos que se van a llevar a cabo son los adecuados. Una vez que se considere que se puede realizar un procedimiento del proceso, se establecerá el procedimiento para llevar a cabo el cambio de formato además de una verificación del procedimiento para comprobar que este se ha llevado a cabo de forma correcta. En el caso de que haya modificaciones del procedimiento debido a mejoras en el proceso o nuevos ajustes se ha de modificar el procedimiento documentado y notificar a todas las personas implicadas en el cambio.

También se formará a los operarios involucrados en el proceso de cambio de formato y se realizará un seguimiento del rendimiento para asegurar que los objetivos esperados se logran.

La aplicación de esta herramienta hace que el tiempo de respuesta a un posible cambio de demanda por parte del cliente disminuya ya que la flexibilidad de la producción es mayor.

2.6.8.2. Sistema “pull”

El sistema “pull” es una técnica Lean más utilizada para reducir el desperdicio de los procesos de producción. Esto es así porque la producción se inicia y se ajusta en función de los pedidos reales de los clientes y los materiales se mueven a través de la cadena de suministros en lotes pequeños y con tiempos de espera mínimos. Es decir, en lugar de producir grandes cantidades para mantener un gran inventario, se producen las cantidades necesarias en el momento en que son necesarias.

En Litoral, el inicio del proceso de producción comienza cuando se recibe una orden o solicitud del cliente, pudiendo ser un pedido específico o una señal de reabastecimiento de inventario cuando hay un sistema de gestión de inventario tipo Kanban.

La fabricación se ejecuta solamente para satisfacer la demanda del cliente y una vez que se inicia esta fabricación, esta se realiza de forma continua y fluida, evitando la acumulación de inventario en exceso sincronizándose las etapas entre sí. Para conseguir evitar esta acumulación de inventario se utilizan técnicas de mejora continua para ajustar y optimizar el sistema “pull” de manera que se estudian los cuellos de botella para eliminarlos y mejorar la eficiencia operativa.

2.6.8.3. Takt time

El término “takt” proviene del alemán y se traduce como “velocidad”, “ritmo” o “compás”. Por lo que el *takt time* hace referencia a la tasa de producción ideal para satisfacer la demanda del cliente de manera constante y eficiente sin generar exceso de inventario ni tiempos de espera. Es una herramienta importante para la programación de la producción que ayuda a nivelar la carga de trabajo en la línea de producción.

Hay que hacer una referencia al concepto *lead time* o tiempo de ciclo en español, para no confundirlo. Este *lead time* hace referencia al tiempo total necesario desde que se genera una orden de pedido hasta que se completa entregándolo al cliente. Incluyendo en este periodo todas las actividades necesarias para procesar el pedido, como la logística, la fabricación, embalaje y el transporte final entre otras

Volviendo al concepto de *takt time*, es necesario conocer cómo se calcula, para ello se tienen en cuenta los siguientes factores:

- **Tiempo productivo disponible:** es el tiempo en el que una planta está produciendo.

Se calcula a continuación el tiempo productivo total para la fábrica de Litoral:

Tiempo productivo total

$$= \text{Tiempo de trabajo diario} - \text{descansos y almuerzos} \\ - \text{mantenimiento y reuniones}$$

- o Tiempo de trabajo diario: tiempo de jornada laboral diaria total → 8 horas= 28800 segundos
- o Descansos y almuerzos: tiempo en el que la línea tiene que parar durante los descansos de los trabajadores → 0 segundos, pues la línea no para por motivos de descansos ya que se dan relevos unos trabajadores a otros para descansar.
- o Mantenimiento y reuniones: tiempo en el que la línea está parada por motivos de mantenimiento y reuniones, por lo general no hay paradas planificadas de mantenimiento durante la fabricación, sino que estas gracias a la implementación del pilar de mantenimiento planificado, que se comentará más adelante, los mantenimientos que se realizan en la línea se realizan fuera del horario de producción. De esta manera solo se tendrán en cuenta los tiempos de reunión de los cambios de turno, ya que durante este tiempo la línea está parada → 10 minutos = 600 segundos

Calculemos el tiempo productivo de Litoral:

$$\text{Tiempo productivo total} = 28800 - 0 - 600 = 28200 \text{ segundos}$$

- **Demanda del cliente:** cantidad de unidades que se han de producir, es decir, la cantidad de botes que demanda el cliente.

Una vez que tenemos estos dos datos ya se puede calcular el *takt time* mediante la siguiente fórmula, en la que suponemos que el tiempo productivo son 28200 segundos y la demanda del cliente es el número de botes de media que demandan los clientes al día.

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo productivo disponible (segundos)}}{\text{Demanda del cliente (unidades)}}$$

Es importante que el ritmo real de producción se ajuste lo máximo posible a este *takt time* o tasa de producción ideal para minimizar el almacenamiento innecesario y mejorar la eficiencia en la gestión de recursos. La implementación eficiente de *takt time* permite sincronizar los flujos para conseguir que la producción sea acorde a las necesidades cambiantes de los clientes.

2.6.8.4. Heijunka

El término japonés “heijunka” se traduce al español como “nivelación”. Este sistema de control se centra en equilibrar la producción al ritmo de la demanda del cliente, nivelando la carga de trabajo del proceso de fabricación minimizando así los tiempos de espera, el exceso de inventario y la sobreproducción.

Cuando hay cambios rápidos en la demanda, esta herramienta permite a las empresas adaptarse mediante la asignación flexible de recursos y una ágil reprogramación de la producción, lo hace que el tiempo de respuesta ante el cliente sea mínimo.

Para implementar “heijunka” en una industria, es necesario comprender los patrones de demanda de los clientes mediante la recopilación de datos históricos para identificar tendencias y variaciones en la demanda de productos. Se estudiará el tiempo *takt* para saber el ritmo al que debe ajustarse la producción.

Para nivelar la cantidad de producción, lo que se hace es producir una cantidad de producto de manera constante durante un periodo de tiempo en vez de producir grandes lotes de un producto a la vez, de esta forma, la producción es más constante. Con el objetivo de minimizar la diferencia entre la producción de un periodo y el siguiente. Lo ideal es producir una misma cantidad de productos en cada periodo (generalmente, cada día).

Una vez que la cantidad de producción está nivelada, se procede a nivelar la producción de cada referencia. Para ello es necesario que esté implementada en la empresa la herramienta *Kanban* para establecer la secuencia de producción según el orden de los requerimientos del cliente que se explicará a continuación.

Un caso concreto que se estudia en “Litoral” es la modificación de la distribución de ciertas tareas, como por ejemplo la embutición, tanto de chorizo como de morcilla. Esta tarea no se realiza de forma constante, sino que se embute producto solamente los días en los que hay demanda de ello, por lo que no se está produciendo uniformemente. Esto conlleva picos y valles en el flujo de trabajo, ocasionando modificaciones muy grandes en los inventarios de los productos embutidos.

Para llevar a cabo esta nivelación se toman datos de la producción de chorizo de forma semanal, mensual y anual, para estimar una producción diaria promedio. Esta producción diaria se llevará a cabo al inicio de la jornada laboral. De manera que, una vez iniciado el turno de mañana, se realizará la embutición tanto de chorizo, como de morcilla, en la cantidad estimada.

De esta forma, al programar la producción de chorizo y morcilla en pequeñas cantidades diarias en vez de en grandes lotes varias veces a la semana, se consigue tener mayor rotación de inventario y por lo tanto menor stock disponible.

Además, otro beneficio de la implementación de la herramienta *heijunka* es la flexibilidad y adaptabilidad de cambios en la demanda del cliente, ajustando la producción diaria según sea necesario.

2.6.8.5. Kanban

La herramienta Kanban es una herramienta que tiene su origen en el japonés y se compone de dos caracteres: “kan” que significa “visual” y “ban” que significa “tarjeta” o “tabla”. Por tanto, la palabra “Kanban” se traduce como “tarjeta visual”.

Esta herramienta se incluye en el sistema “Pull” para gestionar el flujo de trabajo e inventario. Está inspirada en la forma de trabajo de los supermercados, específicamente en cómo se gestiona el inventario y se reabastecen los estantes. Los productos, se exhiben en estantes de los supermercados y se reponen de acuerdo a la demanda de los clientes. Cuando un producto se vende, se retira del estante y se coloca una etiqueta visual (Kanban) en su lugar indicando así que es necesario reabastecer ese producto.

Este sistema permite que la producción se inicie solo cuando sea necesario, reduciendo significativamente el nivel de inventario al producir solo lo necesario para satisfacer la demanda del cliente. Esto ayuda a minimizar los desperdicios y los costes adicionales asociados al almacenamiento y manejo de inventario excesivo.

También permite mejorar la eficiencia operativa al gestionar el flujo de trabajo de manera visual, con el objetivo final de garantizar que los productos estén siempre disponibles para los clientes cuando los necesiten.

En la fábrica Litoral, esta herramienta se ha implementado en todos los procesos, de manera que ahora, de una forma muy visual, se expone que se necesita producir, cuándo y con qué especificaciones.

En el caso de una tarjeta Kanban para producir chorizo, se muestra:

- Tipo de producto: chorizo

- Cantidad para embutir: 4 jaulas en la que se especifica a mayores el peso que tiene cada una de las jaulas.
- Ingredientes: cuáles son y en que cantidades se han de dosificar.
- Receta: código de la receta específica.
- Fecha de emisión de la orden de producción.

Estas tarjetas las emiten los encargados y se colocan en un tablero, en el que están todas las órdenes de trabajo diarias.

Posteriormente, el operador encargado revisa las tarjetas, recoge los ingredientes necesarios del almacén y comienza el proceso de embutición según las especificaciones.

Una vez que acaba la producción, la tarjeta *Kanban* la posiciona en la ubicación “listo para almacenar” y de esta manera, se mueven las jaulas al siguiente proceso, que es un tiempo de reposo en un almacén intermedio.

2.7. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL RENDIMIENTO

Las industrias que quieren mejorar sus procesos y por lo tanto sus resultados se han de proponer objetivos, pues tener unas metas claras y específicas proporcionan la dirección que ha de seguir la organización. Las metas que han de fijarse han de ser desafiantes pero alcanzables, para así, motivar a los empleados a esforzarse más y a comprometerse con el éxito de la organización, en el caso de que fuesen inalcanzables haría que los empleados no se esforzasen tanto para conseguirlas. Estos objetivos proporcionan un marco para alinear los esfuerzos de todos los miembros de la organización hacia un objetivo común. Facilitan la coordinación y la colaboración entre diferentes equipos y departamentos, promoviendo una cultura de trabajo en equipo y colaboración.

De todas las variables que se pueden medir, es importante seleccionar aquellas de mayor importancia y que necesiten de un seguimiento constante. A estos indicadores clave de desempeño se les llama KPI (*Key Performance Indicators*, por sus siglas en inglés), además de estos indicadores clave de desempeño, existen otros dos tipos de indicadores: indicadores de desempeño de procesos PPI (*Process Performance Indicators*, por sus siglas in inglés) centrados en la evaluación del rendimiento dentro de los procesos internos de la organización, proporcionando información sobre la eficiencia operativa y la calidad del proceso y los indicadores de desempeño de actividades API (*Activity Performance Indicators*, por sus siglas en inglés) enfocados en medir y mejorar

el desempeño en actividades específicas que contribuyen al logro de los objetivos organizacionales.

- **Indicadores de desempeño**

Los indicadores de desempeño o indicadores de rendimiento se dividen en tres:

- KPI: Indicadores clave del rendimiento (*Key Performace Indicators*)
- PPI: Indicadores de desempeño de procesos (*Process Performance Indicators*)
- API: Indicadores de desempeño de actividades (*Activity Performance Indicators*)

Los indicadores de desempeño se seleccionan en función de los objetivos de la organización, analizando las áreas y procesos clave de la empresa que tienen un impacto directo en el logro de los objetivos propuestos.

El KPI más utilizado es:

- OEE (*Overall Equipment Effectiveness*, Eficiencia General del Equipo)
Este indicador mide la eficiencia de la maquinaria y el equipo en una planta de producción.

Los PPI más utilizados:

- MTBR (*Mean Time Between Repairs*)
Ese indicador mide el tiempo promedio entre reparaciones de un equipo.
- MTBF (*Mean Time Between Failures*, Tiempo Medio Entre Fallos).
El indicador MTBF mide el tiempo en término medio que un equipo o máquina está producción sin fallos. Es decir, el tiempo promedio durante el que una máquina está operando hasta que ocurre un fallo. Este indicador es muy interesante para planificar los mantenimientos.
- MTTR (*Mean Time To Repair*, Tiempo Medio de Reparación).
El indicador MTTR mide el tiempo durante el cual el personal de servicios técnicos está reparando una máquina para que vuelva a estar operativa.

Algunos de los API más utilizados:

- Desviación de pesos.
Este API mide la variación entre el peso objetivo de un producto y su peso real durante el proceso de fabricación.
- Adherencia a los estándares.
Este indicador evalúa en qué medida los procedimientos establecidos son realizados por los empleados durante la ejecución de las diferentes tareas.

3. CASO PRÁCTICO DE LA IMPLEMENTACIÓN EN LA ETAPA DE LLENADO DE INGREDIENTES

3. CASO PRÁCTICO DE LA IMPLEMENTACIÓN EN LA ETAPA DE LLENADO DE INGREDIENTES.

3.1. CONCEPTOS BÁSICOS

Uno de los retos más significativos para la gestión de operaciones en una empresa moderna es optimizar el rendimiento de los equipos utilizados en los procesos de producción. Esto se ha convertido en un factor crucial para aumentar la competitividad de las empresas. Con el creciente uso de la automatización en los procesos, es vital implementar sistemas que mejoren y mantengan los equipos en su nivel óptimo de funcionamiento. El objetivo es reducir los costes a lo largo de su vida útil, minimizar la inversión en recursos humanos y mejorar la productividad.

Para alcanzar los objetivos de la mejora de la empresa, existen diferentes conceptos de gestión. Actualmente el TPM (Total Productive Maintenance), mantenimiento productivo total, es el sistema más utilizado para lograr alcanzar este objetivo.

El Instituto Japonés de mantenimiento productivo (JIPM, Japan Institute of Productive Maintenance) define el TPM como un sistema orientado a maximizar la efectividad de los equipos, con el que se consigan:

- Cero accidentes.
- Cero defectos.
- Cero averías.

El éxito en la implementación del TPM viene dado por los beneficios que se pueden obtener con su desarrollo.

Estos beneficios pueden ser tangibles e impactan directamente en los siguientes factores, conocidos como PQCDMS:

P: Productividad:

Aumento de la OEE (Eficiencia General de los Equipos), incremento en la producción hora/equipo, mayor fiabilidad, reducción de la media de tiempo entre fallos MTBF (*Mean Time Between Failures*) y disminución de los retrabajos.

Q: Calidad:

Disminución de los defectos, reducción de reclamaciones y tasa de rechazo y optimización de los costes de calidad

C: Coste:

Ahorro en el coste de energía, el coste de mantenimiento y disminución en inventarios y recambios

D: Suministros:

Optimización de plazos de entrega, mejora de la rotación del inventario.

S: Seguridad y medio ambiente:

Reducción de causas potenciales de accidentes,

M: Moral:

Sugerencias de mejora, formación, absentismo.

Los beneficios intangibles que aporta el TPM se manifiestan a través de la satisfacción y motivación en el entorno laboral. Además, los empleados mejoran la confianza en sí mismos y la actitud a la hora de afrontar nuevos cambios.

Para lograr la implementación es necesario que todos los trabajadores estén involucrados.

Para implementar el programa de TPM, este debe incluir ocho pilares fundamentales en su enfoque operativo.



Figura 7. Los ocho pilares del TPM. Fuente: Nestlé

3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PRODUCTIVA DE ESTUDIO.

El área de estudio del presente trabajo se centra en la línea de llenado de ingredientes de la fábrica Litoral, perteneciente a Nestlé.

Litoral es una empresa, como se ha comentado al inicio del presente trabajo, productora de platos cocinados, el producto que más demanda tiene y por lo tanto mayormente se produce es la fabada asturiana. La fabada asturiana es un producto típico regional, los ingredientes que lleva son: alubias, panceta ahumada, chorizo, morcilla, manteca de cerdo ibérico, agua y sal.

El proceso de fabricación se expone en el siguiente flujo de proceso.

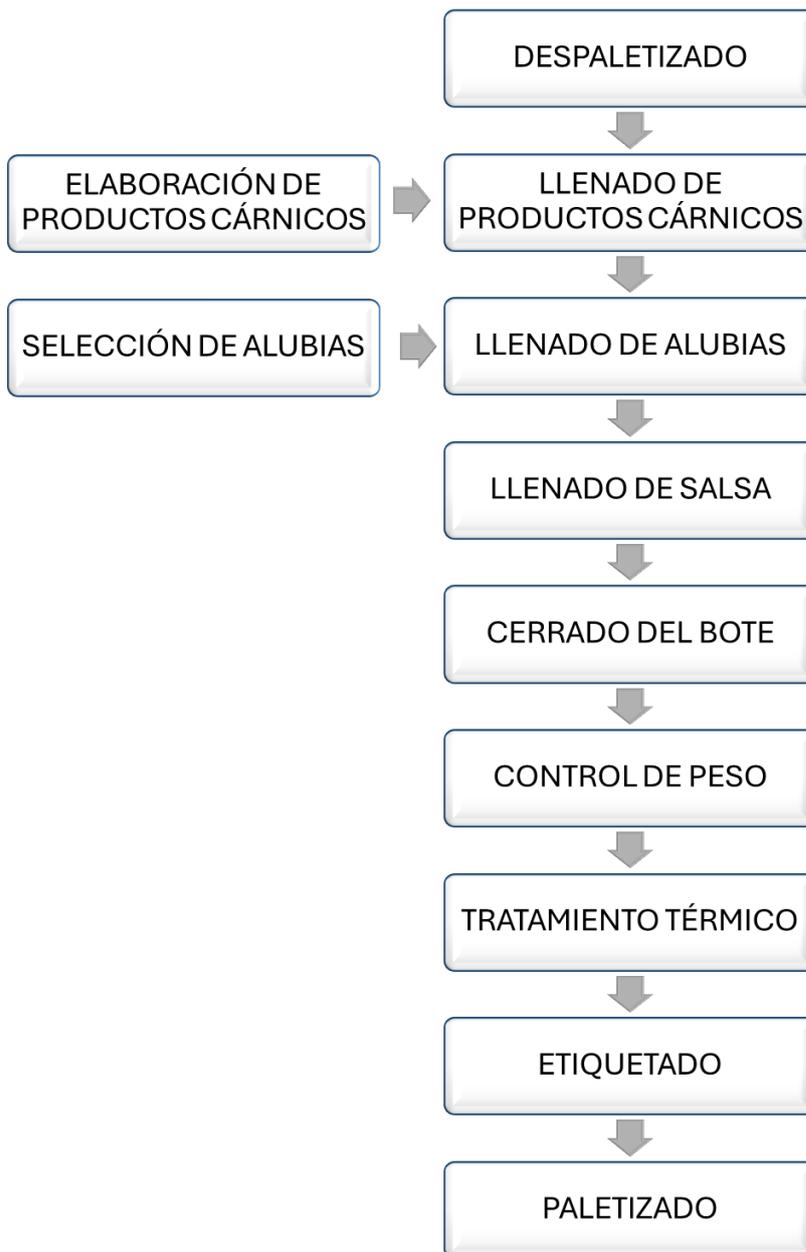


Figura 8. Flujo de proceso de la elaboración de fabada asturiana. Fuente: Elaboración propia.

El proceso de producción de la fabada asturiana en la fábrica Litoral comienza con el despaletizado de los botes. En esta primera etapa, los botes son retirados de los palets y colocados en una cinta transportadora que los llevará a la siguiente fase de producción.

La segunda etapa es el llenado de productos cárnicos, donde se agregan ingredientes esenciales: panceta ahumada, manteca de cerdo ibérico, chorizo y morcilla. Es importante destacar que tanto la panceta ahumada como el chorizo y la morcilla son

elaborados en la propia fábrica, garantizando la calidad y el sabor tradicional de la fabada.

Continuando con el proceso, el siguiente paso es el llenado de alubias, las cuales proceden de ser seleccionadas en la cinta de selección de legumbres.

Una vez que se han añadido todos los ingredientes sólidos, se procede al llenado de la salsa. La salsa se vierte sobre los ingredientes sólidos, completando así el proceso de llenado. Este paso es crucial para garantizar que los botes contengan la cantidad precisa de salsa, que se elabora en marmitas y se transporta a la llenadora mediante tuberías.

Con todos los ingredientes en su lugar, los botes se cierran y se trasladan a autoclaves para recibir el tratamiento térmico correspondiente. Este tratamiento es esencial para asegurar la seguridad alimentaria y la larga vida útil del producto. Finalmente, los botes se transportarán hasta la zona de embalaje, donde se etiquetan y se paletizan para su distribución final.

El presente proyecto se lleva a cabo en el área que abarca los procesos posteriores al llenado de ingredientes cárnicos y previos al proceso de esterilización. Esta área está compuesta por un conjunto de máquinas que se describirán a continuación:

- **Cinta transportadora de legumbre:** esta cinta lleva la legumbre desde una tolva hasta la máquina dosificadora de legumbre.
- **Dosificadora de legumbre:** En esta máquina, las alubias llegan desde la cinta transportadora por la parte superior, mientras que los botes vacíos llegan por la parte inferior. A medida que los botes avanzan, se llenan de manera volumétrica con la cantidad adecuada de alubias.
- **Cintas transportadoras:** estas cintas transportadoras por una parte conectan el área anterior (llenado de productos cárnicos) con la dosificadora de legumbre y, por otra parte, conectan la dosificadora de legumbre con la llenadora de salsa asegurando un flujo continuo del proceso.
- **Llenadora de salsa:** esta máquina se encarga de llenar los botes con el líquido de gobierno una vez que los ingredientes sólidos ya están dentro. La salsa se elabora en marmitas y se lleva hasta la tolva de la llenadora mediante tuberías. Los botes una vez que tienen la cantidad de líquido de gobierno necesario se cierran con una cerradora de latas.
- **Controladora de peso dinámica:** este es un sistema de pesaje industrial que se encarga de verificar que la cantidad de producto que se ha echado mediante la

dosificadora de legumbre sea la adecuada, es decir, que esa cantidad esté dentro de las tolerancias establecidas previamente por las parametrizaciones.

3.3. DISEÑO DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Es importante conocer la filosofía Lean antes de implementarla en la fábrica pues solo de esta forma se logrará una implementación exitosa y sostenible en el tiempo.

El plan de implementación del TPM se va a dividir en cuatro grandes fases, con varias etapas concretas que se muestran a continuación.

Fase 1:

- Concienciación y compromiso de la alta dirección
- Desarrollo de la matriz de habilidades
- Implementación del pilar de formación del personal

Fase 2:

- Realización del mapa de pérdidas
- Definición de objetivos e indicadores
- Creación de grupos de trabajo

Fase 3:

- Implementación de las 5S
- Implementación del pilar de mantenimiento autónomo (AM)
- Implementación del pilar de mantenimiento planificado (PM)
- Implementación del pilar de gestión temprana (EM)
- Implementación del pilar de mantenimiento de calidad
- Implementación del pilar de mejora enfocada
- Implementación del pilar de seguridad, salud y medio ambiente
- Implementación del pilar de trabajos administrativos

Fase 4:

Estandarización

Monitorización

Seguimiento del progreso

3.4. CONCIENCIACIÓN Y COMPROMISO DE LA ALTA DIRECCIÓN

La concienciación y el compromiso de la alta dirección son aspectos clave en la implementación del TPM en Litoral. Es fundamental que los líderes de la fábrica sean conscientes de la importancia y beneficios que traerá consigo esta implementación. Los directivos deben demostrar un compromiso activo y visible con el proyecto, respaldando su implementación, asignando recursos necesarios que demanden los operarios y eliminando posibles obstáculos que puedan surgir a lo largo del proceso

La estructura organizacional bien definida en Nestlé es un elemento clave para garantizar resultados en la implementación del TPM. El director de la planta, como máximo líder del cambio en, debe establecer la dirección a seguir, mantener el enfoque en los objetivos y tratar de limitar la resistencia al cambio por parte de los operarios

Más allá del liderazgo del director de la planta, es fundamental que los mandos intermedios, es decir, los jefes de cada departamento también asuman roles de liderazgo en el proceso de implementación. Estas personas han de ser modelos a seguir, demostrando con sus propios conocimientos los valores y principios que se esperan del resto del equipo. Deben escuchar y respetar las opiniones de los demás, delegar responsabilidades, aportar una retroalimentación positiva y constructiva y reconocer los logros de los operarios, de esta forma, es más sencillo crear un entorno laboral positivo y productivo.

La dirección ha de motivar, guiar y dar apoyo a los trabajos para fomentar la cultura de mejora continua.

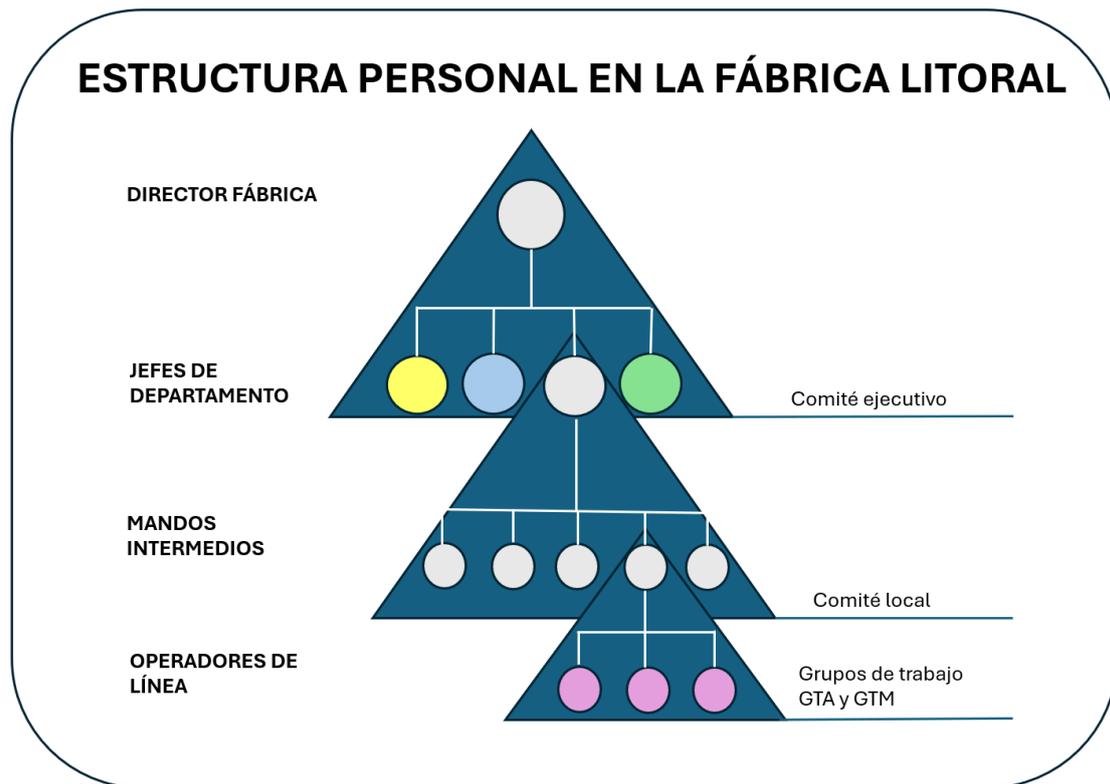


Figura 9. Estructura del personal en la fábrica Litoral. Fuente: elaboración propia.

3.5. DESARROLLO DE LA MATRIZ DE HABILIDADES

La matriz de habilidades o matriz de polivalencia es una herramienta utilizada para identificar las habilidades y capacidades requeridas en cada puesto de trabajo y promover la formación entre los trabajadores de la propia empresa. Esta matriz es la herramienta por excelencia del pilar de educación y entrenamiento del TPM.

Esta matriz de habilidades es un gráfico visual que permite visualizar las diferentes actividades y responsabilidades que tiene cada miembro de la empresa, así como las habilidades necesarias para llevarlas a cabo. La habilidad es la capacidad de las personas de aplicar su conocimiento y experiencia de manera reflexiva en cualquier situación que se le presente en su puesto, por un periodo extenso de tiempo.

En una fábrica como Litoral, en la que no todos los días se fabrica el mismo producto es importante y fundamental que los trabajadores sean polivalentes, es decir, que puedan realizar diferente tipo de actividades durante las jornadas laborales, es por este motivo por el que se realiza esta matriz de habilidades.

Para la realización de la matriz de habilidades es necesario realizar un análisis de las tareas y responsabilidades de cada puesto de trabajo, identificando las habilidades necesarias para llevarlas a cabo. Estas habilidades no son exclusivas de los puestos de

trabajo sino también de herramientas comunes a los diferentes puestos de trabajo, como puede ser el 5's.

Cada una de las habilidades se listan en columnas y por cada una de las habilidades se diferencian tres columnas (nivel actual, nivel deseado y la brecha que existe entre ambos niveles). En la parte de las filas de la matriz se anota el nombre de cada uno de los trabajadores de la empresa, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Matriz de habilidades. Fuente: elaboración propia.

MATRIZ DE HABILIDADES												
Habilidad Persona	Selección de legumbre			Llenadora			Cerradora			5's		
	Actual	Deseado	Brecha	Actual	Deseado	Brecha	Actual	Deseado	Brecha	Actual	Deseado	Brecha
Jefe de línea	4	4	0	3	4	1	1	4	3	4	4	0
Operario 1	2	3	1	1	2	1	3	4	1	3	3	0
Operario 2	2	4	2	1	4	3	0	0	0	1	4	3
Operario 3	2	4	2	0	0	0	2	4	2	2	2	0

Posteriormente, debe evaluar el nivel de habilidad actual de cada miembro de la empresa en cada una de las competencias relevantes para cada uno de ellos. El nivel de la habilidad está determinado por los números: 0 (no aplica), 1 (desconocimiento total), 2 (conocimiento, pero necesita ayuda), 3 (conocimiento avanzado, solamente necesita ayuda puntual) y 4 (experto, tiene capacidad para formar a otras personas). Por otra parte, se anota el nivel al que queremos que cada persona llegue en cada una de las habilidades. La diferencia entre el conocimiento de la habilidad actual y la habilidad a la que se quiere llegar es la brecha, para la cual se establece un plan de acción en forma de formación, la cual se explica en el siguiente apartado.

La calidad de las formaciones repercutirá en los resultados, por lo que es muy importante que esta sea de calidad.

A lo largo del tiempo se realizarán auditorías para evaluar las habilidades y comprobar que la formación ha sido la adecuada.

Hay que ser consciente que alcanzar la polivalencia tiene un coste en tiempo de entrenamiento, pero es clave para alcanzar altos niveles de flexibilidad y productividad de los operarios.

3.6. IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR DE FORMACIÓN DEL PERSONAL.

La formación para los empleados es una base imprescindible para actualizar y mejorar sus habilidades. El objetivo es potenciar el desarrollo profesional de todos los colaboradores.

El criterio de priorización a la hora de realizar el plan de formación viene determinado generalmente por dos aspectos: la brecha entre el nivel de habilidades evaluado y el esperado y por otra parte el impacto que tiene que esa persona adquiera cierta habilidad en las prioridades de la fábrica.

Las prioridades de la fábrica engloban los siguientes aspectos:

- Seguridad: Garantizar un entorno de trabajo seguro y sostenible
- Capacitación: formar equipos de trabajo de alto rendimiento
- Calidad: Ofrecer a productos de calidad, innovadores y equilibrados a los clientes.
- Costes: aumentar la rentabilidad de los productos.

Se analizan las brechas más significativas y el impacto de las habilidades en la fábrica para poder enfocar los esfuerzos de formación donde más se necesiten. Una vez analizadas esas brechas y prioridades, se establecen objetivos claros y medibles para el plan de formación. Estos objetivos estarán alineados con las metas estratégicas de la organización.

Para establecer el plan de formación se realiza una matriz de formación, en la que se indicará el nombre del trabajador, a qué departamento pertenece, rol que se quiere alcanzar, actividades de formación que se van a realizar, fecha de inicio y fin de la formación.

Para llevar a cabo la formación, se diseñan las actividades de capacitación, entrenamiento y desarrollo que permitan a los trabajadores adquirir las habilidades y conocimientos requeridos como se muestra en la tabla de la matriz de formación. Esta formación se sigue el modelo de aprendizaje 70:20:10, el cual afirma que el aprendizaje más efectivo se produce cuando el 10% del aprendizaje se obtiene mediante actividades de formación que incluyan el contenido clave de forma teórica, el 20% del aprendizaje se da a través de la interacción y el coaching por parte de supervisores y compañeros en la que la colaboración y la retroalimentación son fundamentales para el desarrollo de las habilidades y el 70% del aprendizaje proviene de la experiencia práctica y el trabajo

diario, enfocándose así en la mentalidad de aprender haciendo, enfrentándose a desafíos reales del puesto de trabajo y adquiriendo las habilidades a través de la práctica directa.

Además de las habilidades propias de cada puesto de trabajo, se ha de formar a los trabajadores en la filosofía Lean. El cambio hacia la mejora continua empieza por reducir la resistencia al cambio por parte de los empleados. Para este cambio, han de conocer los fundamentos del Lean y como beneficia tanto a la empresa como a su trabajo individual. Para ello han de estar capacitados para identificar y eliminar desperdicios, mejorar la eficiencia operativa y trabajar hacia una mejora continua. Se ha de empoderar a los empleados capacitándoles de las habilidades y conocimientos necesarios para la toma de decisiones en sus áreas de trabajo.

Tabla 4. Matriz de formación. Fuente: elaboración propia.

MATRIZ DE FORMACIÓN								
Trabajador	Departamento	Rol	Formación	Formador	Fecha prevista inicio	Fecha real inicio	Fecha prevista fin	Fecha real fin
Jefe de línea	Fabricación	Experto en máquina llenadora	Centerline	Jefe de fabricación	25/06/2024		28/06/2024	
		Operario básico cerradora	Funcionamiento cerradora	Operario 2	03/07/2024		05/07/2024	
		Operario cerradora	Controles cerradora	Operario 2	08/07/2024		12/07/2024	
		Experto en máquina cerradora	Cambio de formato	Jefe de fabricación	15/07/2024		21/07/2024	
Operario 1	Fabricación	Operador en selección de legumbre	Detector de metales	Jefe de calidad	12/06/2024		13/06/2024	
		Operador básico llenadora	Funcionamiento llenadora	SSTT	17/06/2024		19/06/2024	
		Experto en máquina cerradora	Cambio de formato	Operario 2	14/07/2024		20/07/2024	
Operario 2	Fabricación	Operador en selección de legumbre	Detector de metales	Jefe de calidad	12/06/2024		13/06/2024	
		Experto en selección de legumbre	Manejo cuadro cintas transportadoras	SSTT	14/06/2024		16/06/2024	
		Operador básico en llenadora	Funcionamiento llenadora	SSTT	17/06/2024		19/06/2024	
		Operador en máquina llenadora	Controles llenadora	SSTT	19/06/2024		23/06/2024	
		Experto en máquina llenadora	Centerline	Jefe de fabricación	25/06/2024		28/06/2024	
		Colaborador 5 ´s	Teoría 5 ´s	Jefe de línea	01/06/2024		01/06/2024	
		Implementación 5 ´s	Implementación área piloto 5 ´s	Jefe de línea	01/06/2024		07/06/2024	
Experto 5 ´s	Implementación 5 ´s	Jefe de mejora continua	08/06/2024		18/06/2024			
Operario 3	Fabricación	Operador en selección de legumbre	Detector de metales	Jefe de calidad	12/06/2024		13/06/2024	
		Experto en selección de legumbre	Manejo cuadro cintas transportadoras	SSTT	14/06/2024		16/06/2024	
		Operario cerradora	Controles cerradora	Operario 2	08/07/2024		12/07/2024	
		Experto en máquina cerradora	Cambio de formato	Operario 2	14/07/2024		20/07/2024	

En el caso que se presenta, se necesita que el jefe de línea sea experto en la máquina llenadora, para ello se necesita que tenga los conocimientos necesarios de *centerline* o configuración de parámetros si se traduce al español. Esta formación se ha decidido llevar a cabo a finales del mes de junio y la formación la impartirá el jefe de fabricación. Esta misma formación de *centerline* la adquirirá el operario "2", pues también es necesario que sea experto en la máquina llenadora.

Estudiando también el caso del jefe de línea en la máquina cerradora, se comprueba que el nivel actual que tiene es 1, por lo que es necesario formarle en tres etapas diferenciadas, es decir, inicialmente se formará para ser operador básico de la cerradora, posteriormente operador de la cerradora y finalmente experto en la máquina cerradora.

3.7. CREACIÓN DEL MAPA DE PÉRDIDAS

La primera etapa de la fase dos de la implementación, es la realización del mapa de pérdidas.

El mapa de pérdidas o mapa visual de pérdidas es una herramienta que tiene como objetivo proporcionar un resumen visual de las pérdidas de una línea, máquina, parte de una máquina o un puesto de trabajo durante los procesos de producción para eliminarlas o reducirlas, con el objetivo de aumentar la disponibilidad y velocidad de las máquinas y la calidad de los productos fabricados.

3.7.1. Pérdidas

Las pérdidas se pueden diferenciar según Nakajima en tres grandes grupos: pérdidas de tiempo, de velocidad y de calidad, las cuales, a su vez se dividen en otras, como continúa.

- Pérdidas de tiempo.
 - o Averías:

Las averías tienen una relación directa con la pérdida de tiempo ya que interrumpen el flujo normal de producción, y pueden detener por completo la actividad de fabricación. Cuando hay una avería, se detiene el proceso de producción mientras se lleva a cabo la reparación o mantenimiento necesarios para reestablecer el equipo. Hay que diferenciar entre averías repentinas y crónicas, las averías repentinas son aquellos problemas inesperados que ocurren de manera repentina y sin previo aviso en el equipo que pueden haber sido causadas por fallos de algún componente, cortocircuitos, etc. Por otra parte, las averías crónicas son problemas recurrentes, es decir, que ocurren de

manera habitual. Estas averías suelen ser el resultado de problemas subyacentes que han sido identificados previamente pero no se han abordado atacando la causa raíz.

- Fallos del proceso

El tiempo en el que hay un fallo en el proceso lo referenciamos al tiempo, de reparación y de ajuste de los equipos.

en el que se ajustan los equipos entre la finalización de la producción de un producto y el inicio de la siguiente. Durante este cambio de herramientas se comprueba si los equipos necesitan alguna reparación urgente, lo que sería el tiempo de reparación.

Para disminuir este tiempo de cambio se utiliza la herramienta SMED que se basa en el cambio rápido de herramientas comentado en el capítulo II.

- Tiempo en espera y paros menores

El tiempo en espera y los paros menores ocurren cuando el equipo se detiene durante un periodo de tiempo corto, generalmente inferior a dos minutos. Su corta duración podría parecer que es una pérdida insignificante y por lo tanto pasar desapercibida y no cuantificarse. Sin embargo, tiene un impacto considerable en términos de tiempo perdido

- Pérdidas de velocidad

- Funcionamiento a velocidad reducida:

El funcionamiento de los equipos a velocidad reducida implica que las máquinas operan a una velocidad inferior a su capacidad máxima nominal. Esto puede ser debido al desgaste de los equipos, un mantenimiento inadecuado que cause un deterioro prematuro de los equipos y limite la capacidad de funcionamiento o incluso a la falta de actualización tecnológica que pueda ocasionar que la obsolescencia de los equipos y por lo tanto limitar su capacidad de mantenerse al día de las demandas de fabricación.

- Pérdidas de calidad

- Defectos en la calidad y reprocesado

Las pérdidas de calidad debido a defectos pueden deberse a diversos motivos. Entre ellos se encuentran las contaminaciones microbiológicas, físicas o químicas, así como las variaciones en la composición del producto.

Las contaminaciones microbiológicas representan un riesgo significativo para la seguridad alimentaria y la calidad del producto final.

Las contaminaciones físicas, como la presencia de cuerpos extraños, es decir, cualquier material indeseable por parte del consumidor que puede suponer un riesgo para su salud. Esta contaminación física puede deberse a problemas en el proceso de fabricación o malas prácticas de higiene.

Las contaminaciones químicas que más ocurren son debidas a un mal uso de los productos de limpieza.

Las variaciones en la composición del producto pueden afectar a la calidad de este, siendo esta una pérdida de calidad común en las industrias alimentarias, pues las materias primas no mantienen la uniformidad a lo largo de su vida útil.

- Pérdidas por arranques y paradas

La puesta en marcha es el tiempo que transcurre desde que el proceso se inicia hasta que se estabiliza. Durante este tiempo se puede comprometer la calidad de los productos, pues puede haber fluctuaciones en la temperatura y presión de los equipos y estos alterar los procesos posteriores de fabricación.

3.7.2. Datos necesarios para la construcción del mapa visual de pérdidas.

En el caso que se muestra a continuación se han adaptado los paros clasificados por Nakajima. Pues los que se muestran a continuación son los que ofrecen información más relevante a la empresa.

- Averías: interrupción debido a la necesidad de reparación de la maquinaria para restablecer su funcionamiento.
- Fallos del proceso: los fallos del proceso pueden surgir debido a problemas con la maquinaria, como un funcionamiento no óptimo de la maquinaria que no detiene por completo la producción. También puede haber fallos del proceso debido a problemas que surgen directamente por las características o condiciones del material utilizado durante la fabricación.
- Paros menores: interrupciones breves (menos de dos minutos) en la línea de producción.
- Reclamaciones: quejas formales de los clientes debido a problemas con el producto terminado
- Retirada de producto: retirar lotes de productos defectuosos de la línea de producción o incluso del mercado.
- Desperdicios: materiales o productos que no cumplen con los estándares de calidad y deben ser desechados

- Retrabajos: volver a procesar productos defectuosos para que cumplan con los estándares de calidad.
- Incidentes de seguridad: situaciones que comprometen la seguridad del personal y afectan la continuidad de la producción.

3.7.3. Recogida y análisis de datos.

Los datos para llevar a cabo el estudio se recogerán mediante la herramienta SAP durante tres meses. Estos datos se analizarán posteriormente mediante el mapa de pérdidas.

- SAP

SAP es un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP, *Enterprise Resources Planification*). Este sistema se utiliza para integrar y gestionar una amplia variedad de sus operaciones, como recursos humanos, finanzas, producción y logística.

SAP se utiliza ampliamente en todo el mundo, con más de 280 millones de usuarios en más de 130 países. Este sistema ofrece diferentes módulos integrados que abarcan casi todas las áreas de gestión empresarial, el módulo que más se utilizará para hacer el diagnóstico de la situación actual del área es DMO (*Direct Monitoring Online*), en el que se monitorea en tiempo real la línea de producción.

Una de las características importantes de SAP es su capacidad para reemplazar múltiples sistemas independientes con una solución integrada. Aunque cada módulo tiene funciones específicas, todos están interconectados, lo que garantiza una compatibilidad real entre las diversas funciones de la empresa.

Además, en cuanto a la producción se refiere, SAP permite crear órdenes de producción, es decir, instrucciones emitidas por el sistema para iniciar y ejecutar un proceso de fabricación específico. Estas órdenes detallan ciertas características como: descripción del producto a fabricar, materiales a utilizar o instrucciones de trabajo. Es importante conocer cómo funcionan las instrucciones de trabajo, pues estas detallan los pasos y los procedimientos que deben de seguirse durante el proceso de fabricación.

Esta integración de información reduce la necesidad de papeleo y trámites entre departamentos, lo que hace que SAP sea una herramienta valiosa para las empresas. Su capacidad para gestionar eficientemente los recursos y optimizar los procesos empresariales lo convierte en una opción popular para la gestión empresarial moderna.

Para la toma de datos que se analizan mediante el módulo DMO es necesario tenerlo configurado correctamente. Se determinan criterios específicos que indican cuándo se

detiene el equipo de producción, pues hay paros de unidades de segundos que pueden no ser relevantes y no ser necesario su estudio. Los paros más frecuentes y/o de mayor duración se estudian más en profundidad para obtener más información de ellos.

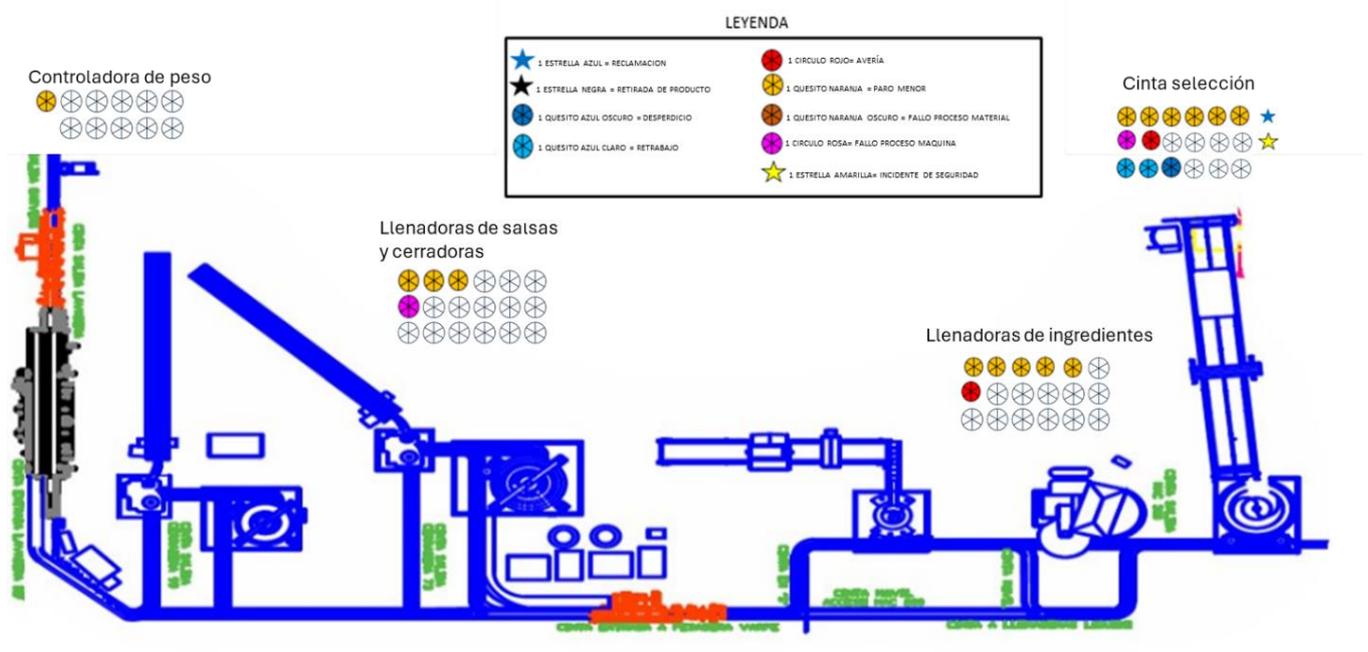


Figura 10. Mapa de pérdidas de la etapa de llenado de ingredientes. Fuente: Nestlé.

Se muestra en esta figura el mapa de pérdidas en la etapa de llenado de ingredientes. Esta etapa está ubicada entre la etapa de llenado de ingredientes cárnicos y la etapa de esterilización.

Este mapa de pérdidas se puede ver que está segmentado en cuatro partes:

- Cinta de selección
- Llenadoras de ingredientes
- Llenadoras de salsas y cerradoras
- Controladora de peso

La cinta de selección es una cinta en la que se inspecciona la legumbre, la cual posteriormente finaliza en una máquina llenadora de ingredientes. Siguiendo el flujo del producto se llega a las llenadoras de salsas y finalmente a la controladora de peso en lo que a esta etapa respecta.

Para la representación gráfica se definen diferentes colores (azules, amarillo, naranja, rojos y rosa) y formas (estrellas y círculos) para representar cada grupo de pérdidas tal y como se muestra en la figura del mapa de pérdidas.

Una vez que se asignan las pérdidas a cada elemento del mapa, gracias a los datos registrados mediante DMO, se hace una clasificación para priorizar las máquinas en función de las pérdidas ocasionadas. Esta clasificación sigue un orden del tipo “ABC”, en el que la máquina reconocida como “máquina A” será la que tiene más pérdidas y por lo tanto en la que habrá que enfocar mayores recursos a la hora de implementar mejoras. La “máquina B” será aquella que también tiene bastantes pérdidas y por lo tanto también se enfocarán ciertos recursos en ella para llevar a cabo mejoras y finalmente el resto de las máquinas se considerarán “máquinas C”, por lo que no se llevarán a cabo modificaciones o mejoras de forma urgente que conlleven una fuerte necesidad de recursos.

En el caso de la figura mostrada previamente, la “máquina A” es la cinta de selección de legumbre, ya que es el equipo que mayores pérdidas ha generado y por lo tanto el primero en el que se lleven a cabo mejoras para reducir estas pérdidas.

Estas pérdidas son debidas a paros menores, fallos de la máquina, una avería, desperdicios, retrabajos, una reclamación y un incidente de seguridad.

Es necesario realizar mejoras para que estas pérdidas no vuelvan a ocurrir. Para ello, se llevan a cabo diferentes medidas que se desarrollan más adelante como son:

- Evento *kaizen*:
 - Objetivo: evitar contaminaciones por cuerpos extraños en la cinta de selección de legumbres y por lo tanto evitar reclamaciones. Explicación en el apartado 3.9.1. “Equipos de mejora”.

- Procedimientos estándar de limpieza, inspección y lubricación (LIL):
 - Objetivo: mejorar el mantenimiento preventivo y asegurar el funcionamiento óptimo de las máquinas. Explicación en el apartado 3.11.2.2. “Estándares de limpieza, inspección y lubricación”.

- Parametrizaciones de las máquinas:
 - Objetivo: optimizar el funcionamiento de las máquinas para reducir fallos y mejorar la eficiencia mediante ajustes y calibraciones. Explicación en el apartado 3.11.2.3. “Centerline”.

- Etiquetado para arreglar desperfectos.
 - Objetivo: facilitar la identificación y la reparación de desperfectos en las máquinas. Explicación en el apartado 3.11.2.4. “Tagging”

El seguimiento de estas medidas se realiza mediante indicadores clave de desempeño (KPI) y listas de verificación. Estos indicadores permitirán evaluar la efectividad de las mejoras implementadas y asegurar que se mantenga un enfoque continuo en la reducción de pérdidas.

3.8. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS E INDICADORES

Los indicadores que se utilizan son: los indicadores clave del rendimiento KPI (*Key Performance Indicators*), indicadores de desempeño del proceso PPI (*Process Performance Indicators*) y API (*Activity Performance Indicators*).

3.8.1. KPI. Indicadores clave del rendimiento.

Los indicadores clave del rendimiento o también conocidos como indicadores clave de desempeño KPI (por sus siglas en inglés, *Key Performance Indicators*), se utilizan para medir el rendimiento de una organización en relación con sus objetivos estratégicos y operativos. Estos KPI aportan datos concretos, por lo que es una base fundamental para la toma de decisiones de la empresa.

Este tipo de indicadores se utilizan para:

- Medir el rendimiento de la empresa de forma global evaluando así el progreso hacia los objetivos establecidos
- Tomar decisiones estratégicas
- Establecer metas claras y alcanzables para motivar al personal.

Los principales indicadores clave de rendimiento que se van a estudiar son los que se explican a continuación:

- OEE (*Overall Equipment Effectiveness* o Efectividad Total del Equipo)

El indicador OEE (efectividad total del equipo) es una métrica utilizada para evaluar la efectividad total de los equipos, máquinas o líneas de producción. Este indicador es muy importante, ya que nos ofrece una visión completa de cómo se están utilizando los equipos y cómo están funcionando en general. Además de proporcionar una comprensión detallada de la eficiencia operativa, el OEE facilita la identificación de áreas de mejora, optimizar la asignación de recursos y respaldar la toma de decisiones.

Para calcular este indicador se consideran tres componentes clave:

- Disponibilidad (D):

La disponibilidad representa el porcentaje de tiempo que el equipo está operativo y disponible para producir respecto al tiempo total programado de producción. Este componente se calcula como el tiempo de funcionamiento real dividido por el tiempo total disponible para la producción.

El tiempo de funcionamiento real del equipo se refiere al periodo en el que el equipo está produciendo efectivamente. Este tiempo excluye cualquier tiempo de inactividad planificado, como los mantenimientos programados, así como cualquier tiempo de inactividad no planificado debido a fallas, averías u otros problemas operativos.

El tiempo total disponible para la producción incluye todas las horas o turnos en los que se planifica que el equipo esté en funcionamiento y listo para producir.

El resultado de la división se expresa en términos de porcentaje, donde un valor del 100% significa que el equipo estuvo en funcionamiento durante todo el tiempo disponible, mientras que valores inferiores significan que hubo periodos de inactividad y por lo tanto afectaron a la disponibilidad del equipo.

- Eficiencia (E):

La eficiencia tiene en cuenta cualquier factor que pueda reducir la velocidad de producción efectiva en comparación con la velocidad máxima teórica que podría lograrse.

La velocidad real de producción se refiere a la velocidad a la que el equipo realmente está produciendo durante el tiempo de funcionamiento real. Esta velocidad puede verse afectada por diversos factores, como tiempos de inactividad, tiempos de configuración, tiempos de ajuste y cualquier otro factor que reduzca la velocidad de producción efectiva.

Por otro lado, la velocidad máxima teórica de producción es la que el equipo podría conseguir en condiciones ideales, sin considerar interrupciones o factores que afecten a la velocidad. Esta velocidad está basada en la capacidad nominal del equipo y los estándares de producción establecidos.

El resultado de la división se expresa en términos de porcentaje, donde un valor del 100% indica que el equipo está produciendo a la velocidad máxima teórica, mientras que valores inferiores indican que la velocidad real está por debajo de la velocidad máxima

○ Calidad (C):

El componente de la calidad para calcular el OEE se refiere a la proporción de productos buenos o conformes producidos en relación con el total de productos producidos durante el tiempo de funcionamiento real del equipo.

La cantidad de productos conformes se refiere a aquellos que cumplen con todos los estándares de calidad establecidos y que, por lo tanto, son aptos para la venta.

Por otro lado, la cantidad de productos producidos durante el tiempo de funcionamiento real del equipo incluye todos los productos producidos durante ese periodo, independientemente de si cumplen con los estándares de calidad o no.

El resultado también se expresa en términos de porcentaje, donde un valor del 100% indica que todos los productos producidos durante el tiempo de funcionamiento cumplían con los estándares de calidad, mientras que valores inferiores indican que algunos productos no cumplieron con los estándares de calidad establecidos.

Una vez que se tienen los tres componentes: disponibilidad, rendimiento y calidad expresados en términos porcentuales, se calcula el OEE:

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

El resultado final se expresa como un porcentaje, donde un OEE del 100% indica que un equipo está produciendo al máximo de su capacidad, si pérdidas de tiempo sin reducciones de velocidad y sin defectos en la producción. En el caso del presente trabajo, las mejoras implementadas han aumentado un 15% el indicador OEE.

3.8.2. PPI. Indicadores de desempeño de procesos.

Los indicadores de desempeño de procesos (PPI, por sus siglas en inglés, *Process Performance Indicators*), son métricas específicas utilizadas para medir la eficiencia de los procesos internos dentro de una organización. Estos indicadores proporcionan información detallada sobre los procesos de fabricación.

Este tipo de indicadores se utilizan para:

- Monitorear la eficiencia de los procesos internos
- Identificar áreas donde se ralentizan los procesos
- Tomar decisiones para ajustar los procesos
- Identificar áreas de mejora y establecer planes de acción.

- MTBR

El indicador MTBR (por sus siglas en inglés, *Mean Time Between Repairs*) o tiempo medio entre reparaciones es otro de los indicadores más utilizados en la fábrica, pues es un indicador clave que se refiere al tiempo promedio que transcurre entre cada vez que un equipo o una máquina necesita ser reparado. Este es un indicador del desempeño de los procesos, pues está vinculado directamente a aspectos relacionados directamente con la producción.

Para saber el resultado de este indicador se hace el siguiente cálculo:

$$MTBR = \frac{\textit{Tiempo total de funcionamiento}}{\textit{Número total de reparaciones}}$$

El tiempo total de funcionamiento se refiere a la suma de los tiempos durante los cuales el equipo estuvo operativo entre reparaciones.

El número total de reparaciones se refiere a la cantidad total de veces que el equipo ha sido reparado dentro de un período de tiempo específico.

Para realizar este cálculo, por lo tanto, hay que registrar el tiempo en que el equipo está en funcionamiento y registrar cada vez que se realiza una reparación en el equipo, posteriormente se suman todos los tiempos de funcionamiento y se divide entre el número total de reparaciones realizadas en ese periodo de tiempo. Este indicador se calcula sobre un periodo de tiempo específico, por ejemplo, una semana, un mes, un año, dependiendo del seguimiento que se quiera realizar del indicador.

- MTBF

El indicador MTBF (por sus siglas en inglés, *Mean Time Between Failures*) o tiempo medio entre fallos, es otro indicador del tipo PPI utilizado para medir la confiabilidad de un equipo. Este indicador representa el tiempo promedio que un equipo funciona sin interrupciones o fallos.

Para saber el resultado de este indicador se hace el siguiente cálculo:

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total de funcionamiento}}{\textit{Número total de fallos}}$$

El tiempo total de funcionamiento se refiere a la suma de los tiempos durante los cuales el equipo estuvo operativo entre reparaciones.

El número total de fallos se refiere a la cantidad total de veces que el equipo ha fallado durante ese tiempo.

Para realizar este cálculo, por lo tanto, hay que registrar el tiempo en que el equipo está en funcionamiento y registrar cada vez que ocurre un fallo en el equipo, posteriormente se suman todos los tiempos de funcionamiento y se divide entre el número total de fallos existentes en ese periodo de tiempo. Este indicador se calcula sobre un periodo de tiempo específico, por ejemplo, una semana, un mes, un año, dependiendo del seguimiento que se quiera realizar del indicador.

- MTTR

El indicador MTTR (por sus siglas en inglés, *Mean Time to Repair*) o tiempo medio de reparación, es un parámetro utilizado para medir la eficiencia de los procesos de mantenimiento y reparación de equipos. Este indicador del tipo PPI representa el tiempo promedio que se tarda en reparar un equipo o sistema después de haber experimentado una falla.

Para calcular el MTTR, se realiza el siguiente procedimiento:

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de reparación}}{\textit{Número total de reparaciones}}$$

El tiempo total de reparación se refiere al tiempo acumulado durante el cual se realizan todas las reparaciones necesarias en el equipo o sistema. Este tiempo incluye desde el inicio del proceso de detección de la falla hasta la restauración completa del funcionamiento normal del equipo.

El número total de reparaciones se refiere a la cantidad total de veces que se ha intervenido para reparar el equipo o sistema en el período de tiempo analizado.

El MTTR se calcula típicamente sobre un período de tiempo específico, como una semana, un mes o un año, dependiendo de la frecuencia con la que se desean monitorear y evaluar los tiempos de reparación. Este indicador es esencial para evaluar la eficiencia del departamento de mantenimiento y para identificar oportunidades de mejora en los procesos de reparación y mantenimiento preventivo.

3.8.3. API. Indicadores de desempeño de actividades.

Los indicadores de desempeño de actividades (por sus siglas en inglés, API, *Activity Performance Indicators*) son métricas específicas que proporcionan una evaluación detallada y profunda del rendimiento y la efectividad en diferentes áreas dentro de una organización.

Este tipo de indicadores están diseñados para:

- Medir aspectos profundos y complejos.
- Medir el nivel de cumplimiento de los procesos con los estándares y normas establecidas
- Medir la calidad de los productos
- Desviación de pesos

El indicador de desviación de pesos es un indicador del tipo API que evalúa la consistencia en el peso de las materias utilizadas durante el proceso de producción en comparación con los estándares establecidos.

Para calcular este indicador, primero se han de establecer unos estándares de peso para cada materia utilizada durante la fabricación. Y posteriormente tener datos sobre los pesos reales para así obtener la desviación. El indicador de la desviación de pesos se calcula como se expone a continuación:

$$\text{Desviación} = \text{Peso real} - \text{Peso estándar}$$

Podemos comentar que hay una desviación del 3% en el peso del chorizo que se echa en la lata, lo que significa que se está echando un 3% más chorizo en la lata de lo que establece el estándar.

El objetivo de este indicador es ser lo más próximo a cero, para así alcanzar la máxima precisión y consistencia de las materias utilizadas durante la producción.

- Adherencia a los estándares

Otro de los indicadores API que se analizan es la adherencia a los estándares de limpieza, pues en una industria alimentaria la limpieza es crítica para garantizar la seguridad y la calidad de los productos.

Este indicador indica cómo de bien se están cumpliendo los estándares de limpieza establecidos en toda la instalación, tanto de equipos como de áreas en general.

Los estándares de limpieza son documentos específicos de limpieza que incluyen el procedimiento detallado, la frecuencia, los productos necesarios o los EPI adecuados para ejecutarla correctamente.

Estos estándares llevan asociados una lista de verificación, de manera que se cubran todos los aspectos importantes durante la limpieza y cuando se acabe de realizar esta limpieza, se cubra esta lista de verificación y posteriormente se pueda hacer un seguimiento de la adherencia.

Tener una adherencia a los estándares de limpieza del 90% significa que el cumplimiento de los estándares establecidos de limpieza es del 90%. Por lo que si se realiza la limpieza en 20 áreas en los que hay un estándar de limpieza asociado teniendo una adherencia del 90% significa que en dos de las áreas no se está cumpliendo el estándar de manera perfecta.

3.9. CREACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO

El trabajo en equipo es una necesidad en las empresas, siendo esencial para abordar la con éxito los procesos de producción. Los miembros del equipo deben estar alineados y comprometidos con los objetivos de la organización,

Estos equipos de trabajo están formados por personas con diferentes habilidades y perfiles complementarios, haciendo que las soluciones a los problemas se puedan abordar desde diferentes perspectivas y generar de este modo diversas soluciones.

En cuanto a los grupos de trabajo se pueden hacer diferencias entre los equipos de mejora (equipos *kaizen*) y equipos de trabajo autónomo.

Por otra parte, están las reuniones operativas. Estas reuniones operativas no son grupos de trabajo, sino que son sesiones formadas por diferentes equipos, dependiendo el tipo de reunión operativa en la que se abordan diferentes temas.

3.9.1. Equipos de mejora:

Estos equipos, conocidos como equipos de mejora o también como equipos *kaizen*, están centrados en identificar y abordar problemas específicos en los procesos u operaciones de la empresa con el fin de mejorar la calidad, aumentar la eficiencia o cualquier otra mejora que se pueda llevar a cabo. En este caso el equipo puede estar formado por miembros de diferentes departamentos, junto con operarios, dependiendo del alcance del problema a abordar.

Se ha comentado previamente en el apartado del mapa visual de pérdidas de la fábrica Litoral que ha habido una reclamación por cuerpos extraños, la cual se ha asociado a la cinta de selección de legumbre, pues es el área del proceso en el que se ha podido introducir algún cuerpo extraño.

Debido a esta reclamación por cuerpos extraños, se ha decidido llevar a cabo un proyecto en el que haya un control mucho más exhaustivo de la materia prima en la cinta de selección de legumbre. Para llevar a cabo este proyecto, se necesita un equipo *kaizen*. El equipo *kaizen* en este evento en concreto consta de siete personas, de las

cuales dos personas pertenecen al departamento de calidad y las otras cinco pertenecen al departamento de fabricación.

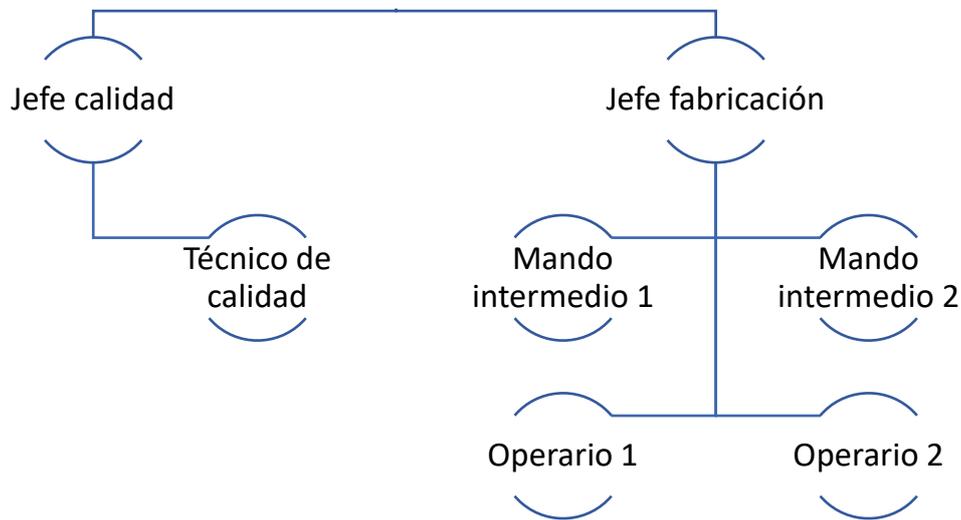


Figura 11. Diagrama de la jerarquía en el equipo de mejora. Fuente: elaboración propia.

El presente caso tiene diversos impactos negativos, tanto para la seguridad alimentaria como para la reputación de la marca. Un incidente por cuerpos extraños puede suponer un riesgo para la salud de los consumidores, pues la ingestión de un trozo de plástico puede causar lesiones gastrointestinales o puede contener sustancias químicas que hagan que el alimento no sea seguro. La contaminación por cuerpos extraños puede dañar la reputación de la marca y hacer que los consumidores pierdan la confianza generando una disminución de las compras.

Lo que realiza este grupo de trabajo en un primer momento es una evaluación exhaustiva del riesgo de contaminación física tanto interna como externa en el área de selección de legumbres, Para ello, se identifican posibles fuentes de contaminación y se evalúa el impacto que esta contaminación por cuerpos extraños pueda tener tanto en los productos como en la marca.

Posteriormente se hace un estudio de las mejoras que se pueden llevar a cabo, en el que los integrantes del evento *kaizen* proponen ideas. En este caso se ha decidido delimitarlo, limitando de esta manera el acceso a esta zona de producción solamente a los operarios que realmente vayan a hacer una tarea en ese puesto de trabajo. Además, se han establecido estándares de higiene para las personas que, sí están involucradas en ese proceso de fabricación.

El equipo *kaizen* realiza un seguimiento de las medidas tomadas, mediante el muestreo de cuerpos extraños de forma diaria para comprobar que realmente tienen éxito las mejoras implementadas.

Durante un periodo de dos meses no se han detectado cuerpos extraños en los muestreos realizados, por lo que las medidas han sido efectivas. Además, hubo una reducción de desperdicios asociada del 5%

3.9.2. Grupos de trabajo

Los grupos de trabajo, tanto los grupos de trabajo autónomos como los grupos de trabajo de mantenimiento son equipos de trabajo compuestos por personas que trabajan en un área relacionada. El número de personal que compone el grupo de trabajo será de entre cinco y diez personas, aunque estará determinado por el tamaño del área a la que pertenecen.

El objetivo principal de estos grupos de trabajo es la resolución de problemas relacionados con su área de trabajo para mejorar la eficiencia operativa del proceso.

A continuación, se explican los dos grupos de trabajo por separado.

3.9.2.1. Grupos de trabajo autónomos (GTA)

Los equipos o grupos de trabajo autónomos (GTA) están vinculados al pilar de Mantenimiento Autónomo (AM) del TPM y en cierto modo al pilar de Mantenimiento Preventivo (PM). Estos equipos de trabajo autónomos se centran en los operarios y personal de mantenimiento, empoderándoles, de forma que tengan autonomía para solucionar problemas y realizar tareas de mantenimiento en los equipos de sus áreas de trabajo sin depender en gran medida de los departamentos de servicios técnicos.

A continuación, se muestra la jerarquía del grupo de trabajo autónomo correspondiente a la zona de llenado de ingredientes en la fábrica Litoral.

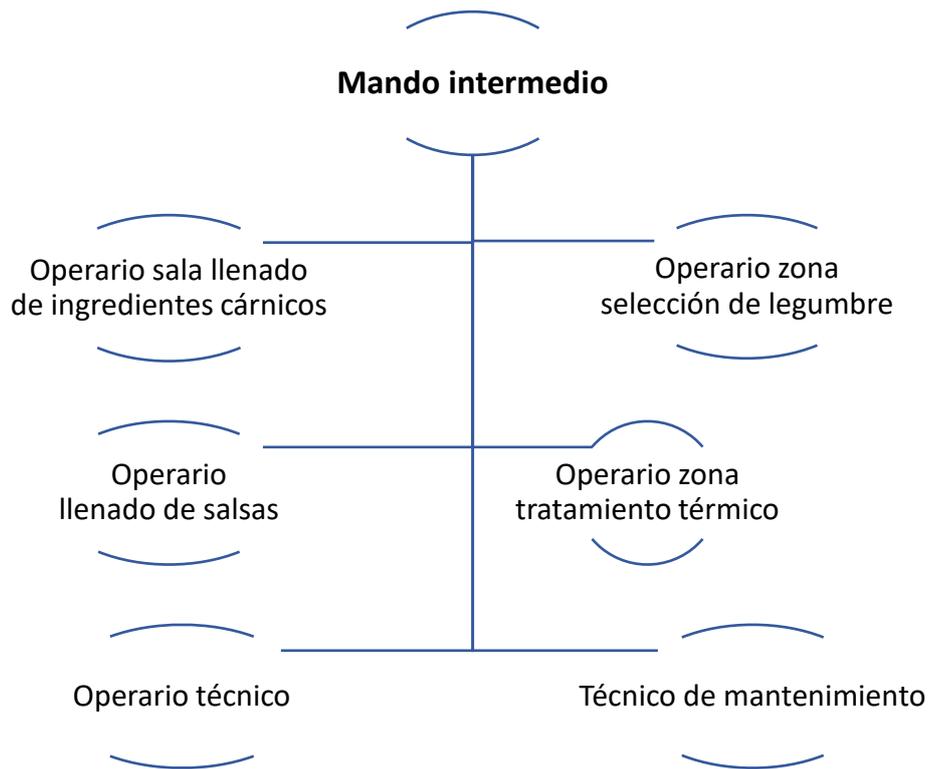


Figura 12. Diagrama de la jerarquía en el grupo de trabajo autónomo, GTA. Fuente: elaboración propia.

Los grupos de trabajo autónomos son responsables de realizar actividades de mantenimiento preventivo en sus áreas asignadas, como la realización de limpiezas, inspecciones y lubricaciones, que más adelante se comentará que se realizan siguiendo unos procedimientos llamados “LIL” (Limpieza, Inspección y Lubricación), realización de ajustes, siguiendo los parámetros de referencia incluidos en el *centerline* (procedimiento en el que se incluyen los puntos de ajuste de un equipo).

Para implementar los grupos de trabajo autónomos primero se ha de realizar un análisis de la situación actual de la fábrica en la que se evalúa el estado de los equipos, las habilidades del personal y las tareas de mantenimiento que pueden ser transferidas a los GTA.

Una vez que se ha realizado el análisis de la situación actual se desarrolla un plan anual de implementación, en el que se incluya:

- Tareas transferibles: se determinan qué tareas de mantenimiento pueden ser realizadas por los operarios y operarios técnicos en lugar de depender de los técnicos de mantenimiento y una vez que se han determinado las tareas se añaden en un plan anual de implementación para formar a los operarios correspondientes las actividades que correspondan.

- **Asignación de tareas extraordinarias:** se hace un recopilatorio de aquellas actividades que no se realizan con una frecuencia alta y que sí pueden ser realizadas por los operarios, como por ejemplo las auditorías del 5'S o la revisión de ciertos componentes de la fábrica que no están incluidos en ningún procedimiento de inspección. Una vez que se tenga el recopilatorio de estas tareas extraordinarias, se incluyen de forma lógica en el plan anual de implementación

Además, como se ha comentado previamente, los equipos de trabajo autónomos están capacitados para la identificación y resolución de problemas en un proceso. Para la resolución de problemas utilizan herramientas como: IVAA (Ir, Ver, Analizar y Actuar), análisis de causa raíz, 5W1H, diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado, los 5 porqués o diagrama de Pareto. Dependiendo del tipo de problema se utilizarán diferentes herramientas.

Caso de una resolución de un problema de atasco de botes en la línea de procesado, llevado a cabo por un GTA.

- **IVAA (Ir, Ver, Analizar y Actuar)**

Un "IVAA" es una herramienta para la resolución de problemas que conlleva cuatro pasos: ir, ver, analizar y actuar, los cuales se explican a continuación. En el contexto de esta herramienta se aplican otras herramientas como las 5W1H, el diagrama de Ishikawa y los cinco porqués de forma conjunta en el apartado "analizar" para realizar un análisis de la causa raíz.

- **Ir:**

Este paso implica identificar el problema, confirmar su existencia y definirlo claramente. En este caso, el problema es un atasco debido a una pletina levantada en la cinta transportadora en la línea de llenado-cerrado de la fábrica, lo que está afectando a la velocidad de producción y a la eficiencia.

En este primer paso se va al punto exacto en el que se ha producido el atasco para observar la pletina levantada y cómo está afectando a la producción. Además, se habla con los operarios habituales del puesto para tener una idea inicial del problema y su manifiesto.

- **Ver:**

En esta segunda etapa de un IVAA, es importante profundizar y obtener más información sobre el problema.

Se inspecciona la pletina levantada y se observa cómo el atasco ha afectado a la producción, incluyendo el impacto que este ha tenido en el rendimiento.

Además, se observa la máquina en general para detectar algún otro problema que se haya ocasionado de forma consecuente debido al atasco.

- **Analizar:**

Ahora, se analizan las posibles causas del atasco, realizando así un análisis de causa-raíz.

Para realizar este análisis de causa-raíz, se utilizan las herramientas de resolución de problemas que siguen a continuación, en este caso se utilizan las 5W1H, el diagrama de Ishikawa y los 5 porqués para investigar el problema a fondo.

El análisis de causa-raíz es un proceso cuyo objetivo final es la identificación de las causas subyacentes de los problemas y la búsqueda de soluciones eficaces para prevenir su recurrencia.

Apliquemos entonces las herramientas necesarias para la resolución de problemas, empezando por las 5W1H.

- 5W1H

Aquí se muestra cómo se utiliza la herramienta 5W1H para la resolución del presente problema. Esta es una herramienta que se basa en la realización de 6 preguntas básicas: *what* (qué), *why* (por qué), *who* (quién), *where* (dónde), *when* (cuándo) y *how* (cómo).

- ¿Qué?

La primera W es *what* (qué), ¿qué ha pasado?

Una pletina se ha levantado y está causando un atasco en la cinta transportadora en la línea de producción de llenado de ingredientes. Este atasco está interrumpiendo el flujo de la producción y se están deteniendo todas las operaciones de producción paralelas

- ¿Por qué?

La segunda W es *why* (por qué), ¿por qué ha sucedido el problema?

La naturaleza del problema puede ser debido a un desgaste u otros problemas mecánicos con la cinta transportadora.

- ¿Quién?

La tercera W es *who*, (quién) ¿quién está involucrado?

El problema involucra al operario que trabaja en el área donde ha ocurrido el problema y al resto de los operarios de producción, a servicios técnicos y a los encargados de supervisión de la línea.

- ¿Dónde?

La cuarta W es *where* (dónde) ¿dónde ha sucedido el problema?

El punto concreto de conflicto es la pletina ubicada encima de la cinta de transporte de botes. Este punto está ubicado en el área de llenado de ingredientes.

- ¿Cuándo?

La quinta y última W es *when* (cuándo) ¿cuándo ha sucedido el problema?

Este problema ha ocurrido un día de fabricación de fabada, en el año 2024.

- ¿Cómo?

La H se refiere a *how* (cómo) ¿cómo ha sucedido el problema?

El problema ha ocurrido porque la pletina ubicada entre las cintas anterior y posterior está unos milímetros más levantada de lo normal y por lo tanto los botes al circular por la cinta no pueden dar ese salto y caen haciendo parar toda la cinta aguas abajo.

- Diagrama de Ishikawa

La figura que se muestra a continuación es el diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto. Este diagrama se utiliza para identificar y representar gráficamente las causas de un problema específico, en este caso, un atasco en la cinta transportadora.

El diagrama está compuesto por una "cabeza", que representa el problema central (ataasco en la cinta transportadora), y varias "espinas", que representan las categorías de causas que pueden contribuir a dicho problema.

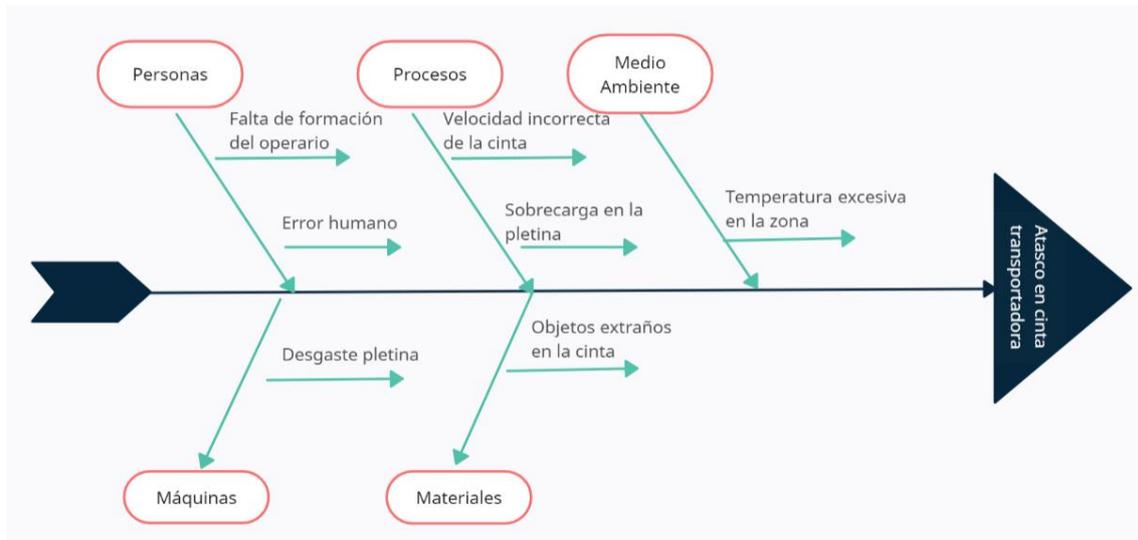


Figura 13. Diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado. Fuente: elaboración propia.

Las categorías representadas en el diagrama de Ishikawa se categorizan en: personas, procesos, máquinas, materiales y medio ambiente. Dentro de cada una de las categorías representadas se identifican posibles causas que puedan contribuir al atasco en la línea de producción.

Para determinar las posibles causas que han de ser incluidas en el diagrama de Ishikawa, se ha de haber identificado claramente el problema mediante la herramienta de las 5W1H, posteriormente el GTA realiza una lluvia de ideas para identificar todas las posibles causas del problema y las agrupa en las cinco categorías mencionadas, resultando de la siguiente manera:

- Personas
 - o Falta de formación del operario
 - o Error humano
- Procesos
 - o Velocidad incorrecta de la cinta
 - o Sobrecarga en la pletina
- Máquinas
 - o Desgaste de la pletina
- Materiales
 - o Objetos extraños en la cinta
- Medio ambiente
 - o Temperatura excesiva en la zona.

Cada una de estas categorías con las causas correspondientes se construye el diagrama.

El diagrama de Ishikawa es útil ya que permite a los equipos de trabajo visualizar todas las posibles causas de un problema de manera organizada, facilitando así la identificación de áreas de mejora y la implementación de soluciones efectivas.

- Método de los “5” Porqués

Esta herramienta se aplica de forma paralela al diagrama de Ishikawa, de forma que por cada una de las causas identificadas se realizan los “5 porqués”. Habrá causas en las que no haga falta hacer cinco preguntas, si no que con menos sea suficiente para detectar la causa raíz o detectar que esa no es la causa que ha determinado el problema real.

Se desarrolla a continuación la metodología de los “5 porqués” aplicada a la causa “sobrecarga en la pletina”, pues esta es la causa que ha determinado cuál es la causa raíz del problema.

Para comenzar con las preguntas, se empieza preguntando el motivo de la causa y a raíz de ahí se siguen haciendo preguntas como se muestra a continuación.

- ¿Por qué hay sobrecarga en la pletina?

Porque la cinta transportadora acumula botes de forma excesiva

- ¿Por qué la cinta transportadora acumula botes de forma excesiva?

Porque la velocidad de la cinta es demasiado alta y no puede manejar la cantidad de botes que ingresan al sistema.

- ¿Por qué la velocidad de la cinta es demasiado alta?

Porque el control de velocidad de la cinta no está ajustado correctamente o está funcionando de manera inconsistente.

- ¿Por qué el control de la velocidad de la cinta no está ajustado correctamente o funcionando de forma inconsistente?

Porque no se han realizado ajustes periódicos en el sistema de control de velocidad de la cinta

- ¿Por qué no se han realizado ajustes preventivos en el sistema de control de velocidades de la cinta?

Porque no se ha implementado un programa de mantenimiento preventivo adecuado para el sistema de control de velocidad de la cinta.

Una vez que se realizan las preguntas cinco veces por cada causa se determina cuál es la causa raíz del problema. En este caso, la causa raíz del problema es que no se ha implementado un programa de mantenimiento preventivo adecuado para el control de velocidad de la cinta.

- **Actuar:**

Una vez que se ha detectado la causa raíz del problema, una falta del control de velocidades en el programa de mantenimiento preventivo de la cinta transportadora, se lleva a cabo un plan de actuación.

Lo primero que se determina es que se ha de implementar un control de velocidad al programa de mantenimiento preventivo para controlar la velocidad de la cinta.

Para realizar este mantenimiento preventivo se han de seguir unos pasos:

- Se revisa la configuración actual de la cinta transportadora y se ajusta el control de la velocidad de la cinta.
- Se incluyen inspecciones regulares del sistema de control de la velocidad en el programa de mantenimiento preventivo que tiene. En este programa se incluyen la limpieza del dispositivo de control de la velocidad y la inspección visual para comprobar la total integridad de todos los componentes del dispositivo de control de la velocidad.
- Se establecen intervalos para realizar ajustes de forma regular en el sistema de control de la velocidad y se controlan mediante un registro de todas las actividades de mantenimiento realizadas en este sistema de control de la velocidad.
- Se forma a todo el personal implicado acerca del mantenimiento del sistema de control de la velocidad para mantener el sistema en buen estado de funcionamiento.

Una vez que el programa de mantenimiento preventivo se ha actualizado, nos aseguramos de que el sistema de control de la velocidad de la cinta transportadora funciona de manera confiable, previniendo así problemas como la sobrecarga en la pletina y como consecuencia atascos.

3.9.2.2. Grupos de trabajo de mantenimiento:

Los Grupos de Trabajo de Mantenimiento (GTM), son equipos formados por técnicos de mantenimiento, ingenieros y operarios técnicos especializados, que se encargan de mantener los equipos y la infraestructura de la planta en condiciones óptimas.

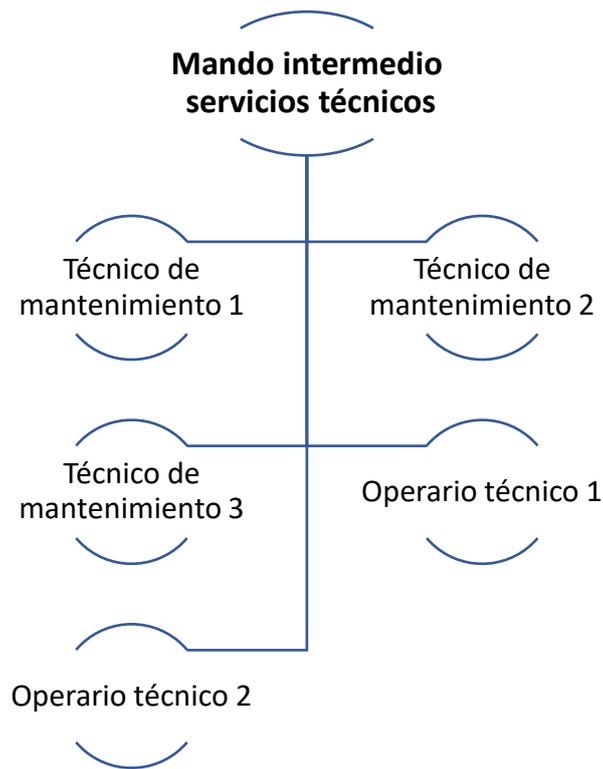


Figura 14. Diagrama de la jerarquía en el grupo de trabajo de mantenimiento GTM. Fuente: Elaboración propia.

En la fábrica Litoral hay un solo grupo de trabajo de mantenimiento, por lo que a partir de ahora se hará referencia a ese grupo de trabajo.

Algunas de las funciones de este grupo de trabajo de mantenimiento son:

- Prevención de averías: implementan programas de mantenimiento preventivo y predictivo para evitar fallos y averías.
- Solución de problemas: responder rápidamente a averías y otros problemas que surjan durante la fabricación.
- Seguimiento de indicadores: analizan los datos relacionados con el mantenimiento para identificar áreas de mejora y optimización.

La ejecución de las tareas que realizan los técnicos que pertenecen al grupo de trabajo de mantenimiento están planificadas y coordinadas mediante planes anuales. Este plan de mantenimiento anual tiene como objetivo establecer un calendario de todas las actividades de mantenimiento preventivo y predictivo a lo largo del año, con el que se garantiza que todas las máquinas y equipos reciban atención periódica para evitar fallos inesperados. Este plan de mantenimiento se comentará más adelante en la implementación del pilar de mantenimiento planificado.

El GTM está coordinado con los operarios técnicos y con los operarios mediante el GTA. Los técnicos serán quienes formen a los operarios en tareas básicas de mantenimiento y en aspectos técnicos operativos, para promover una mayor comprensión y colaboración.

Para hacer un seguimiento de los indicadores clave del rendimiento y la realización de las tareas planificadas y comentar cualquier tema relacionado con mantenimiento, el GTM tiene reuniones con una frecuencia semanal de una hora de duración.

3.10. IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S

La metodología de las 5S, como se comentó en un apartado previo, es una herramienta de gestión japonesa que se utiliza para mejorar la organización, limpieza y eficiencia en el lugar de trabajo. El nombre de la metodología proviene de cinco palabras japonesas que comienzan con “S” y son las etapas que se han de llevar a cabo: *Seiri* (Clasificar), *Seiton* (Ordenar), *Seiso* (Limpiar), *Seiketsu* (Estandarizar) y *Shitsuke* (Mantener).

La implementación de esta herramienta en la fábrica está motivada porque hay una gran pérdida de tiempo en la búsqueda de material causada por entornos de trabajo desordenados.

¿Qué otras consecuencias tiene que los entornos de trabajo no estén ordenados y limpios?

- Dificultad en la realización de tareas de forma eficiente, afectando así la productividad y la calidad del trabajo realizado.
- Desperdicio del tiempo buscando elementos necesarios para llevar a cabo sus actividades diarias. Esta pérdida de tiempo se traduce en un desperdicio de recursos y una reducción en la eficiencia operativa.
- Costes elevados en términos de limpiezas, mantenimientos y reparaciones de equipos.
- Desmotivación y falta de compromiso de los trabajadores por la percepción de los empleados sobre su puesto de trabajo.

¿Cuáles son los objetivos perseguidos a través de la implementación de la metodología de las 5S?

- Mejora de la eficiencia en el lugar del trabajo
- Reducción de desperdicios de tiempo, recursos y espacio.
- Uso más eficiente de los recursos disponibles.

El área piloto en el que se lleva a cabo esta implementación es el área de llenado de ingredientes.

3.10.1. *Seiri* (Clasificar)

Antes de iniciar el procedimiento propiamente dicho, es importante hacer fotografías de la zona en la que se quiere realizar la implementación de las 5'S. Estas fotografías permitirán hacer comparaciones en el futuro para evaluar los cambios realizados.

A continuación, se puede ver una fotografía de una estantería antes de la implementación de las 5S.

ANTES



Figura 15. Situación mesa atril antes de la implementación del 5S en el área.

Una vez realizadas las fotografías, se lleva a cabo un inventario, como el que se muestra a continuación, de todos los elementos presentes en el área de trabajo. Cada uno de los elementos se codifica para tener un registro más detallado de cada uno de ellos.

Tabla 5. Inventario de los elementos codificados

ELEMENTO	CÓDIGO
Mesa atril	LLENA - M - 01
Documentación controles	LLENA - D - 01
Documentación buenas prácticas	LLENA - D - 02
Báscula	LLENA - H - 01
Enchufe báscula	LLENA - H - 02
EPI	LLENA - U - 01
Cartel limpieza	LLENA - L - 01
Cartel liberaciones	LLENA - D - 03
Chaleco	LLENA - O - 01
Bolsa de basura verde	LLENA - L - 02
Bolsa de basura negra	LLENA - L - 03
Bolsa de basura amarilla	LLENA - L - 04
Archivador documentación	LLENA - D - 04
Film azul	LLENA - U - 02
Guantes	LLENA - L - 05
Bayetas	LLENA - L - 06
Bridas	LLENA - H - 03
Rotulador pizarra	LLENA - U - 02
Palet azul	LLENA - C - 01
Clip soporte basura	LLENA - L - 07

Una vez que se tengan todos los elementos identificados en el inventario se clasificarán en tres categorías: necesario, innecesario y elementos que requieren una evaluación adicional. En el inventario se etiquetará con color verde aquello necesario, con color rojo lo innecesario y con color azul lo que se necesite reevaluar. Lo clasificado como innecesario (color rojo) se eliminará del área de trabajo reciclándolo o reubicándolo en otra área de la fábrica, dependiendo de cuál sea el elemento que se quiera eliminar. Por otra parte, se llevarán a cabo planes de acción para aquellos elementos (clasificados como color azul) que se ha decidido evaluar nuevamente como pueden ser: reparar, limpiar o reponer. Por último, los elementos identificados con color verde se ordenarán en la segunda etapa del 5^ºS.

En la tabla que se muestra a continuación se puede ver el listado de los elementos de la zona a los que se les asocia cierta información:

- Zona: es la parte de la fábrica en la que se está llevando a cabo la implementación de las 5´S.
- Cartelito nº: en la segunda columna de la tabla se indica el número del elemento del que se trata.
- Registrado por: este es un dato que generalmente suele ser siempre el mismo, “equipo 5´S”, a pesar de ello, es importante no quitar esta columna, pues se puede dar el caso de que cualquier persona ajena a este “equipo 5´S” que detecte la falta de algún elemento de la zona y, por lo tanto, cuando se incluya ese elemento se le atribuya a esa persona.
- Tipo: es la columna en la que se indica si un elemento es necesario, innecesario o necesita una evaluación adicional. Una vez que estén todos los elementos clasificados con una de las tres opciones, se suman por opciones para hacer futuros gráficos estadísticos, como se muestra en el apartado de estandarización.
- Descripción: en esta columna se definen cada uno de los elementos identificados en el área.
- Medida a tomar: esta columna está enfocada a la clasificación de los elementos en base a si es necesario, innecesario o se necesita reevaluar.
- Acción: son los pasos específicos que hay que realizar para conseguir completar las medidas que se quieren conseguir.
- Responsable: es la persona o el equipo al que está asociado la acción a ejecutar del elemento.
- Fecha medida:
 - Detectada: es la fecha en la que se detecta que un elemento es necesario incluirlo en el inventario y lista de elementos de la zona para tenerlo en cuenta a la hora de la implementación del 5´S
 - Efectiva: es la fecha en la que el elemento ha completado las cuatro primeras fases de la implementación y por lo tanto se da como concluido la implementación propiamente dicha del 5´S, es decir, (etapas “estandarizar” y “hacer” del ciclo SDCA), aunque siempre quedan las auditorías y las posteriores mejoras para mantener todo en correcto estado (etapas “verificar” y “actuar” del ciclo SDCA).

PROYECTO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CONSERVAS.

Tabla 6. Listado con los elementos de la zona. Fuente: elaboración propia.

5"S" LLENADO DE INGREDIENTES								2	A	Artículo a restablecer
								9	V	Artículo a colocar
								9	R	Artículo a eliminar
								20	Total	
Zona	Cartelito n°	Registrado por	Tipo	Descripción	Medida a tomar	Acción	Responsable	Fecha medida		
								Detectada	Efectiva	
Llenado de ingredientes	1	EQUIPO 5'S	V	Mesa atril	Identificar		Operario línea	08/03/2024	15/03/2024	
	2	EQUIPO 5'S	V	Documentación controles	Identificar y ubicar	Colocar en la pizarra	Operario	08/03/2024	15/03/2024	
	3	EQUIPO 5'S	V	Documentación buenas prácticas	Identificar y ubicar	Colocar en la pizarra	Operario	08/03/2024	15/03/2024	
	4	EQUIPO 5'S	R	Báscula	Ubicar en oficina	Comentar con SS.TT	SSTT	11/03/2024	25/03/2024	
	5	EQUIPO 5'S	R	Enchufe báscula	Ubicar en oficina	Etiquetar	SSTT	11/03/2024	25/03/2024	
	6	EQUIPO 5'S	A	EPI	Reemplazar, identificar y ubicar	Pedir EPI nuevos	Equipo 5'S	11/03/2024	18/03/2024	
	7	EQUIPO 5'S	V	Cartel limpieza	Identificar y ubicar	Etiquetar	Operario línea	11/03/2024	18/03/2024	
	8	EQUIPO 5'S	V	Cartel liberaciones	Identificar y ubicar	Etiquetar	Operario línea	11/03/2024	18/03/2024	
	9	EQUIPO 5'S	R	Chaleco	Eliminar		Operario línea	11/03/2024	18/03/2024	
	10	EQUIPO 5'S	V	Bolsa de basura verde	Identificar y ubicar	Etiquetar y dejar 2 bolsas verdes	Operario línea	08/03/2024	21/03/2024	
	11	EQUIPO 5'S	R	Bolsa de basura negra	Eliminar		Operario línea	08/03/2024	21/03/2024	
	12	EQUIPO 5'S	R	Bolsa de basura amarilla	Eliminar		Equipo 5'S	08/03/2024	11/03/2024	
	13	EQUIPO 5'S	R	Archivador documentación	Eliminar	Digitalizar	Equipo 5'S	12/03/2024	13/03/2024	
	14	EQUIPO 5'S	V	Film azul	Identificar y ubicar	Etiquetar	Operario línea	12/03/2024	13/03/2024	
	15	EQUIPO 5'S	V	Guantes	Identificar y ubicar	Etiquetar	Operario línea	12/03/2024	13/03/2024	
	16	EQUIPO 5'S	V	Bayetas	Identificar y ubicar	Etiquetar	Equipo 5'S	12/03/2024	18/03/2024	
	17	EQUIPO 5'S	R	Bridas	Eliminar		Equipo 5'S	08/03/2024	18/03/2024	
	18	EQUIPO 5'S	R	Rotulador pizarra	Eliminar	Mover a la pizarra	Equipo 5'S	08/03/2024	18/03/2024	
	19	EQUIPO 5'S	R	Palet azul	Eliminar	Mover a zona roja	Equipo 5'S	11/03/2024	18/03/2024	
	20	EQUIPO 5'S	A	Clip soporte basura	Reparar	Reparar, soldándolo al soporte	SSTT	08/03/2024	18/03/2024	

Una vez que tenemos el listado con los elementos de la zona asociados a un color y con una medida a tomar y un plan de acción, se rellena la siguiente matriz para cada uno de los elementos de forma individual. A continuación, se muestra el ejemplo de la mesa atril.

Tabla 7. Matriz utilizada para identificar los elementos individualmente.

Nº CÓDIGO LLENA - M - 01
ARTÍCULO: MESA ATRIL
MEDIDA A TOMAR: IDENTIFICAR
RESPONSABLE Operario de línea
FECHA: 08/03/2024

3.10.2. *Seiton* (Orden)

En esta etapa, organizaremos todos los elementos que hayamos clasificado como necesarios en el área de trabajo. Primero, se establecerá una ubicación específica para cada elemento de manera que se facilitará la localización, colocación y el retorno a su posición. Se harán las siluetas de los elementos en la zona de colocación y etiquetas con el nombre de cada elemento o carteles visuales en el caso que no sea posible etiquetar, para saber la ubicación correspondiente de cada objeto.

Para saber dónde ubicar cada uno de los objetos, se tendrá en cuenta la frecuencia de uso de estos por parte de los operarios y criterios de seguridad y calidad. De modo que los elementos más utilizados se colocarán en lugares más accesibles para tener así un acceso más rápido y fácil a los elementos que se necesitan con mayor frecuencia, siempre que se respeten los criterios de calidad y seguridad establecidos en el entorno de trabajo.

Con esta etapa se consigue tener cada cosa en un sitio y un sitio para cada cosa.

3.10.3. *Seiso* (Limpieza)

La limpieza es fundamental para mantener un espacio de trabajo en condiciones óptimas. Además de limpiar, este proceso incluye la inspección de los equipos, ya que durante la limpieza se pueden detectar problemas como fugas, equipos con óxido en partes metálicas, equipos con partes móviles cuyo estado no es seguro...

Para llevar a cabo esta fase, se elabora inicialmente un plan de limpieza que especifica las áreas que deben limpiarse, la frecuencia con la que se debe realizar la limpieza y los procedimientos necesarios para asegurar su efectividad. Además, se asignarán responsabilidades a los miembros del equipo del área, quienes asumirán la limpieza como una tarea necesaria de frecuente realización. Los operarios deben tener en cuenta que, si durante el proceso de limpieza detectan que no se cumple el plan previamente propuesto, deben identificar la causa del incumplimiento para establecer planes de acción que motiven una nueva propuesta de ordenación o limpieza.

3.10.4. *Seiketsu* (Estandarización)

Al finalizar la cuarta fase de la implementación de las 5'S, es aquella en la que las medidas a tomar se dan como realizadas.

En también en esta fase de la metodología de las 5'S, en la que se lleva a cabo la documentación de todas las actividades realizadas previamente. Para ello, se crean normas de procedimiento que servirán como guía para los trabajadores durante la

clasificación, ordenación y limpieza. Además, se elaboran listas de control para verificar el cumplimiento de estas normas y garantizar la ejecución de las tareas de acuerdo con los estándares establecidos. Es fundamental proporcionar formación a todos los miembros del equipo sobre los procedimientos definidos en las normas para que estén familiarizados con su aplicación.

En el caso de que se realice alguna modificación en la ubicación de alguno de los elementos u otros cambios llevados a cabo en el área en el que se ha implementado la metodología de las 5S, se comunicará a todos los trabajadores relacionados con dicha área. Estas comunicaciones entre los trabajadores se podrán comentar durante la reunión de cambio de turno SHO en el caso de que las modificaciones no impliquen grandes cambios, o durante la reunión de grupos de trabajo autónomo (GTA) si las modificaciones son de gran envergadura.

En la gráfica de tendencia que se muestra a continuación (figura 16), se observa en color azul la evolución del número de elementos totales detectados y en color naranja la evolución del número de elementos gestionados. Es importante conocer la evolución de la gestión de estos elementos, pues generalmente el aspecto de la tendencia es similar.

Además, se realiza otra gráfica, en este caso una gráfica de barras (ver figura 17) en la que se representan los elementos detectados frente a los gestionados clasificados por colores, verde, azul o rojo.

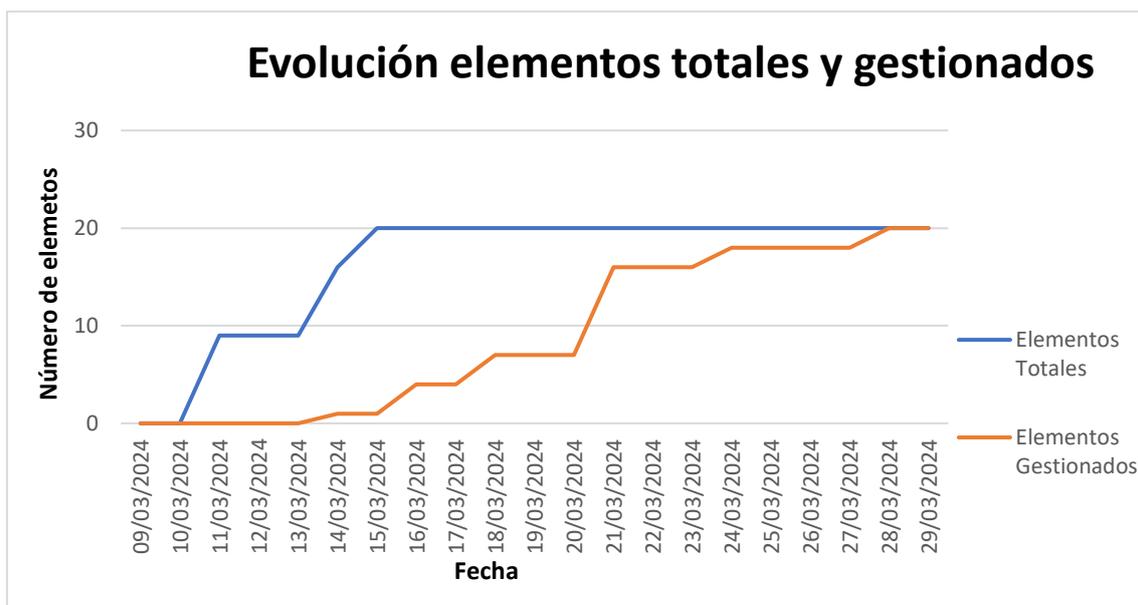


Figura 16. Evolución del número de elementos totales y gestionados durante el mes de marzo de 2024.

Fuente: elaboración propia.

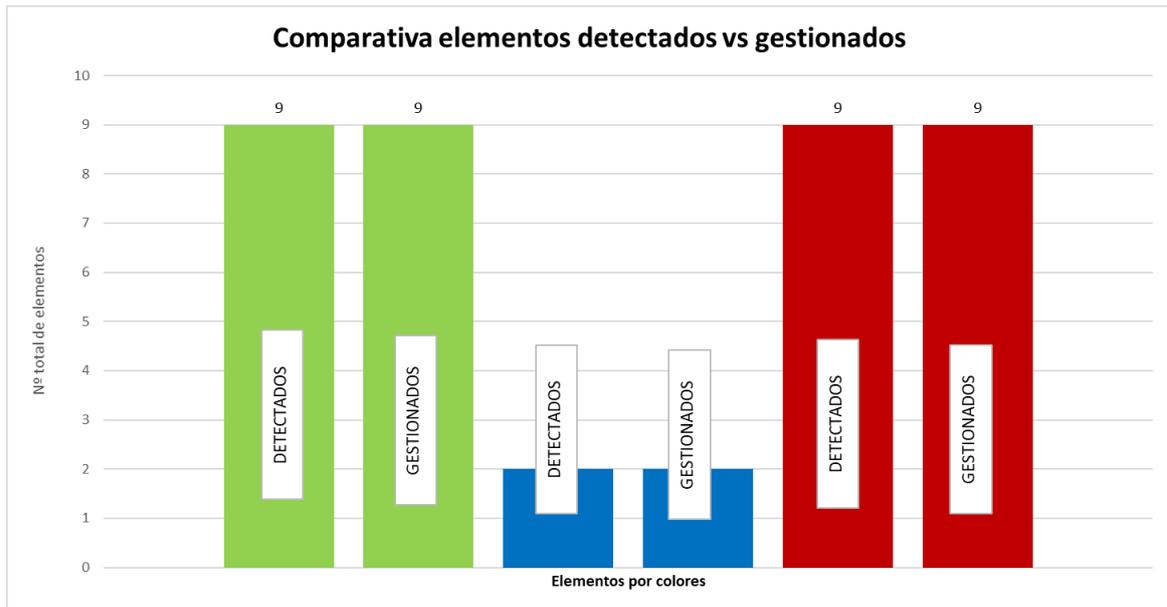


Figura 17. Comparativa del número de elementos detectados y gestionados durante el mes de marzo de 2024. Fuente: elaboración propia.

3.10.5. Shitsuke (Mantenimiento)

Se dice que se ha llegado a esta última etapa de mantenimiento de las mejoras llevadas a cabo en esta área cuando se han conseguido gestionar un 80% de los elementos del área.

Una vez en esta etapa de mantenimiento, se llevan a cabo auditorías por parte de los mandos intermedios, para asegurarse de que las mejoras realizadas se mantienen de manera constante y sostenible en el tiempo.

Este mantenimiento de las prácticas de las 5'S dependerá en gran medida del espíritu de pertenencia al proyecto, por lo que, si una persona ha estado muy implicada durante la implementación, será más probable que desarrolle mayor conexión con el proyecto y como resultado, esté más comprometida con el mantenimiento a largo plazo.

A continuación, se muestra la mesa atril en la última de las fases de la implementación del 5S, en la fase de mantenimiento.

DESPUÉS



Figura 18. Mesa atil en la fase de mantenimiento de la metodología 5S.

3.11. IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO (AM)

El pilar de mantenimiento autónomo (Autonomous Maintenance, AM) por sus siglas en inglés, es uno de los pilares fundamentales del Mantenimiento Productivo Total (TPM), pues involucra a todos los empleados a la hora del cuidado y del mantenimiento de los equipos mejorando así la eficiencia, la productividad, la seguridad y la calidad en la fábrica.

Se muestran a continuación algunas de las razones por las cuales tiene tanta importancia este pilar:

- Empoderamiento del personal:

El pilar de mantenimiento autónomo proporciona a los operarios una serie de responsabilidades del mantenimiento básico (al inicio de la implementación del pilar serán de poca envergadura y según se vaya avanzando, estas responsabilidades serán mayores) sobre los equipos que están utilizando. Esta responsabilidad sobre el mantenimiento de los equipos hace que sean los propios operarios los responsables

directos del estado de los equipos, lo que aumenta su conciencia y proactividad en la detección y resolución de problemas, lo que fomenta una sensación de propiedad sobre los equipos.

- Formación y desarrollo de habilidades:

El personal recibe formación específica en tareas de mantenimiento, como limpieza, inspección y lubricación. Esto no solo mejora sus habilidades técnicas, sino que también les aporta mayor conocimiento acerca del funcionamiento de los equipos con los que están operando. Además, gracias a estas habilidades adquiridas a través del mantenimiento de los equipos, les hace aumentar sus competencias a nivel general y por lo tanto los prepara para roles más avanzados en un futuro.

- Mejora de la moral y la motivación.

Los empleados se sienten más valorados cuando sus contribuciones al mantenimiento y al buen funcionamiento de los equipos son reconocidas, pues esto refuerza su autoestima y les hace sentir competentes en las tareas realizadas.

- Fomento de la participación y la colaboración.

El mantenimiento autónomo fomenta la involucración en las decisiones relacionadas con el mantenimiento y la mejora de los equipos, lo que fomenta una mayor participación de los operarios. Además, se promueve una colaboración entre los operadores y los técnicos de mantenimiento, pues son los operadores quienes están manejando la máquina todo el tiempo y conocen todos los problemas de forma externa y los técnicos de mantenimiento conocen el funcionamiento interno de la máquina, lo que hace que todos aprendan de todos.

- Desarrollo de la cultura de la mejora continua.

Los propios operarios son, como se ha comentado, los que más familiarizados están con los equipos, por lo tanto, gracias a su experiencia y sus observaciones diarias, pueden identificar problemas menores antes de que se conviertan en graves. Esto contribuye a una cultura organizacional de innovación y mejora continua.

3.11.1. Proceso de implementación del pilar de mantenimiento autónomo

Se muestra a continuación la implementación del pilar de mantenimiento autónomo en la etapa de llenado de ingredientes llevado a cabo en siete pasos diferenciados con el propósito de facilitar su desarrollo ordenado:

- Restauración inicial de las máquinas

- Eliminar fuentes de contaminación (FDC) y lugares de difícil acceso (LDA)
- Creación de procedimientos estándar
- Inspección general del equipo.
- Inspección general del proceso
- Sistematizar la gestión autónoma
- Sistema completo de autogestión

3.11.1.1. Restauración inicial de las máquinas

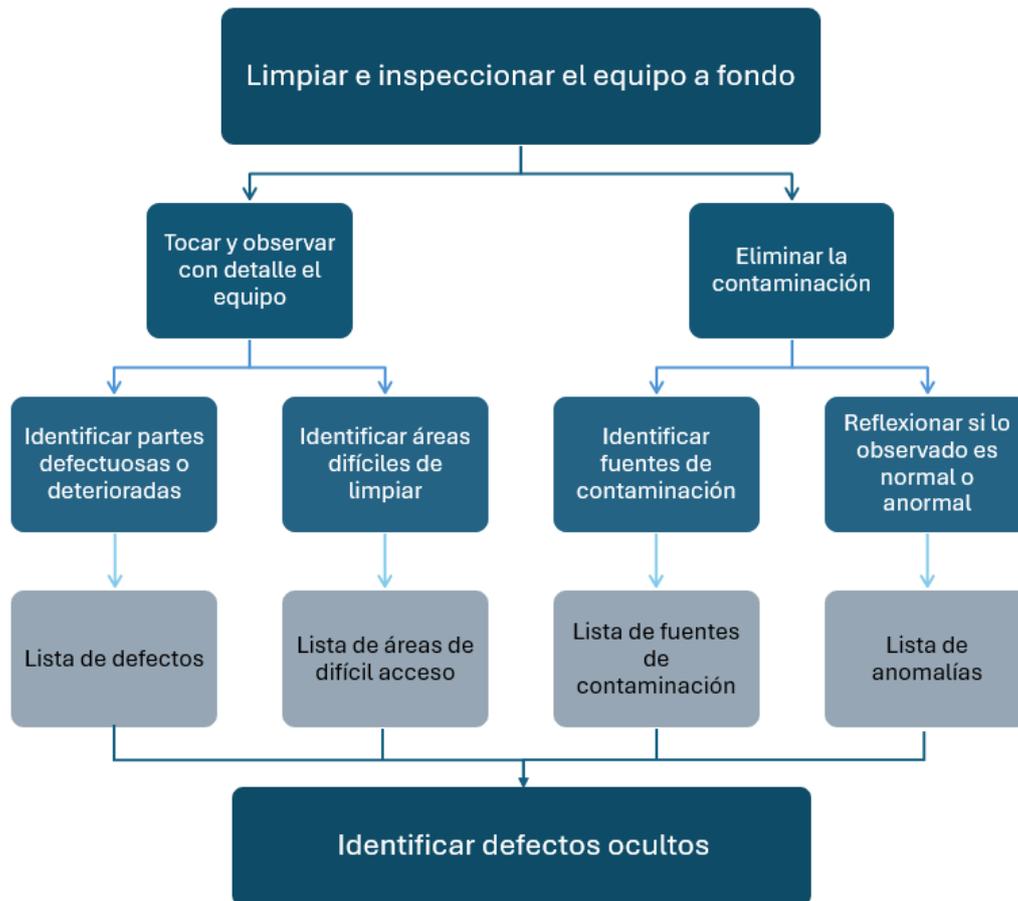


Figura 19. Restauración inicial de las máquinas. Fuente: Elaboración propia.

En esta primera etapa se restauran las máquinas a su condición óptima inicial mediante una limpieza inicial.

El objetivo de esta limpieza inicial es:

- Comenzar a diferenciar lo normal de lo anormal por parte de los operarios.
- Potenciar la mejora de las condiciones y resultados de la línea.

La limpieza inicial es un antes y un después en la implementación del TPM. Este primer paso se centra en eliminar toda la acumulación pasada de contaminantes para detener el deterioro forzado y exponer anomalías ocultas.

Es importante que todos comprendan que el objetivo principal de la limpieza no es la apariencia de las máquinas, sino la inspección. Una máquina limpia funciona mejor, facilita la inspección y la transformación del lugar de trabajo será el punto de partida de la transformación del comportamiento de nuestro personal.

Mediante la inspección minuciosa de las máquinas se identifican y se corrigen posibles anomalías existentes. En esta etapa de inspección se pueden observar fugas, piezas desgastadas como correas o componentes sueltos o faltantes como arandelas.

Una vez que se han detectado los problemas durante la inspección, se solucionan los problemas menores para así establecer las condiciones básicas del equipo para su operación diaria.

En el caso de tener equipos cuya solución no sea sencilla, se identifica cualquier problema mediante el sistema de etiquetado, que se comentará más adelante, en el apartado de mantenimiento del pilar de gestión autónoma, para asegurar su pronta reparación o remplazo.

3.11.1.2. Eliminar fuentes de contaminación (FDC) y lugares de difícil acceso (LDA)

Esta segunda etapa se centra en dos implementaciones: la implementación de medidas defensivas contra la suciedad y la eliminación de lugares de difícil acceso a las áreas de limpieza y lubricación.

Los objetivos de este segundo paso son los siguientes:

- Prevenir el riesgo forzado de las máquinas debido a la contaminación
- Reducir el tiempo y esfuerzo total de limpieza.
- Mejorar la accesibilidad de las máquinas para realizar tareas operativas
- Implementación de medidas para la eliminación de fuentes de contaminación:

En esta fase llevan a cabo mejoras para eliminar cualquier posible fuente de contaminación.

Se explica a continuación la modificación que se llevó a cabo en la etapa de llenado de ingredientes para la eliminación de una fuente de contaminación.

Se ha observado que, en el tramo final de la cinta de selección de legumbre, la legumbre rebosaba por encima del rascador y por lo tanto caía en la base de la máquina llenadora de legumbre, lo que ocasionaba una acumulación de legumbre en la base de la máquina con la consecuencia de ser un foco de contaminación.

Para solucionar esta fuente de contaminación se realizó lo siguiente:

- Medir pesos de legumbre en la base de la máquina para poder hacer una comparación del antes y del después de las modificaciones
- Medir el tiempo de limpieza que ocasionaba esa acumulación de legumbre.
- Estudiar posibles modificaciones a realizar en la cinta de selección o añadir cualquier herramienta para limitar el rebosamiento de la legumbre. Se observó que la modificación más viable era cambiar el rascador del momento por otro más largo.
- Modificar el rascador por uno más largo para evitar que rebosara la legumbre.

Una vez modificado el rascador, se da por eliminado la fuente de contaminación, pues deja de haber legumbres en la base de la máquina.

También se hace la comparación de los tiempos de limpieza y el desperdicio de legumbre para conocer el ahorro real generado gracias a la modificación del rascador.

A continuación, se muestran dos tablas en las que se expone lo desarrollado previamente

Tabla 8. Eliminación de la fuente de contaminación en la llenadora de legumbre. Fuente: elaboración propia.

MÁQUINA	AÑO	QUÉ SE OBSERVA	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CAUSAS (IR Y VER)	CONSECUENCIAS		IMPACTO				ACCIÓN A EJECUTAR	
					¿Limpiezas frecuentes?	¿Dificultad para la limpieza?	Visual	Paro	Calidad	Seguridad		
Cinta de transporte legumbre	2024	Legumbre en la base de la máquina	Cae legumbre en la base de la máquina debido a una gran cantidad de legumbre en la cinta de transporte	La legumbre rebosa en la parte final del elevador, por lo que cae a la base de la máquina. Rascador demasiado corto.	Sí	No	X		X			Cambiar goma del rascador para evitar que rebose la legumbre y por lo tanto que no caiga a la base de la máquina

Tabla 9. Eliminación de la fuente de contaminación en la llenadora de legumbre. Antes, después y ahorro de las modificaciones del rascador. Fuente: elaboración propia.

ANTES			DESPUÉS			AHORRO	
Relación con el estándar de limpieza	Tiempo de limpieza diario	Frecuencia de limpieza	Relación con el estándar de limpieza	Tiempo de limpieza diario	Frecuencia de limpieza	Mano de obra	Legumbre
Sí	35 minutos	Al acabar la fabricación	Sí	20 minutos	Al acabar la fabricación	Sí, 15 minutos diarios menos de limpieza	Sí, ya no queda legumbre en la base de la máquina

- Eliminación de lugares de difícil acceso a las áreas de limpieza y lubricación:

La segunda implementación se basa en la eliminación de lugares de difícil acceso a las áreas de limpieza y lubricación mediante ajustes y modificaciones que hagan todas las partes del equipo accesibles para la limpieza y el mantenimiento regular.

Se comenta a continuación un caso concreto de esta fase en la fábrica; se identificó que uno de los motores de las cintas transportadoras tenía un punto de engrase cuya ubicación era prácticamente inaccesible para los operarios, lo que aumentaba el riesgo de fallos del motor. Para solucionar este problema, se reorientó el motor de manera que el punto de engrase quedara fácilmente accesible para los operarios, permitiendo una lubricación adecuada y regular del motor.

Tabla 10. Eliminación del lugar de difícil acceso al punto de engrase de la cinta transportadora. Fuente: elaboración propia.

MÁQUINA	AÑO	QUÉ SE OBSERVA	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CAUSAS (IR Y VER)	CONSECUENCIAS		IMPACTO				ACCIÓN A EJECUTAR
					¿Engrase frecuente?	¿Dificultad para el engrase?	Visual	Paro	Calidad	Seguridad	
Motor cinta transportadora	2024	No se puede acceder correctamente a engrasar el motor	Uno de los puntos de engrase de un motor de la cinta transportadora no se puede engrasar porque es prácticamente innaccesible para los operarios	El punto de engrase está mal ubicado.	Sí	Sí			X	X	Cambiar el punto de engrase para que sea más accesible

Tabla 11. Eliminación del lugar de difícil acceso al punto de engrase de la cinta transportadora. Antes, después y ahorro de la modificación del punto de engrase.

ANTES			DESPUÉS			AHORRO
Relación con el estándar de engrase	Tiempo de limpieza diario	Frecuencia de engrase	Relación con el estándar de engrase	Tiempo de limpieza diario	Frecuencia de engrase	Mano de obra
Sí	10	Mensual	Sí	5 minutos	Mensual	Sí, 5 minutos mensuales menos de engrase

3.11.1.3. Creación de procedimientos estándar

En esta etapa se estandarizan los procesos para aquellas actividades que lo requieran.

Los objetivos de este tercer paso son:

- Estandarizar actividades para realizarlas de la mejor forma posible.
- Transferencia de actividades de GTM a GTA

Las tareas que requieren un procedimiento estándar son las siguientes:

- Tareas realizadas de manera repetitiva: cuando una tarea se realiza de manera repetitiva, es crucial establecer un procedimiento estándar para garantizar que se realice de la misma manera cada vez, reduciendo de esta manera al mínimo la variabilidad y mejorando la consistencia.
- Tareas complejas: si una tarea es compleja o implica un gran número de pasos a seguir, un procedimiento estándar ayuda a desglosar el proceso en pasos sencillos, facilitando una correcta ejecución
- Tareas en las que sea necesario tener un procedimiento para el cumplimiento normativo.
- Tareas en las que se hayan detectado errores a la hora de la ejecución: estas tareas se estandarizan para reducir la posibilidad de errores y, por lo tanto, la necesidad de retrabajos.

Los estándares se crean mediante un esfuerzo colaborativo que involucra tanto a los operarios como a los mandos intermedios. Los operarios aportan su experiencia práctica y conocimiento detallado de las tareas diarias, mientras que los mandos intermedios

proporcionan una perspectiva más amplia de los procesos y objetivos de la organización. En ciertos casos, también se puede involucrar a los mandos ejecutivos para asegurar que los estándares alineen con la estrategia general de la empresa y para obtener su aprobación final

Los estándares se pueden realizar tanto para el mantenimiento realizado por los propios operarios, los cuales dependen directamente del departamento de fabricación o para un mantenimiento más específico y por lo tanto los procedimientos estándar son finalmente para el departamento de servicios técnicos.

3.11.1.4. Inspección general del equipo.

El cuarto paso para implementar el mantenimiento autónomo consiste en la inspección general del equipo.

Los objetivos de este cuarto paso son:

- Identificar condiciones anormales mediante la inspección general del equipo.
- Registrar hallazgos resultantes de la inspección general.
- Mejorar la confiabilidad del equipo.

La detección temprana de condiciones anormales es crucial para prevenir fallos mayores y mantener la eficiencia operativa. Las inspecciones generales permiten a los operarios identificar signos de desgaste, fugas, vibraciones inusuales y otros indicadores de deterioro que podrían pasar desapercibidos en operaciones rutinarias. Reconocer estos problemas en una etapa temprana permite tomar medidas correctivas inmediatas, evitando paradas no planificadas y costosos tiempos de inactividad.

Documentar los hallazgos de las inspecciones generales es esencial para crear un historial de mantenimiento detallado. Este registro permite rastrear la evolución de cualquier problema, identificar patrones recurrentes y evaluar la efectividad de las acciones correctivas tomadas. Además, los registros detallados son valiosos para la planificación del mantenimiento preventivo y predictivo, ayudando a anticipar y prevenir futuros problemas.

La confiabilidad del equipo es un factor clave para la productividad y la eficiencia de la planta. Para mejorar esta confiabilidad de un equipo, se desarrollan competencias técnicas del operario con el objetivo de que entienda cómo funcionan los componentes de las máquinas, asegurando las condiciones adecuadas para eliminar las pérdidas y transfiriendo las inspecciones técnicas y tareas de mantenimiento básicas del GTM (Grupo de Trabajo de Mantenimiento) al GTA (Grupo de Trabajo Autónomo)

En esta etapa se enfatiza la importancia de identificar de forma temprana cualquier posible deterioro del equipo. Para lograrlo, se incluye a los técnicos de mantenimiento en el acompañamiento de las inspecciones realizadas por los operarios de producción, con el fin de generar acciones de mejora que eviten la recurrencia de los problemas identificados en la inspección general.

3.11.1.5. Inspección general del proceso

El quinto paso consiste en la inspección general del proceso.

El objetivo de este quinto paso es:

- Entender la relación entre los ajustes de las máquinas y la calidad de los productos.

Para entender la relación entre los ajustes de las máquinas y la calidad de los productos, primero se ha de realizar una formación para que los operadores comprendan perfectamente las transformaciones de sus máquinas. Estas formaciones son impartidas generalmente por el experto en el proceso, quien puede ser tanto el jefe de fabricación como el jefe de línea. Esta formación ha de seguir el enfoque 70:20:10, como se comenta en el pilar de formación del personal.

Este conocimiento les permite realizar ajustes precisos en los parámetros operativos y solucionar problemas antes de que afecten la producción. Entender esta relación es fundamental para mantener altos estándares de calidad y eficiencia, ya que cada ajuste incorrecto puede llevar a defectos en el producto, desperdicio de material y pérdida de tiempo. La formación en este aspecto no solo mejora la capacidad de respuesta ante variaciones en el proceso, sino que también fomenta una cultura de mejora continua.

Por otra parte, la calidad de los procesos hace referencia a la capacidad de producir productos que cumplen con las especificaciones deseadas de manera consistente.

Para formar a los operarios en lo que a calidad respecta, se ha de iniciar por una formación básica en la que se comente la importancia de la calidad en la industria alimentaria para que los operarios entiendan la importancia de la calidad y cómo su trabajo impacta en la seguridad y satisfacción del cliente.

Una vez que se tienen los conceptos básicos de cada apartado por separado (ajustes de la máquina y calidad), se realiza una formación conjunta, es decir, como influyen los ajustes de las máquinas en la calidad de los productos.

Se muestra a continuación el caso de cómo afecta un ajuste incorrecto de una correa a la calidad del producto final.

Una correa con una tensión inadecuada, tanto por exceso como por falta, puede causar que la máquina llene los botes de manera irregular, resultando en llenados inconsistentes afectando así al peso neto, a la uniformidad final del producto y pudiendo causar posibles contaminaciones alimentarias.

3.11.1.6. Sistematizar la gestión autónoma

Este es el penúltimo de los pasos para la implementación total del pilar de mantenimiento autónomo.

Los objetivos de este sexto paso son:

- Capacitar y motivar a los operadores para desarrollar su autonomía en la resolución de problemas.
- Controlar los procesos y la reducción de pérdidas mediante la optimización del flujo.

En cuanto al desarrollo de la autonomía para la resolución de problemas se forma a todos los operarios en las herramientas de análisis de causa raíz o diagramas de Ishikawa (comentados previamente en el apartado de resolución de problemas mediante los GTA).

Para mantener la motivación entre los trabajadores a la hora del desarrollo de su autonomía, se puede establecer un sistema de reconocimiento y recompensas, además de seguir fomentando la cultura de mejora continua para que los operarios se sientan motivados a proponer y probar nuevas soluciones para optimizar los procesos.

Para la reducción de pérdidas, se identifican actividades que no agregan valor, como esperas innecesarias, movimientos redundantes y tiempos muertos. Un ejemplo de este paso es el control en la etapa final diaria de fabricación por parte de los operarios para ajustar al máximo la cantidad de producto que se utiliza y los botes restantes.

3.11.1.7. Sistema completo de autogestión

Este es el último de los siete pasos de la implementación del pilar de mantenimiento autónomo.

Objetivos:

- Conseguir un equipo completamente autónomo
- Optimizar al máximo los recursos

Para conseguir tener un equipo que tenga un nivel de autonomía muy alto, es importante haber pasado por todos los pasos previos para la implementación del mantenimiento autónomo.

Los operarios en este paso son completamente autónomos, el equipo operativo es competente en actividades tanto operativas como de mantenimiento o incluso de liberación de producto.

El equipo cambiará su forma de trabajar una vez llegados a este paso. De manera que cuando la línea esté en funcionamiento, todos los operarios trabajan en la línea (alimentando materias primas, muestreando productos, controlando parámetros del proceso, etc.), y cuando la línea esté detenida para actividades planificadas (mantenimiento o cambios de formato), todos ejecutan estas actividades.

3.11.2. Mantenimiento del pilar de mantenimiento autónomo

El pilar de Mantenimiento Autónomo del TPM se apoya en varias herramientas y prácticas clave para asegurar su efectividad y sostenibilidad. Estas herramientas incluyen: reuniones operacionales; estandarización de limpieza, inspección y lubricación; parametrización de las máquinas y etiquetado para la gestión de averías.

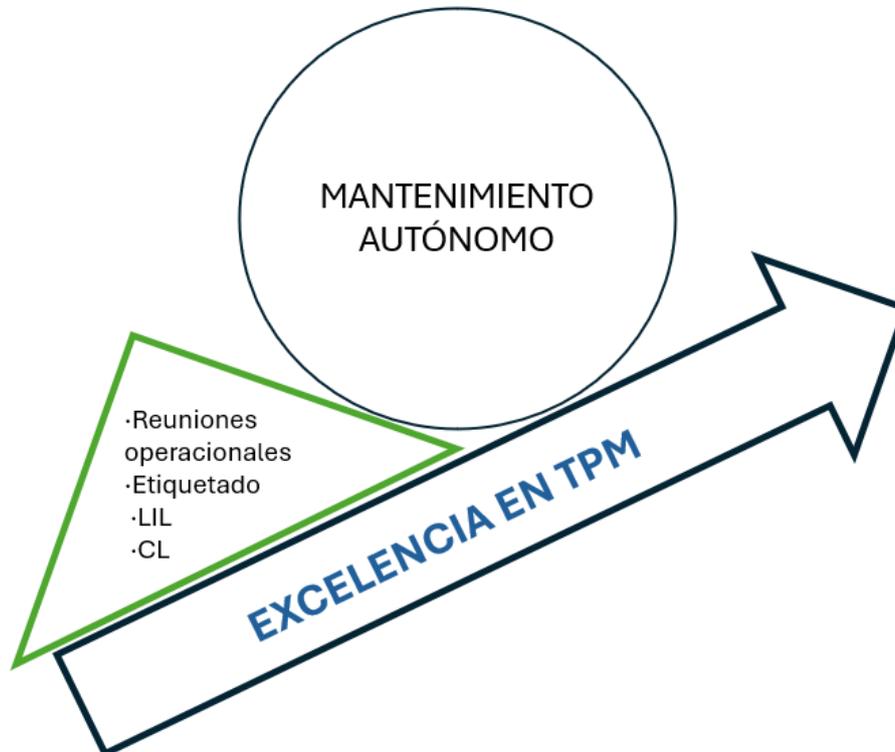


Figura 20. Sostenibilidad del pilar de mantenimiento autónomo para llegar a la excelencia en el TPM.

A continuación, se explican más en detalle dentro del contexto del Mantenimiento Autónomo.

3.11.2.1. Reuniones operacionales:

Las reuniones operacionales son una herramienta esencial para maximizar la eficiencia de los equipos mediante la participación de todos los empleados. Estas reuniones operacionales son fundamentales para la implementación y sostenibilidad del TPM ya que facilitan la comunicación, la coordinación y la toma de decisiones basadas en datos.

Objetivos de las reuniones operacionales:

- Comunicación efectiva:
 - o Facilitar el intercambio de información entre operarios, técnicos y altos mandos.
 - o Comunicar resultados y solicitar ayuda cuando sea necesario
 - o Mantener el control del proceso.
- Coordinación de actividades:
 - o Ayudar a planificar y hacer un seguimiento de las actividades que se llevan a cabo en la fábrica.
- Mejora continua:
 - o Hacer seguimiento de los indicadores clave
 - o Identificar acciones para mejorar resultados.

Las reuniones operacionales se realizan a diferentes niveles dentro de la organización y cada una con diferentes objetivos. En Nestlé, las reuniones se dividen dependiendo de la frecuencia de realización siendo estas mensuales (MOR), semanales (WOR), o diarias (DOR). Además, hay otras reuniones que se hacen en relación con el cambio de turno o en mitad del turno y otras que engloban a los grupos de trabajo que son las reuniones del GTA (Grupo de Trabajo Autónomo) y GTM (Grupo de Trabajo de Mantenimiento)

Tabla 12. Reuniones operacionales. Fuente: elaboración propia.

Tipo de Reunión	Participantes	Frecuencia	Duración
MOR (Monthly Operations Review - Comité Ejecutivo)	Miembros del Comité Ejecutivo	Mensual	1 hora
MOR (Monthly Operations Review - Comité Local)	Miembros del Comité Local	Mensual	1 hora
WOR (Weekly Operations Review - Comité Ejecutivo)	Miembros del Comité Ejecutivo	Semanal	1 hora
WOR (Weekly Operations Review - Comité Local)	Miembros del Comité Local	Semanal	1 hora
DOR (Daily Operations Review - Comité Ejecutivo)	Miembros del Comité Ejecutivo	Diaria	30 minutos
DOR (Daily Operations Review - Comité Local)	Miembros del Comité Local	Diaria	30 minutos
SHO (Shift Handover)	Operarios de Planta, Mecánicos	Cambio de Turno	5-10 minutos
Reuniones de Punto de Información	Operarios de Planta	Cada Turno	5 minutos
GTA (Grupo de Trabajo Autónomo)	Miembros del GTA	Semanal/Mensual	1 hora
GTM (Grupo de Trabajo de Mantenimiento)	Miembros del GTM	Semanal/Mensual	1 hora
GEMBA	Operarios de fábrica, Mecánicos, Mandos intermedios	Mitad de turno	5-10 minutos

- **MOR: Monthly Operations Review (Revisión mensual de operaciones):**

La reunión que se hace de forma mensual se realiza con el objetivo de revisar el desempeño operativo a largo plazo, analizar tendencias y tomar decisiones estratégicas. Se revisan los resultados e indicadores del mes previo para desarrollar planes de acción para el futuro.

Estas reuniones MOR, se llevan a cabo tanto en el comité ejecutivo como en el comité local. Dependiendo del comité se tratarán unos aspectos más globales u otros más focalizados en diferentes aspectos.

- WOR: *Weekly Operations Review* (Revisión semanal de operaciones)

La reunión que se hace de forma semanal es una reunión en la que se hace un seguimiento semanal del rendimiento de la fábrica. Estas WOR se llevan a cabo tanto a nivel de comité ejecutivo como de comité local.

para ello se revisan los indicadores necesarios en diferentes áreas como fabricación, calidad o seguridad entre otros. Si algún indicador no está yendo según lo planeado o se está desviando de los estándares establecidos se discuten las posibles causas de estas desviaciones en la WOR y se toman medidas para abordar los problemas.

Además, durante esta reunión se revisan las acciones realizadas durante la semana previa para comprobar si han sido correctas o si por el contrario no lo han sido y por lo tanto se requieren tomar acciones adicionales.

- DOR: *Daily Operations Review* (Revisión diaria de operaciones)

La DOR, reunión que se hace de forma diaria tanto a nivel de comité ejecutivo como a nivel de comité local. Estas reuniones tienen como objetivo principal identificar los problemas surgidos durante el día y tomar medidas para resolverlos de manera rápida. Otro de los objetivos que tiene la "DOR" es fomentar la comunicación y la colaboración entre los miembros del equipo para mejorar la eficiencia y ayudarse unos a otros.

- SHO: *Shift Handover* (Reuniones de cambio de turno).

Las reuniones de cambio de turno se llevan a cabo para facilitar una transición fluida entre los diferentes turnos de trabajo. Estas reuniones son fundamentales para asegurarse que la información sobre algún asunto ocurrido durante un turno se transmita de forma adecuada al siguiente.

Durante el tiempo que dura la reunión, que suele ser de aproximadamente cinco a diez minutos, los operarios del equipo que salen de la línea de producción dan información necesaria acerca de los temas surgidos que puedan afectar a los operarios del turno entrante, como posibles riesgos o fallos que hayan surgido durante el turno.

Esta reunión permite también que todos los operarios independientemente del turno en el que estén, estén alineados en cuando a los objetivos del día o de la semana.

- GEMBA

Otra de las reuniones que se hace en Nestlé es el "Gemba". Esta es una reunión que proviene del enfoque Lean y se centra en llevar a los líderes al lugar donde se está produciendo para observar, discutir y resolver los problemas directamente en el sitio.

Esta reunión de corta duración se realiza a mitad del turno de fabricación y están presentes líderes, operarios y servicios técnicos. De esta forma se involucran todas las áreas de fabricación.

En la reunión Gemba se comenta el estado de la producción, incluyendo el rendimiento de la línea de producción, la velocidad de producción y cualquier problema que haya ocurrido para no cumplir con los objetivos de producción.

También se revisa la calidad del producto fabricado, se comenta cualquier problema de calidad que se haya detectado y se discuten las acciones correctivas que se puedan llevar a cabo para solucionarlo.

- GTA

Los grupos de trabajo autónomos (GTA), como se ha comentado previamente, también tienen su propia reunión. Esta reunión, a pesar de que se realiza de forma semanal no se llama WOR como se ha comentado previamente que se llaman las reuniones ejecutadas semanalmente, pues esta reunión enfatiza la autonomía de los trabajadores y la responsabilidad del equipo de trabajo.

Esta reunión tiene una duración de aproximadamente una hora

- GTM

El grupo de trabajo de mantenimiento tiene una reunión propia de la misma forma que el GTA. La duración de la reunión es de una hora y se tratan temas de coordinación y planificación de actividades de mantenimiento, discusión de problemas técnicos y revisión de los indicadores clave para implementar soluciones y así mejorar la eficiencia de la planta.

3.11.2.2. Estándares de limpieza, inspección y lubricación.

Implementar y mantener estándares rigurosos de limpieza, inspección y lubricación es vital para asegurar la sostenibilidad de las mejoras logradas mediante el pilar de mantenimiento autónomo dentro del Total Productive Maintenance (TPM).

Aproximadamente el 50% de las paradas y fallos de las máquinas se deben a la pérdida de condiciones básicas de operación. Por lo tanto, preservar estas condiciones es crucial y se puede lograr únicamente a través de prácticas sistemáticas de limpieza, inspección y lubricación.

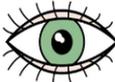
Como se ha comentado al principio de la implementación del pilar de mantenimiento autónomo, las condiciones básicas de las máquinas incluyen la ausencia de suciedad,

la correcta lubricación de todas las partes móviles, y la inspección regular para identificar desgastes o anomalías. Estas actividades no solo previenen fallos inesperados, sino que también aseguran que las máquinas operen a su máxima eficiencia, reduciendo costos y mejorando la productividad.

Estos estándares de limpieza, inspección y lubricación siguen el ciclo SDCA (estandarizar, realizar, verificar y actuar), lo que significa que no son documentos estáticos. Es decir, si se identifica una manera más sencilla o efectiva de realizar estas tareas, o si se requiere añadir algún punto adicional al procedimiento, se sigue un proceso específico para actualizar y mejorar los estándares. Este enfoque asegura que los procedimientos de mantenimiento se adapten y evolucionen continuamente, reflejando las mejores prácticas.

Se muestra a continuación el procedimiento estándar inicial de inspección de la máquina llenadora de legumbre. Este procedimiento se ha realizado en la primera fase (fase “estandarizar”) del ciclo SDCA.

Tabla 13. Procedimiento estándar de inspección de la llenadora de legumbre. Fuente: elaboración propia.

ESTÁNDAR DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN DE LA LLENADORA DE LEGUMBRE			CODIFICACIÓN LIL-FA-LI-002	MÁQUINA UTILIZADA: LLENADORA DE LEGUMBRE		FECHA EDICIÓN: 15/02/2024	EDICIÓN: 1
TAREA	PUNTO DEL ESTÁNDAR	FRECUENCIA	PASOS	EPI	MATERIAL UTILIZADO	PROCEDIMIENTO PROBLEMAS	TIEMPO
Inspección	2.1	Semanal (al finalizar la fabricación)	Inspección rascadores de la llenadora 1.- Inspeccionar los rascadores de la llenadora 2.- Comprobar que no tienen rebabas y que no falta ningún componente.			En caso de que haya algún problema avisar al encargado de turno	2
	2.2	Diaria (al finalizar la fabricación)	Inspección vasos de la llenadora 1.- Inspeccionar los vasos de la llenadora 2.- Comprobar que no tienen rebabas y que no falta ningún componente				2
APROBACIÓN			DEPARTAMENTO DE CALIDAD	DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD		DEPARTAMENTO DE FABRICACIÓN	

Este estándar mostrado previamente se ejecuta, es decir, se lleva a cabo la fase “hacer” del ciclo SDCA.

Además, el estándar tiene asociado una lista de verificación que se ha de completar. Esta verificación está enmarcada en la fase “comprobar” del ciclo SDCA. La verificación de los estándares se realiza coloreando los recuadros de la lista de verificación para cada día con diferentes de la siguiente forma:

- Verde: el procedimiento se ha realizado correctamente

- Rojo: el procedimiento no se ha realizado correctamente
- Negro: no aplica.

Tabla 14. Lista de verificación del procedimiento estándar de inspección de la llenadora de legumbre.

Fuente: elaboración propia.

TAREA	PUNTO DEL ESTÁNDAR	FRECUENCIA	NOMBRE DE LA TAREA	Semana 1						
				L	M	X	J	V	S	D
Inspección	2.1	SEMANAL	Inspección rascadores de la llenadora							
	2.2	DIARIA	Inspección vasos de la llenadora							

En el caso de que se observe algún fallo durante la fase “comprobar”, se lleva a cabo la fase “actuar” de cualquier otro modo, el ciclo se mantiene en las fases “hacer” y “comprobar”.

Durante la fase “comprobar” del ciclo SDCA de este procedimiento, se ha observado que era necesario incluir la inspección de la cadena de la máquina llenadora de legumbre, por lo que se estandariza de nuevo el proceso y obteniendo así el siguiente procedimiento estándar de inspección y la consiguiente lista de verificación.

Tabla 15. Procedimiento estándar (edición 2) de la máquina llenadora de legumbre. Fuente: elaboración propia.

ESTÁNDAR DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN DE LA CINTA DE SELECCIÓN DE LEGUMBRE			CODIFICACIÓN LIL-FA-LI-002	MÁQUINA UTILIZADA: LLENADORA DE LEGUMBRE	FECHA EDICIÓN: 23/02/2024	EDICIÓN: 2	
TAREA	PUNTO DEL ESTÁNDAR	FRECUENCIA	PASOS	EPI	MATERIAL UTILIZADO	PROCEDIMIENTO PROBLEMAS	TIEMPO
Inspección	2.1	Semanal (al finalizar la fabricación)	Inspección rascadores de la llenadora			En caso de que haya algún problema avisar al encargado de turno	2
			1.- Inspeccionar los rascadores de la llenadora 2.- Comprobar que no tienen rebabas y que no falta ningún componente.				
	2.2	Diaria (al finalizar la fabricación)	Inspección vasos de la llenadora				2
1.- Inspeccionar los vasos de la llenadora 2.- Comprobar que no tienen rebabas y que no falta ningún componente							
2.2	Semanal (al finalizar la fabricación)	Inspección cadena de la llenadora	2				
		1.- Inspeccionar que la cadena no tiene roturas ni desgastes excesivos. 2.- Comprobar que no tienen rebabas y que no falta ningún componente					
APROBACIÓN			DEPARTAMENTO DE CALIDAD	DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD	DEPARTAMENTO DE FABRICACIÓN		

Tabla 16. Lista de verificación del procedimiento estándar (edición 2) de la máquina llenadora de legumbre. Fuente: elaboración propia.

TAREA	PUNTO DEL ESTÁNDAR	FRECUENCIA	NOMBRE DE LA TAREA	Semana 1							
				L	M	X	J	V	S	D	
Inspección	2.1	SEMANAL	Inspección rascadores de la llenadora								
	2.2	DIARIA	Inspección vasos de la llenadora								
	2.3	SEMANAL	Inspección rascadores de la llenadora								

3.11.2.3. Centerline

La herramienta *centerline* o parametrización es una técnica utilizada para establecer y mantener los parámetros operativos óptimos de las máquinas para diferentes variables. Es decir, cada uno de los ajustes que hay en la línea y que necesitan ser controlados para asegurar el correcto desempeño de la línea.

Los principales objetivos de las parametrizaciones realizadas son:

- Proveer estabilidad operacional al proceso
- Mejorar la confiabilidad en el rendimiento
- Facilitar las tareas de ejecución

Las parametrizaciones se llevan a cabo en los puntos de ajuste o control. Algunas de las parametrizaciones realizadas son:

- Ajustes de posiciones fijas
- Ajustes específicos para arranque y paro
- Ajustes exactos de máquinas, eliminando toda suposición

Se muestra a continuación el proceso de la implementación de la parametrización en la fábrica.

- Priorizar máquinas

La priorización de las máquinas es fundamental para estudiar más a fondo posibles casos de parametrización. Pues será mucho más importante parametrizar una máquina que esté dando muchos fallos en vez de una máquina que prácticamente no tiene paros imprevistos.

Por lo tanto, a partir del mapa de pérdidas se analizarán las posibles máquinas a parametrizar.

En este trabajo se van a explicar tres puntos de ajuste realizados en la línea de llenado de ingredientes, relacionados con las cintas de transporte.

- Creación de una "lista de puntos de ajuste".

En esta lista de puntos de ajuste se identifican aquellos puntos que posteriormente se parametrizarán para así eliminar los ajustes innecesarios y/o erróneos, dejando solo los que son realmente necesarios para el correcto funcionamiento de la línea (Abad, 2020).

¿Qué son los puntos de ajuste?

Los puntos de ajuste o puntos de control son:

- Posiciones fijas por producto o referencia
- Valores definidos de parámetros de operación
- Configuraciones o parámetros específicos para arranques o paradas
- Aquellos puntos que indican ajustes de máquina precisos eliminando cualquier tipo de suposición

Tabla 17. Lista de puntos de ajuste de la etapa llenado de ingredientes identificados. Fuente: Nestlé.

 LISTA DE PUNTOS DE AJUSTE DEL PROCESO IDENTIFICADOS											
FECHA:		LÍNEA: Llenado-Cerrado									
Nº	PARTE DEL EQUIPO	DETALLE DEL EQUIPO Y O COMPONENTE	DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO	FOTO	¿QUE HACE?	¿FORMATO?	¿CÓMO SE MIDE?	VALOR DE LA VARIABLE	TOLERANCIA	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO MAL AJUSTE
1	Cinta transportadora	2ª guía derecha	Regulación horizontal		Guía los botes	Pequeño y grande		62 55	0	mm	Atascos
2	Cinta transportadora	Guía izquierda	Regulación horizontal		Guía los botes	Todos		19	0	mm	Atascos
3	Cinta transportadora	Cinta pesadora	Velocidad		Guía los botes	Todos		100,5	±0,2	m/min	Atascos

En la tabla que se muestra previamente, se muestran tres casos de parametrización realizados en Litoral que se desarrollan a continuación

- Primer caso de parametrización:

Se trata de una guía de la cinta transportadora que se puede regular libremente de forma horizontal y lo que se quiere conseguir a partir de la parametrización es tener solamente dos posiciones para ubicar la guía en una u otra posición en función de lo que se esté fabricando.

- Segundo caso de parametrización:

Es una guía de la cinta transportadora que previamente se cambiaba su posición en función de la fabricación, pero se hizo un seguimiento para comprobar si esas modificaciones eran necesarias y no lo eran, por lo que se decide eliminar ese punto de ajuste, dejando la guía con un movimiento libre.

- Tercer caso de parametrización:

Se trata de la velocidad de una cinta transportadora que causaba atascos, por lo que se decide hacer una parametrización para fijar una velocidad de funcionamiento.

Existen tres tipos de puntos de ajuste, en función de su estado final:

- Puntos de ajuste eliminados:

Son aquellos ajustes que, por cambios en el diseño o mejoras en el proceso, ya no son necesarios. Estos puntos pasan a descartarse y por lo tanto a eliminar cualquier tipo de variación en el mismo porque esa variación por parte de los operarios no es necesario realizarla para que el equipo funcione correctamente.

- Puntos de ajuste variable:

Los puntos de ajuste variable son los parámetros que son modificados durante la operación para adaptarse a las condiciones específicas de producción. En el caso que se muestra en la tabla previa, se observa que es el punto de ajuste es modificado para el cambio de formato.

- Puntos de ajuste establecidos para todos los formatos:

Estos ajustes se mantienen constantes y son aplicables a todos los formatos de producción. No necesitan ser cambiados con cada cambio de producción, pero no se pueden fijar.

- *Identificar y eliminar ajustes innecesarios.*

Los ajustes innecesarios son aquellas variaciones que se realizan en la maquinaria sin ningún tipo de beneficio, por lo que el objetivo es eliminarlos, como se muestra a continuación el caso concreto del ajuste de una guía de una cinta transportadora.

En el segundo caso de la tabla, se muestra un punto de ajuste identificado en el proceso y que se ha decidido eliminar. Se trata de una guía de una cinta transportadora que anteriormente había que ajustarla en la horizontal para el cambio de formato.

Esta incapacidad de movimiento libre ocasionaba atascos debido a la falta de un punto correcto y fijo para la guía. Para solucionar este problema, se estudió una posible solución, implementando un sistema en el que se permitiera el movimiento libre de la

guía en la horizontal para eliminar el cambio de formato y los atascos mediante un tornillo.

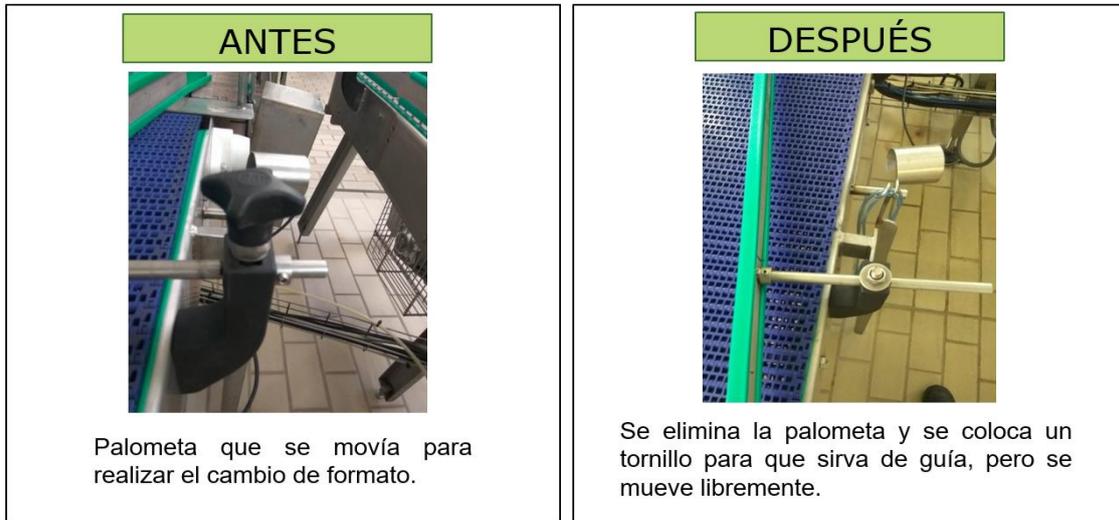


Figura 21. Eliminación de un punto de ajuste. Fuente: Nestlé.

- Establecer y validar valores o rangos de parametrización

Los puntos de ajuste que se quieren parametrizar siguiendo este criterio son los puntos “1” y “3” de la tabla de puntos de ajuste identificados. En estos puntos se crean atascos y por lo tanto se decide parametrizarlos, mostrándose el tipo de ajuste realizado en la siguiente tabla.

Para realizar la parametrización de estos puntos se realizan pruebas y se recogen datos para conocer los valores óptimos de cada parámetro. Una vez que se determinan los valores óptimos de los puntos de ajuste, se ajustan las máquinas para que operen dentro de estos rangos. En el caso de que el funcionamiento de la línea sea el deseado, se mantienen los ajustes realizados previamente o en el caso contrario, se modifican ligeramente hasta llegar al objetivo.

En el primer caso de la tabla de puntos de ajuste identificados, la guía, al no tener posiciones fijas determinadas, podía moverse libremente y fijarse en cualquier posición, lo que generaba confusiones y atascos debido a la falta de precisión en su colocación.

Por lo que, para resolver este problema, se decide parametrizar, y esto pasa por fijar la guía en dos posiciones específicas mediante la instalación de topes. Esta solución permite que la guía se ajuste, en función del formato que se esté fabricando, en la posición óptima para el funcionamiento de la línea de producción.

Como se puede comprobar en la tabla, se muestra los valores a los que la guía finalmente se ajusta mediante topes, que son: 62mm y 55mm

En el tercer caso de la tabla, se muestra el ajuste realizado a la velocidad de la cinta pesadora. En la que se determina el valor de la velocidad y una cierta tolerancia. Este ajuste es común para todos los formatos, porque es indiferente el tipo de producto que se esté produciendo, pero no se puede fijar, porque se puede realizar una ligera modificación de la velocidad en el caso de que sea necesaria.

Tabla 18. Lista de puntos de ajuste de la etapa llenado de ingredientes resueltos. Fuente: Nestlé.

 LISTA DE PUNTOS DE AJUSTE DEL PROCESO RESUELTOS													
FECHA: _____ LÍNEA: Llenado-Cerrado													
Nº	PORTE DEL EQUIPO	DETALLE DEL EQUIPO Y O COMPONENTE	DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO	FOTO	¿QUE HACE?	¿FORMATO?	¿CÓMO SE MIDE?	VALOR DE LA VARIABLE	TOLERANCIA	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO MAL AJUSTE	TIPO DE AJUSTE	PUNTO DE CONTROL (Si está en estándar IUL y en check list de cambio de formato debe estar incluido en el check list de valores estándares)
1	Cinta transportadora	2ª guía derecha	Regulación horizontal		Guía los botes	Pequeño y grande		62 55	0	mm	Atascos	VARIABLE	Check-list de cambio de formato
2	Cinta transportadora	Guía izquierda	Regulación horizontal		Guía los botes	Todos		19	0	mm	Atascos	ELIMINADO	
3	Cinta transportadora	Cinta pesadora	Velocidad		Guía los botes	Todos		100,5	±0,2	m/min	Atascos	ESTABLECIDO PARA TODOS LOS FORMATOS	Check-list valores estándar

- Establecer controles para los puntos ajustados.

Este es el último punto de la parametrización, en el que se establecen controles para los puntos de ajuste realizados.

Estos controles son mediante listas de comprobación de cambio de formato, en el caso de aquellos puntos de ajuste que haya que variar dependiendo del formato fabricado o listas de comprobación de valores estándar en el caso de que sean valores estándar y que no haya que cambiarlos en función del formato a fabricar, pero que tampoco se puedan fijar.

3.11.2.4. Tagging

El “tagging” o “etiquetado de anomalías” es una técnica fundamental para la gestión de las averías de las máquinas de la fábrica. Este proceso involucra a todos los operarios y ayuda a asegurar que todas las anomalías sean atendidas de manera oportuna y eficiente, promoviendo la mejora continua y el mantenimiento autónomo.

¿Qué es una anomalía?

Una anomalía es una desviación de un estándar, debido al deterioro, a una mala instalación o a un daño.

Principales objetivos del etiquetado de anomalías:

- Detección temprana de problemas
- Mejora de la comunicación
- Empoderamiento de los operarios
- Optimización de la eficiencia operativa
- Reducción de los costes de mantenimiento

Para la gestión de las anomalías se sigue el proceso que se detalla a continuación, mostrando un ejemplo de la fábrica Litoral.

- Detección de la avería

Los operarios u operarios técnicos detectan una anomalía en una máquina durante la operación diaria de producción o durante la realización de tareas de limpieza, inspección y lubricación.

Un operario detecta que un bulón de la cinta transportadora está suelto y muestra signos de desgaste

- Documentación y codificación de la avería

Una vez detectada la avería (y siendo consciente de que la avería no había sido detectada previamente), se redacta una descripción detallada de la avería, en la que se indica lo siguiente en una tarjeta para averías:

- Tipo de avería
- Fecha y hora de la detección de la avería
- Código de seguimiento (este código generalmente lo aporta posteriormente el supervisor de línea).
- Descripción del problema
- Prioridad asignada (alta "A", media "B", baja "C") basada en el impacto en la seguridad, la calidad y la producción.
 - o Alta prioridad (A):
 - Impacto: son averías que representan un riesgo significativo para la seguridad de los operarios, pueden causar daños graves a la maquinaria o tienen un efecto crítico en la calidad del producto y la continuidad de la producción.
 - Acción: requieren una intervención inmediata. Como máximo deben resolverse en un plazo de dos días.

- Media prioridad (B):
 - Impacto: son averías que afectan moderadamente a la calidad del producto o la eficiencia de la producción y que podrían empeorar si no se abordan en un tiempo razonable
 - Acción: deben ser gestionadas a corto plazo, siendo el periodo establecido de una semana
- Baja prioridad (C):
 - Impacto: las averías clasificadas como prioridad baja son averías menores, es decir, que no afectan directamente y de forma inmediata a la seguridad, la calidad del producto ni a la eficiencia de la producción.
 - Acción: estas averías se programan a medio o largo plazo, sin una urgencia inmediata.

Tabla 19. Etiqueta del bulón de la cinta transportadora. Fuente: elaboración propia

ETIQUETA
CÓDIGO DE SEGUIMIENTO xxxxxx
FECHA Y HORA DE LA DETECCIÓN 26/03/2024
TIPO DE AVERÍA Mecánica
DESCRIPCIÓN Un bulón está suelto y muestra signos de desgaste. Ubicado en la cinta transportadora de legumbre
PRIORIDAD Alta (A)

Cuando se hayan rellenado estos campos de la tarjeta de averías se procede a su almacenamiento.

- Almacenamiento temporal de etiquetas

Una vez que la tarjeta de averías está completada, esta se deposita en un cajetín designado para tal fin. Esto permite recopilar todas las anomalías detectadas de forma organizada.

- Revisión en reuniones de negociación

El supervisor de línea se encargará de revisar las etiquetas que hay en el cajetín de etiquetas para su resolución lo antes posible.

En el caso de que la solución no implique la intervención de servicios técnicos se encargará el mismo supervisor de línea de delegar su resolución, de cualquier otra forma, se pondrá en contacto con el equipo de servicios técnicos a través del jefe de mantenimiento para coordinar los recursos necesarios y planificar la resolución de las averías.

En el caso de la etiqueta del bulón, el supervisor recoge esta etiqueta prácticamente nada más que se detecta esta avería y se pone en contacto con el jefe de servicios técnicos para que planifique su reparación rápidamente.

- Resolución de las averías

La resolución de las averías en la mayoría de los casos está gestionada a través del jefe de mantenimiento que coordina los recursos para que su equipo técnico lo solucione. En ciertas ocasiones no es necesaria la intervención de servicios técnicos, sino que un mismo operario puede solucionarlo.

La resolución de la avería del bulón pasa por cambiar el bulón y poner uno nuevo, además de revisar posibles averías en el resto de los bulones.

- Archivo y documentación

Una vez resuelta la avería, las etiquetas se archivan y se documentan en un sistema de registro, esta documentación incluye:

- Descripción de la acción tomada
- Fecha de la resolución
- Responsable de la reparación
- Resultados obtenidos

Tabla 20. Documentación de la avería del bulón de la cinta transportadora. Fuente: elaboración propia

CÓDIGO DE SEGUIMIENTO xxxxxx
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN TOMADA Se ha cambiado el bulón que estaba suelto y desgastado ubicado en la cinta transportadora de legumbre
FECHA DE LA REPARACIÓN 26/03/2024
RESPONSABLE DE LA REPARACIÓN Servicios técnicos
RESULTADOS OBTENIDOS Funcionamiento correcto de la cinta transportadora tras el cambio del bulón

Todas las averías se archivan, sin embargo, algunas, debido a su naturaleza, se incluyen en un plan de mantenimiento para su seguimiento continuo.

- Seguimiento de las averías

Las averías que son necesarias de revisar periódicamente se añaden en un plan anual de revisión por parte de servicios técnicos.

A partir de la avería detectada del bulón, se planifica una revisión semestral de los bulones de la cinta transportadora por parte de servicios técnicos.

3.12. IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO

El pilar de mantenimiento planificado (PM, Planned Maintenance, por sus siglas en inglés) es otro de los pilares del TPM.

El concepto de mantenimiento se refiere a un conjunto de actividades llevadas a cabo para conservar o restaurar un equipo, máquina, sistema o infraestructura a un estado en el que pueda realizar sus funciones.

El mantenimiento existe desde que los humanos tienen la necesidad de reparar y mantener herramientas en correcto estado para su supervivencia y desarrollo. Las primeras formas de mantenimiento eran completamente reactivas, es decir, las herramientas se reparaban solamente cuando estas se rompían. Más adelante, con la maquinaria industrial, este mantenimiento de averías (BM, *Breakdown Maintenance* por sus siglas en inglés), era insuficiente, pues causaba largos tiempos de inactividad no planificados y pérdidas económicas significativas.

En respuesta a las limitaciones que este mantenimiento reactivo presentaba, en la década de 1950 comenzó a desarrollarse el concepto de mantenimiento preventivo, enfocándose en realizar inspecciones y reparaciones programadas para prevenir fallos antes de que ocurran.

En la década de 1960 y 1970, la gestión del mantenimiento industrial da un paso, evolucionando así hacia un enfoque más estructurado y proactivo conocido como mantenimiento planificado. Este mantenimiento planificado busca no solo reparar los equipos cuando fallan, sino también prevenir los fallos anticipándose así a problemas antes de que ocurran y realizar mantenimiento basado en proyectos, es por eso, que engloba mantenimiento correctivo, preventivo y de proyectos.

Los objetivos de la implementación del pilar de mantenimiento planificado son:

- Conseguir cero averías y cero paros imprevistos, minimizando el tiempo de actividad.
- Aumentar la vida útil de los equipos
- Mejorar la eficiencia operacional de los equipos
- Mantener equipos en condiciones que aseguren la calidad y la seguridad alimentaria de los productos.
- Optimizar costes de mantenimiento

Para conseguir estos objetivos, se establece la base de la gestión del mantenimiento con los siguientes puntos:

- Estructuración de objetos técnicos
- Gestión de los tipos de mantenimiento
- Gestión de las órdenes de trabajo
- Plan de planificación del mantenimiento.

3.12.1. Estructuración de objetos técnicos

Los objetos técnicos son elementos definidos y registrados en un sistema de gestión de mantenimiento que representan los componentes físicos de una fábrica.

Estos elementos se estructuran, de forma que se consigue tener un mapeo detallado de los objetos técnicos y son esenciales para planificar, ejecutar y documentar las actividades de mantenimiento.

Los objetos técnicos se jerarquizan en cinco niveles diferenciados de la siguiente manera:

- Nivel 1: Fábrica.
Representa la instalación completa de producción.
Ejemplo: La fábrica "Litoral" se numera como 0288.

- Nivel 2: Área operacional de la fábrica.
Se refiere a una subdivisión dentro de la fábrica que agrupa varios procesos relacionados con una función específica.
Ejemplo: dentro de la fábrica, el área relacionada con el proceso de producción de productos culinarios se denomina "CUL".

- Nivel 3: Zona o proceso.
Corresponde a un proceso específico dentro del área operacional.
Ejemplo: el proceso de fabricación del producto, específicamente la parte de llenado de ingredientes se denomina "LLE".

- Nivel 4: Línea.
Detalla una sección particular dentro del proceso que se especializa en una parte específica del llenado de ingredientes.
Ejemplo: dentro del proceso de llenado de ingredientes, la sección dedicada al llenado de legumbres y salsas se conoce como "AU2". "AU" representa las iniciales de "Autoclaves", que es el nombre dado a toda la línea de fabricación desde el llenado de ingredientes cárnicos hasta la esterilización en autoclaves. El "2" indica que esta es la segunda etapa del llenado de ingredientes.

- Nivel 5: Máquina.
Identifica el equipo específico utilizado dentro de la línea de producción.

Ejemplo: La máquina específica para el llenado de legumbres se llama "LLENADORAMAC300"

- Dentro de este nivel, se incluyen los dispositivos acoplados a máquinas (equipos, como por ejemplo un sinfín) y cualquier elemento determinado de una máquina (componentes, como por ejemplo un rodamiento).

Por lo que finalmente, la máquina llenadora de ingredientes se conoce de la siguiente manera:

0288-CULL-LLE-AU2-LLENADORAMAC300.

Esta jerarquización de los objetos técnicos permite tener la historia de las intervenciones de mantenimiento (revisiones, fallos, ajustes) de cada uno de ellos para poder trabajar en ello y mejorar.

Es importante indicar que este mapeo es estrictamente de mantenimiento y no se utiliza con ningún otro fin.

Un tiempo atrás, el enfoque estaba centrado en la máquina como objeto de mantenimiento principal, por lo que a la hora de analizar averías o planificar intervenciones no se conseguía llegar a una gran eficacia y las averías perduraban en el tiempo.

Para conseguir este objetivo de cero averías y cero paros imprevistos, hay que tener un gran nivel de detalle del análisis de cada uno de los componentes susceptibles de fallar. Es decir, cuando una máquina falla es porque algún elemento ha llegado al final de su vida útil por algún motivo. Este fin de su vida útil puede darse debido al desgaste natural debido al funcionamiento, un desgaste prematuro ocasionado por trabajar en condiciones no estándar, un mal ajuste, etc. Es importante recalcar que lo que hace que una máquina tenga un fallo es cada uno de los componentes que la integran.

Para reducir al máximo las averías y los paros, es necesario contar con la historia de cada uno de los componentes, es decir, todo lo que le sucede al componente y todas las intervenciones realizadas sobre el mismo y así poder establecer medidas que eviten el fallo técnico.

Tener un conocimiento detallado del historial de cada componente de una máquina o equipo transforma la actitud de los trabajadores de ser reactiva a ser proactiva. En lugar de esperar a que ocurra un problema, los trabajadores pueden anticiparse a los fallos y gestionar de manera más eficaz las tareas de mantenimiento.

Se muestra a continuación la curva de trabajo de un componente. En esta curva se muestra que cada componente, en condiciones básicas, empieza su vida útil con una funcionalidad del 100%. A medida que ese componente está trabajando se llega a un punto (D) que empieza a tener fallo, pero no es detectable hasta que se llega al punto (P) donde la disminución de funcionalidad ya es detectable. Si el tiempo de operación se alarga, se llega al punto (F) en el que se produce la pérdida de la funcionalidad del componente.

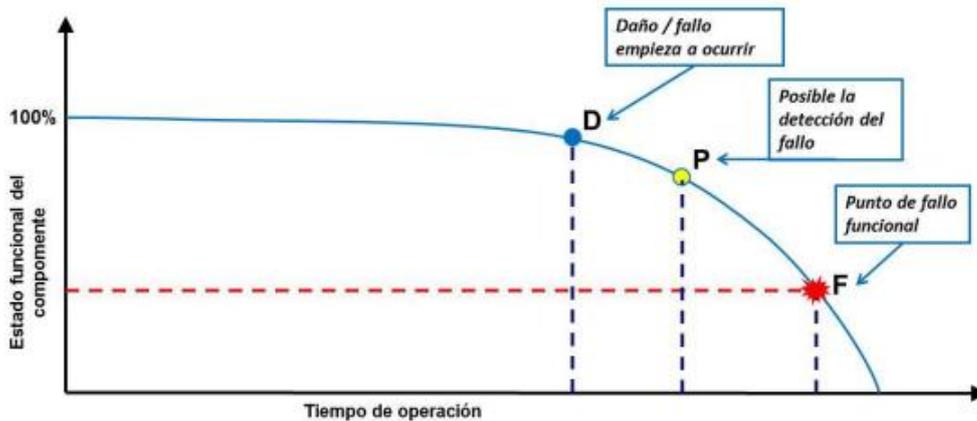


Figura 22. Curva del estado funcional del componente. Fuente: Nestlé.

Gracias a los diferentes tipos de mantenimiento explicados en el siguiente apartado, se puede lograr ampliar la curva de mantenimiento y maximizar la vida útil de los componentes de las máquinas.

3.12.2. Gestión de los tipos de mantenimiento.

El mantenimiento planificado, que es lo que da el nombre al pilar actual, es un enfoque estratégico que permite a la empresa gestionar los activos de una manera más eficiente. Se refiere a la identificación y definición previa de las tareas de mantenimiento necesarias, así como de los recursos requeridos, como herramientas y piezas de repuesto para la sustitución de los componentes actuales, con el fin de reducir todo lo posible las paradas no planificadas, maximizar la disponibilidad de los equipos y optimizar los costes de operación y mantenimiento.

- Metodología 5W+1H

Para gestionar la efectividad del mantenimiento planificado, se utiliza la herramienta 5W+1H. Esta metodología garantiza la efectividad de la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo y se aplica en los órdenes de trabajo y en las rutinas estándar. La información debe responder a las siguientes preguntas:

- ¿Dónde ejecutar el trabajo? (*Where*): debe identificar claramente si el mantenimiento se va a realizar en un componente o en un equipo.
 - ¿Qué hacer? (*What*): indica el tipo de mantenimiento que se debe realizar, inspección, ajuste, medición, remplazo, instalación, reemplazar, etc. Y debe estar ligado al componente o equipo al que se le dará mantenimiento.
 - ¿Cuándo realizar la actividad? (*When*): debe especificar la fecha en que se va a realizar el mantenimiento y cuándo debe finalizar. También se debe incluir el tiempo en que debe realizarse el mantenimiento.
 - ¿Quién va a realizar la actividad de mantenimiento? (*Who*): indica al mecánico o grupo de mecánicos encargados de realizar la actividad de mantenimiento, siempre y cuando posean las competencias adecuadas para realizarlo.
 - ¿Cuáles herramientas se van a utilizar? (*Which*): indicar qué herramientas son las necesarias para realizar las actividades de mantenimiento, se deben incluir herramientas especiales en el caso de las rutinas predictivas.
 - ¿Cómo ejecutar la actividad de mantenimiento? (*How*): detalla paso a paso las instrucciones de cómo realizar las actividades de mantenimiento. Como mínimo debe incluir la siguiente información:
 - Precauciones de seguridad
 - Seguridad y calidad alimenticia.
 - Listado de herramientas.
 - Competencias requeridas.
 - Estandarización: instrucciones detalladas de cómo ejecutar la actividad.
- Tipos de mantenimiento:

Una vez que se conoce la herramienta 5W+1H, se exponen los diferentes tipos de mantenimiento.

- Mantenimiento preventivo
 - Mantenimiento predictivo

- Mantenimiento programado
- Mantenimiento basado en inspecciones
- Mantenimiento basado en proyectos.
- Mantenimiento correctivo

3.12.2.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es un tipo de mantenimiento cuya estrategia de mantenimiento tiene como objetivo prevenir fallos y asegurar que los equipos continúen operando de manera eficiente y sin interrupciones.

Este mantenimiento preventivo se enfoca en realizar inspecciones, ajustes y reparaciones menores antes de que los problemas se conviertan en averías. De esta forma, lo que se consigue es prolongar la vida útil de los equipos, minimizar tiempos de inactividad y mejorar la seguridad y calidad del proceso de fabricación.

Dentro de este grupo de mantenimiento preventivo se encuentran los mantenimientos predictivo, programado y basado en inspección, los cuales, se explican a continuación.

- Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo se basa en la monitorización continua de la condición de los componentes y equipos para detectar fallos antes de que ocurran, permitiendo la intervención en el momento óptimo para evitar averías y minimizar tiempos de inactividad. Esto se logra mediante la monitorización continua o periódica de la condición de los equipos utilizando diversas técnicas y herramientas de diagnóstico.

Un ejemplo de este tipo de mantenimiento es el uso de sensores de vibración para monitorear el estado de los rodamientos en un motor. Si las vibraciones superan un umbral específico, se programa una intervención antes de que el rodamiento falle por completo.

- Mantenimiento programado

El mantenimiento programado se lleva a cabo en intervalos de tiempo específicos, independientemente del estado actual de los componentes o equipos. Estos intervalos generalmente se basan en tiempo de uso (horas de operación, ciclos de operación) dependiendo de las recomendaciones del fabricante y la experiencia operativa para prevenir averías y garantizar la disponibilidad del equipo.

Un ejemplo de este tipo de funcionamiento es la lubricación de una cadena de distribución cada 50 horas.

- Mantenimiento basado en inspección

Este tipo de mantenimiento se basa en inspecciones, generalmente de inspección realizadas de forma regular y detalladas para identificar necesidades de mantenimiento antes de que se conviertan en problemas serios. Este enfoque permite identificar problemas antes de que se conviertan en fallos mayores.

Ejemplo: gracias a este tipo de mantenimiento se puede comprobar el desgaste de un bulón de una cinta transportadora.

3.12.2.2. Mantenimiento basado en proyectos.

EL mantenimiento basado en proyectos tiene un enfoque estratégico que se centra en la planificación y la ejecución de mejoras específicas y actualizaciones en la infraestructura y equipos.

Este tipo de mantenimiento incluye grandes intervenciones que no forman parte de las actividades rutinarias de mantenimiento preventivo o correctivo, por lo que se realiza durante las paradas planificadas de la fábrica. Está basado en un plan de mantenimiento que incluye proyectos específicos a lo largo del año.

Ejemplo: este mantenimiento se lleva a cabo para la incorporación de una nueva cinta en la línea de producción. Este proyecto requeriría la realización de pruebas y puesta en marcha durante un periodo de baja producción, asegurando que la transición sea suave y la interrupción mínima para comprobar el correcto funcionamiento.

3.12.2.3. Mantenimiento correctivo

Las actividades realizadas dentro del marco de mantenimiento correctivo son aquellas acciones que se ejecutan cuando es necesario corregir un fallo técnico. El componente o equipo se encuentra parcial o totalmente incapaz de realizar una o más funciones para las cuales fue diseñado.

Las intervenciones realizadas para la reparación de los equipos después de que se haya producido una avería se pueden realizar inmediatamente o se pueden programar.

Una intervención inmediata se aplica en caso de: pérdida de producción, potencial pérdida de la máquina, problemas de calidad y problemas de seguridad.

Las intervenciones que se pueden programar son aquellas que derivan del etiquetado de la maquinaria y que el GTM (Grupo de Trabajo de Mantenimiento) considere oportunas.

Ejemplo de mantenimiento correctivo que requiere de intervención inmediata: se ha levantado una pletina en la cinta de llenado de salsa y no permite el paso de los botes, por lo que hasta que no se arregle, no puede volver a funcionar.

Ejemplo de mantenimiento correctivo que no detiene la línea y por lo tanto no requiere de intervención inmediata: la temperatura de un intercambiador de calor ha aumentado por encima del valor ideal, pero no es tan alta como para parar la línea, por lo que esta intervención se planificara para realizarse una vez que la producción diaria haya finalizado.

3.12.3. Gestión de las órdenes de trabajo

Una orden de trabajo es una directiva formal que autoriza tareas específicas de mantenimiento en equipos o instalaciones.

En la orden de trabajo se recogerá toda la información técnica relacionada con la intervención del técnico de mantenimiento sobre el componente, equipo o maquina sobre el que ha trabajado. Dependiendo de la naturaleza de los trabajos de mantenimiento a realizar se distinguen varios tipos de orden (PM01, PM02, PM03 y PM04), que se explicarán a continuación.

Algunos de los beneficios que aporta gestionar el mantenimiento a través de órdenes de trabajo son:

- Optimización del tiempo y recursos: permite programar las tareas de mantenimiento de manera que se aproveche al máximo el tiempo disponible y los recursos, evitando tiempos muertos y optimizando la productividad.
- Mejora de la documentación y seguimiento: las órdenes de trabajo se gestionan a través de un módulo de la herramienta SAP, por lo que, al estar informatizado, toda la información está disponible para su consulta y es posible realizar estadísticas en base a esa información que permite tomar decisiones para futuras intervenciones.
- Aumento de la eficiencia operativa: las órdenes de trabajo aseguran que todas las tareas relacionadas con el mantenimiento se realicen para evitar fallos inesperados. Estas tareas provienen de un plan de mantenimiento anual que está basado en fallos técnicos previos.

- PM01. Orden de trabajo para el mantenimiento correctivo.

Las órdenes de trabajo del tipo PM01 gestionan los fallos técnicos. Un fallo técnico es aquella situación en la cual un objeto técnico (componente o equipo) llega a estar total

o parcialmente incapacitado para realizar una o más de las funciones para las cuales ha sido diseñado y fabricado, siendo necesaria la intervención técnica o planificada (a corto plazo) para restablecer el normal funcionamiento.

Para la realización de estas órdenes de trabajo PM01 es necesario que el paro haya sido de al menos 10 minutos, pues de otro modo, se considera un paro menor y no se gestiona a través de una PM01, sino como un paro menor. A continuación, se muestra la diferencia entre un paro menor y una avería.

Tabla 21. Comparativa entre paro menor y avería. Fuente: Nestlé.

PARO MENOR		AVERÍA
Generalmente varias veces al día.	<i>Frecuencia</i>	Idealmente, menos uno por mes.
Frecuencia	<i>¿Cómo se registra?</i>	Minutos perdidos
Atascos, alimentación, ajustes, etc.	<i>¿Por qué para?</i>	Generalmente partes dañadas.
Unos pocos <u>seg/mins.</u>	<i>Tiempo para reparar</i>	Más de 10 minutos
Generalmente el operador	<i>¿Quién repara ?</i>	Generalmente un técnico.
Normalmente no	<i>Repuestos</i>	Normalmente sí

En la figura 23, se muestran los tres tipos de órdenes de trabajo que se pueden realizar dependiendo del tipo de fallo técnico que haya ocurrido. Siendo estas órdenes: avería, avería que no para la línea y fallo técnico fuera de las HNP (Horas Netas de Producción).

- PM02. Orden de trabajo para el mantenimiento basado en la inspección.

Las órdenes de trabajo del tipo PM02 gestionan el mantenimiento de los equipos a través de revisiones formales y documentadas para identificar la necesidad de intervenciones de mantenimiento antes de que ocurran fallos o averías. También se realizan mediante este tipo de orden de trabajo otras actividades de mantenimiento, como se muestra en la figura 24, para la mejora de la productividad, de la seguridad, etc.

Para llevar a cabo esta orden de trabajo del tipo PM02, es imprescindible realizar primero una inspección detallada. Esta inspección debe especificar exactamente qué se va a controlar y evaluar el estado de los objetos técnicos, incluyendo componentes y

equipos. El objetivo de esta evaluación es identificar la necesidad de una intervención planificada que permita evitar fallos a corto plazo.

- PM03. Orden de trabajo para el mantenimiento predictivo y programado.

Las órdenes de trabajo para el mantenimiento predictivo y programado se generan de forma automática en base al plan de mantenimiento.

Es obligatorio tener una estrategia de mantenimiento definida y justificada para cada máquina e instalación. El enfoque de esta estrategia ha de ser el componente técnico o en casos excepcionales el equipo.

Gracias a estas órdenes se gestionan diferentes tipos de actividades: calibración, controles de funcionamiento, lubricaciones, intervención programada e inspecciones como se muestra en la figura 25.

- PM04. Orden de trabajo para el mantenimiento extraordinario y proyectos.

Las órdenes de trabajo para gestionar trabajos de proyectos son las PM04. Estas órdenes se utilizan básicamente para recopilar las horas de mano de obra propias dedicadas a estos proyectos, tal y como se muestra en la figura 26.

Mediante estas órdenes se gestionan las siguientes actividades: trabajos de inversión técnica, mantenimiento extraordinario, trabajos de gastos especiales y actividades de producción.

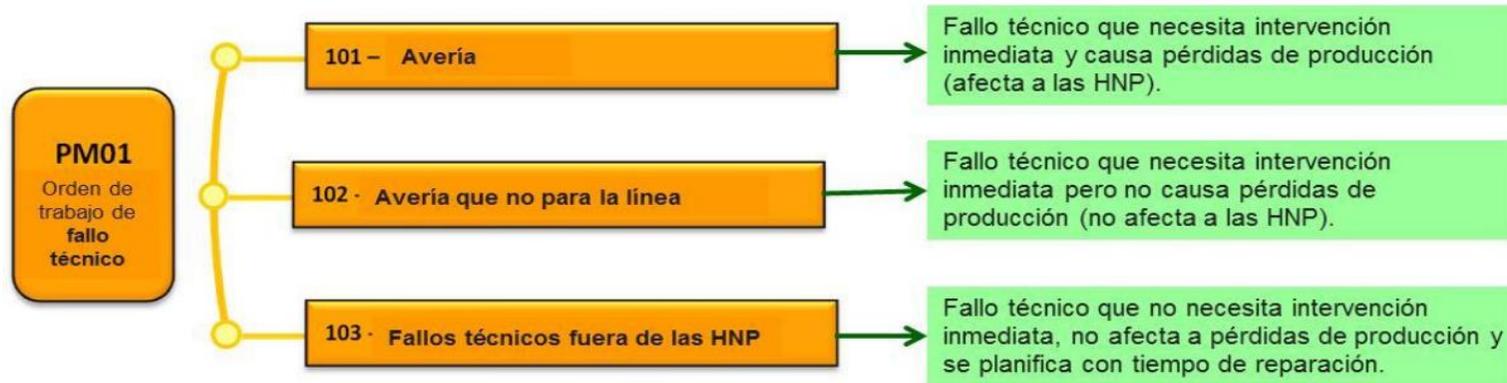


Figura 23. Órdenes de trabajo de fallo técnico (PM01). Fuente: Nestlé.



Figura 24. Órdenes de trabajo de mantenimiento basado en la inspección (PM02). Fuente: Nestlé.



Figura 25. Órdenes de trabajo de mantenimiento programado y predictivo (PM03). Fuente: Nestlé.



Figura 26. Órdenes de trabajo de mantenimiento extraordinario y de proyectos (PM04). Fuente: Nestlé

3.12.4. Plan de la planificación del mantenimiento

El plan de mantenimiento o estrategia de mantenimiento es la manera en la que se organizan las intervenciones en las máquinas, líneas e instalaciones de la fábrica. Esta estrategia responde principalmente a las necesidades de producción, que varían según la demanda, así como a las necesidades de mantenimiento.

El equipo de Servicios Técnicos de la fábrica, liderado por el Jefe Técnico (Factory Engineer), tiene la responsabilidad de asegurar que los paros planificados en la fábrica se alineen con las necesidades de mantenimiento. También es su responsabilidad optimizar el tiempo y la distribución de las intervenciones para minimizar el tiempo de ocupación de recursos (máquinas, líneas, instalaciones) y maximizar la disponibilidad.

Es esencial cambiar gradualmente la cultura de grandes paros de producción para mantenimiento, donde se intentan realizar todas las actividades posibles de una vez. Esta práctica no es estratégica. El objetivo del mantenimiento es alcanzar un estado de cero averías al menor costo posible. Las actividades deben estar perfectamente planificadas y ejecutarse de manera irrevocable e innegociable, ya que el análisis previo habrá demostrado que no realizarlas resultaría en fallos técnicos y averías. Las intervenciones deben estar bien fundamentadas y justificadas, y su periodicidad no debe alterarse una vez establecida.

La estrategia de mantenimiento actual requiere que cada actividad esté planificada con precisión y realizada en el momento oportuno para evitar problemas adicionales. La estrategia debe ser flexible para adaptarse a las necesidades reales de la producción, pero también firme en la ejecución de las actividades planificadas.

Además, los técnicos de mantenimiento introducen una gran cantidad de datos en SAP, gracias a ello, este sistema cuenta con un historial de mantenimiento de cada componente o maquinaria para realizar controles de datos y extraer mucha información de ellos como se explica a continuación:

- Mano de obra de mantenimiento: se ha de incorporar al sistema informático las horas de trabajo de mantenimiento por parte de servicios técnicos para así poder contabilizar que máquinas están requiriendo un mayor número de horas de mantenimiento.
- Coste reparaciones: se ha de incorporar el coste de las compras técnicas (materiales o servicios) para conocer el coste de mantenimiento de una determinada máquina.

Como se ha comentado previamente, la planificación del mantenimiento en una industria es fundamental para garantizar la eficiencia operativa y minimizar el tiempo de inactividad. Esta planificación debe ser exhaustiva y precisa para asegurar el cumplimiento de todas las actividades programadas, optimizar los recursos y reducir los costes derivados de la falta de cumplimiento. Para ello, el mantenimiento se realiza principalmente a través de una planificación a corto plazo, guiada por un plan maestro que establece las directrices generales

- Planificación a corto plazo

Está enfocado en la ejecución de las tareas de mantenimiento dentro de un horizonte de 4 semanas, incluyendo la semana actual.

Esta planificación a corto plazo es fundamental para coordinar las actividades de mantenimiento diario semanal, asegurando que todas las tareas se realicen según lo planificado.

Veamos a continuación la planificación por semanas, en la que la semana "0" es la semana actual y las semanas "-1", "-2", "-3" y "-4" son semanas previas.

- Semana "0" (semana actual):
 - o Ejecución de trabajos: se debe ejecutar el 100% de los trabajos fijados en la reunión semanal de programación de la producción de la semana "-1". Estos trabajos comprenden las actividades de mantenimiento predictivo, mantenimiento programado y mantenimiento correctivo.
 - o Seguimientos: se realiza un seguimiento del programa de mantenimiento de la semana anterior y en función de los resultados obtenidos se pueden realizar modificaciones del plan de mantenimiento futuro.
- Semana "-1":
 - o Asignación de órdenes: se asignan las órdenes de trabajo restantes a los técnicos de mantenimiento
 - o Cierre del programa: se cierra el programa de mantenimiento para la semana "0" y se realiza el cálculo de las horas de mantenimiento previsto.
- Semana "-2":
 - o Inclusión y revisión de nuevas órdenes: se añaden las últimas órdenes programadas y preventivas para dentro de dos semanas.
 - o Asignación de órdenes: se asignan parcialmente las órdenes de trabajo a los trabajadores

- Paros necesarios: se fijan los tiempos de paros necesarios para la semana “0” en coordinación con la programación de la producción.
- Semana “-3”:

 - Concreción de paros: se concretan los días de paro necesarios.
 - Priorización de las órdenes de trabajo programado y predictivo
 - Elaboración del programa: elaboración del programa de mantenimiento de la semana “0”.

- Semana “-4”:

 - Acuerdos y preparativos: se identifican las necesidades de paro, se recopilan todas las órdenes de trabajo y se realizan las contrataciones de servicios externos.

A continuación, se muestra a modo de resumen la evolución de las tareas de planificación en función de la semana en la que se esté. Estas tareas de planificación se programan mayoritariamente en una reunión semanal de planificación del mantenimiento.

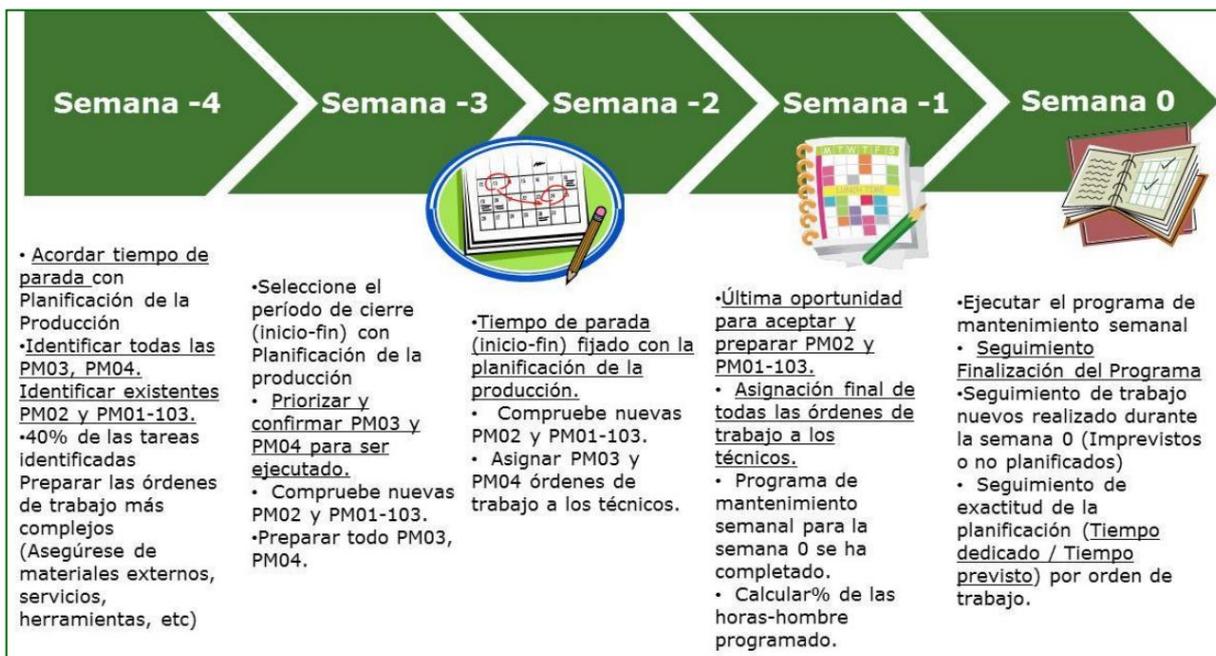


Figura 27. Resumen de la planificación a corto plazo del mantenimiento. Fuente: Nestlé.

Un ejemplo de la planificación de las actividades de un técnico de mantenimiento es la que se muestra en la siguiente tabla. Se puede comprobar cómo tiene toda su jornada laboral planificada gracias al pilar de mantenimiento planificado. Además, cada técnico tiene una o más horas al día para realizar tareas prioritarias que provengan del trabajo de producción de la línea, lo que suelen ser mantenimientos correctivos generalmente.

PROYECTO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CONSERVAS.

ANOTACIONES SOBRE LA PLANIFICACIÓN DE LA SEMANA 15							
HORAS	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
	07/04/2024	08/04/2024	09/04/2024	10/04/2024	11/04/2024	12/04/2024	13/04/2024
TARDE	14		PREPARACION GTM - ASSESSMENT	PREPARACION GTM - ASSESSMENT	PREPARACION GTM - ASSESSMENT	PREPARACION GTM - ASSESSMENT	PREPARACION GTM - ASSESSMENT
	15		5S TALLER + LIMPIEZA	REVISION Y PUESTA A PUNTO DEL ELEVADOR DESCARGA SILOS CRIBADO	REPARACIONES TALLER	6MES REVISION DE ESCALERAS DE MANO	1MES REVISIÓN PLATAFORMA ELEVADORA TIJERA
	16		5S TALLER + LIMPIEZA	REVISION Y PUESTA A PUNTO DEL ELEVADOR DESCARGA SILOS CRIBADO	REPARACIONES TALLER	6MES REVISION DE ESCALERAS DE MANO	1MES REVISIÓN PLATAFORMA ELEVADORA TIJERA
	17		5S TALLER + LIMPIEZA	COLOCAR TAPA ENTRADA SILO 3 AGUJERO ZONA DETECTOR NIVEL (ACCION IVAA SILOS)	REPARACIONES TALLER	6MES REVISION DE ESCALERAS DE MANO	1MES REVISIÓN PLATAFORMA ELEVADORA BRAZO
	18		CAMBIO IMANES SUBIDA MAGNETICA DESENCESTADO + PRUEBAS SUBIDA BOTES	REPARACIONES TALLER - MOTOR EMPUJADOR PALETIZADOR	CAMBIO PILAS ROBOT PALETIZADOR	MANOMETRO GENERAL ENTRADA AIRE A SALSAS NO MARCA CORRECTAMENTE	1MES REVISIÓN PLATAFORMA ELEVADORA BRAZO
	19		CAMBIO IMANES SUBIDA MAGNETICA DESENCESTADO + PRUEBAS SUBIDA BOTES	REPARACIONES TALLER - MOTOR EMPUJADOR PALETIZADOR	CAMBIO PILAS ROBOT PALETIZADOR	MANOMETRO GENERAL ENTRADA AIRE A SALSAS NO MARCA CORRECTAMENTE	1MES REVISIÓN PLATAFORMA ELEVADORA BRAZO
	20		CAMBIO IMANES SUBIDA MAGNETICA DESENCESTADO + PRUEBAS SUBIDA BOTES	REPARACIONES TALLER - MOTOR EMPUJADOR PALETIZADOR	ACCIONES PRIORITARIAS/PIZARRA	ACCIONES PRIORITARIAS/PIZARRA	ACCIONES PRIORITARIAS/PIZARRA
	21		ACCIONES PRIORITARIAS/PIZARRA	ACCIONES PRIORITARIAS/PIZARRA	ACCIONES PRIORITARIAS/PIZARRA	ACCIONES PRIORITARIAS/PIZARRA	ACCIONES PRIORITARIAS/PIZARRA

Tabla 22. Horario de un técnico de mantenimiento en la fábrica Litoral. Fuente: Nestlé.

La correcta implementación y gestión del mantenimiento planificado asegura que todas las actividades de mantenimiento se realicen de manera eficiente y puntual, lo que contribuye a la mejora de la operación de la planta.

En el calendario de uno de los técnicos que se muestra previamente, se puede observar una planificación detallada en la que se incluyen todas las tareas de mantenimiento. Este calendario gestionado rigurosamente asegura una mejora en la tasa de ejecución, lo que conlleva un aumento de la disponibilidad de los equipos.

En ocasiones no es posible realizar todas las tareas de mantenimiento planificado, pues es necesario realizar mantenimientos correctivos surgidos de la producción diaria, por lo que no se pueden cumplir los objetivos. Durante las primeras 14 semanas del año 2024 se puede ver en la siguiente gráfica la evolución, en aumento, del cumplimiento de las tareas planificadas, lo que significa que cada vez es menos necesario realizar un mantenimiento correctivo y más importante centrarse en el mantenimiento preventivo.

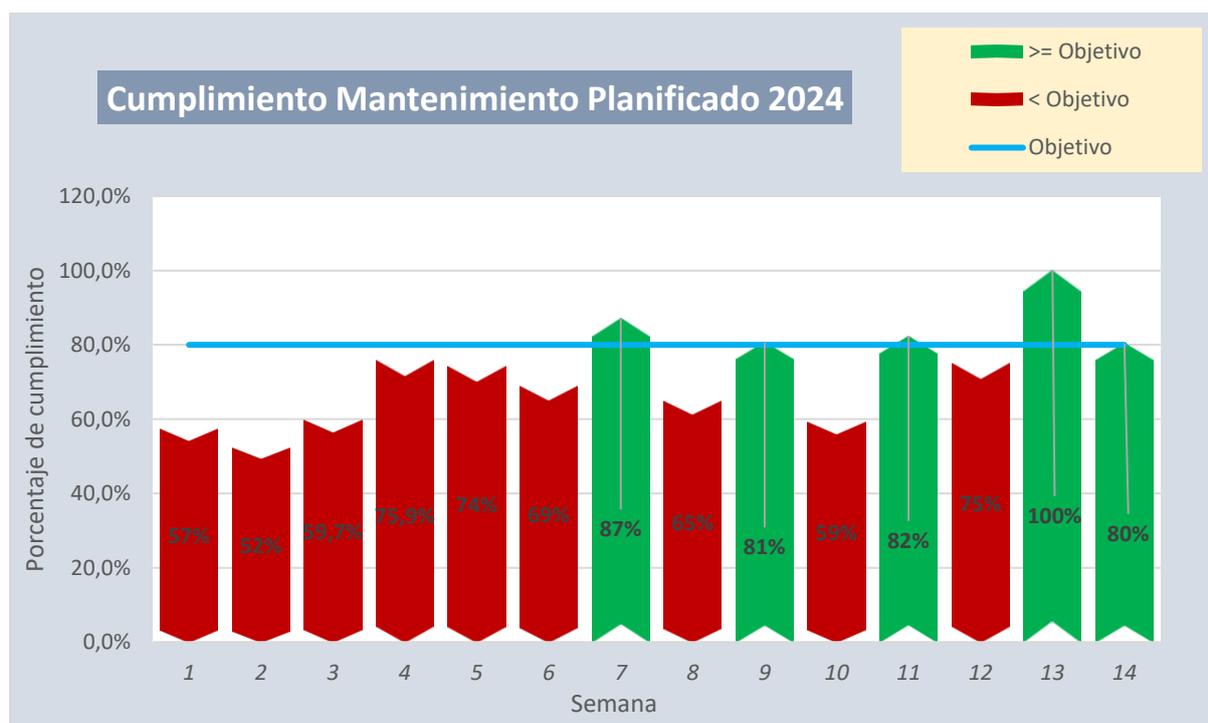


Figura 28. Cumplimiento del mantenimiento planificado en la fábrica Litoral en las semanas 1-14 del año 2024. Fuente: Nestlé.

Debido a este cumplimiento del mantenimiento planificado el indicador del Tiempo Medio Entre Fallos (MTBR), ha aumentado 50 horas, es decir, la maquinaria está funcionando durante periodos más largos de trabajo sin fallar.

Otro indicador de la correcta gestión del mantenimiento planificado es el Tiempo Medio de Reparación (MTTR), pues ha disminuido una hora. Esto significa que las reparaciones

realizadas en los equipos de la fábrica Litoral se realizan más rápidamente, reduciendo así el tiempo de inactividad del equipo.

3.13. IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR DE GESTIÓN TEMPRANA.

Este pilar de gestión temprana también es conocido como prevención del mantenimiento o *Early Management* en inglés.

Este pilar se caracteriza por la implementación de mejoras desde las fases iniciales de un proyecto. Esto incluye las etapas de diseño, construcción y planificación del equipo.

Un profundo conocimiento del mantenimiento de los equipos, su funcionamiento y un análisis detallado de las fallas pasadas permite diseñar proyectos que incrementen la eficiencia de los equipos.

- *Cinta bypass.*

Se comenta a continuación el caso de la implementación del pilar de gestión temprana en la puesta en marcha de una nueva cinta bypass en la fábrica destinada al transporte de botes vacíos, con el objetivo de evitar posibles atascos en la línea actual de producción.

La decisión de diseñar una nueva cinta bypass para el transporte de botes vacíos se ha basado en una serie de problemas observados en el sistema de transporte. Algunos de los problemas son:

- Atascos frecuentes: el sistema de transporte experimenta atascos recurrentes, lo que interrumpe la producción y causa tiempos de inactividad no planificados.
- Recorrido largo: la longitud del recorrido es más larga, lo que requiere mayor número de motores y por lo tanto un mayor gasto de energía para mantener la circulación de los botes.

La decisión de realizar una nueva cinta bypass por lo tanto está respaldada por varias razones:

- Reducción de atascos: al ser una cinta más corta y estar diseñada específicamente para minimizar los puntos de obstrucción, facilita un flujo más sencillo de los botes.
- Recorrido más corto: la nueva cinta tiene menos metros de longitud, lo que ofrece un trayecto mucho más directo para los botes reduciendo el número de motores y como consecuencia directa la energía necesaria.

El diseño de la cinta está basado en datos, es decir, se han analizado cintas similares ya existentes en la fábrica para hacerla semejante e identificar y solucionar errores previos.

De este modo se asegura que la línea de bypass no tuviera que modificarse una vez instalada en la fábrica.

Además, para el diseño de la cinta se implementaron soluciones específicas para problemas recurrentes identificados en toras cintas similares, como el diseño de mecanismos anti-atasco y la selección de materiales resistentes al desgaste debido al continuo paso de botes por la cinta.

3.14. IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR DE MANTENIMIENTO DE CALIDAD

El pilar de mantenimiento de la calidad en la metodología TPM tiene como objetivo principal asegurar la calidad del producto final. En la industria alimentaria, donde la calidad y la seguridad alimentaria son de suma importancia, este pilar juega un papel crucial.

Para la implementación de este pilar de mantenimiento de calidad se ha de seguir una serie de pasos:

3.14.1. Entender la situación actual y priorizar

Primero, se ha de realizar un análisis exhaustivo de la calidad del producto, identificando defectos y pérdidas. Estos defectos se identificarán mediante auditorías de calidad y revisiones de procesos para detectar los puntos críticos. Los defectos detectados se clasificarán en función de su impacto en la calidad del producto y en los objetivos del negocio, priorizando los más críticos para abordarlos primero.

3.14.2. Reducir defectos restaurando las condiciones básicas de las "4M".

Se restauran y se mantienen las condiciones básicas de las 4M (materiales, maquinaria, método y mano de obra) para reducir los defectos.

- Materiales: se ha de asegurar que los materiales utilizados cumplan con los estándares de calidad requeridos
- Maquinaria: se ha de realizar un mantenimiento preventivo en las maquinarias para asegurar su correcto funcionamiento, también se realizará un mantenimiento correctivo en el caso de que sea necesario
- Métodos: se estandarizan los procedimientos de trabajo para reducir la variabilidad en los procesos
- Mano de obra: se capacita a los operarios para que sigan los procedimientos estándar y detecten los problemas en su origen.

3.14.3. Eliminar los defectos

Se identifican y se eliminan aquellos defectos que tienen un impacto significativo en la calidad del producto.

Para identificar la causa raíz de los defectos se utilizan las herramientas del diagrama de Ishikawa y el análisis de los cinco porqués.

Una vez identificada la causa raíz del defecto se desarrollan e implementan soluciones específicas para eliminar la causa raíz de los defectos.

3.14.4. Implementar el sistema cero defectos

Se estandarizan todos los procesos que han demostrado ser efectivos para prevenir cualquier tipo de defecto y se implementan sistemas de monitoreo para detectar cualquier desviación de los estándares de calidad y tomar medidas correctivas inmediatas.

Se muestra a continuación un caso puntual debido a que la llenadora de legumbre sobrellena los envases de legumbre, lo cual afecta al proceso de esterilización en los autoclaves, ya que el programa de esterilización no es adecuado para la cantidad real de producto, resultando en un proceso incompleto y potencialmente inseguro.

Causa raíz: calibración incorrecta de la llenadora.

Solución: se realiza una revisión completa de la calibración de la llenadora de ingredientes. Se ajustan los sensores de peso y volumen para asegurar que cada envase reciba la cantidad exacta de legumbres.

Se implementan inspecciones preventivas realizadas de forma diaria que posteriormente pasan a ser semanales. Gracias a estas inspecciones preventivas se identifican y corrigen posibles desviaciones.

También se implementan sistemas de monitoreo en tiempo real para verificar el peso de cada envase durante el llenado de legumbre.

Para asegurar el sistema de cero defectos, se estandarizan los procesos que han resultado ser efectivos para prevenir cualquier tipo de defecto y se forma a los empleados en estos procedimientos. Cualquier modificación realizada se ha de comentar con los compañeros y actualizar los procedimientos para asegurar una mejora del sistema de cero defectos.

3.15. IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR DE MEJORA ENFOCADA (FI).

Este pilar de mejora enfocada (FI, Focussed Improvement, por sus siglas en inglés), se centra en desarrollar actividades específicas destinadas a mejorar la Eficacia Global de los

Equipos (OEE) y a reducir o eliminar las diversas formas de pérdidas y desperdicios que afectan a los procesos productivos.

Para la implementación de este pilar se utiliza la herramienta “IPA” que ayuda a identificar, priorizar y analizar las pérdidas.

3.15.1. IPA. Identificación, priorización y análisis.

La herramienta “IPA” (Identificación, Priorización y Análisis) es importante para la correcta implementación del pilar de Mejora Enfocada. Esta técnica se utiliza para identificar, priorizar y asignar proyectos que contribuyan a alcanzar los objetivos del negocio. A continuación, se detallan los pasos involucrados:

- **Identificación de pérdidas:** Lo primero que se realiza mediante esta técnica es un análisis exhaustivo para identificar los problemas y las fuentes de pérdidas en la planta más críticas, como tiempos de inactividad, defectos de calidad, pérdidas por ajustes y cambios de formato, entre otros.
- **Priorización:** los problemas y pérdidas más críticos identificados se priorizan en función de su impacto en los objetivos del negocio. Se realiza una tabla para cuantificar el impacto económico de cada tipo de pérdida, lo cual permite enfocar los esfuerzos en aquellas áreas con mayores pérdidas y con mayor potencial de mejora.
- **Asignación de proyectos:** los problemas y pérdidas priorizados se convierten en proyectos específicos. Para ello, se asignan recursos y responsabilidades, y se desarrollan planes de acción para abordar los problemas identificados.

En la siguiente tabla se muestra el impacto económico que tienen: los defectos de calidad, los paros previstos y la pérdida de eficiencia, proporcionando una base sólida para priorizar las acciones de mejora.

Tabla 23. Impacto económico de las diferentes pérdidas detectadas. Fuente: elaboración propia.

CATEGORÍA	PORCENTAJE	PORCENTAJE	PÉRDIDA
IMPACTO ECONÓMICO DE LOS DEFECTOS DE CALIDAD	34,4%	2%	Sobrepeso
		21%	Pérdidas de proceso
		2%	Pérdidas medioambientales
		10%	Defectos de calidad
IMPACTO ECONÓMICO DE LOS PAROS PREVISTOS	42,5%	13%	Cambio de formato
		14%	LIL
		8%	Mantenimiento planificado
		4%	Arranque y paro
		3%	Paros operacionales
IMPACTO ECONÓMICO DE LA PÉRDIDA DE EFICIENCIA	23,0%	1%	Descansos
		4%	Paros menores
		19%	Averías

Tomando estos datos y realizando un análisis de estos, se identificó una significativa pérdida económica atribuida a los paros previstos. Los proyectos que se llevan a cabo no requieren grandes inversiones de recursos y generan resultados visibles en un tiempo relativamente corto, por lo que esta combinación de factores hizo que se priorizara la implementación de estos proyectos.

Los proyectos están enfocados en reducir las pérdidas económicas en cuanto al cambio de formato y a los estándares LIL (Limpieza, Inspección y Lubricación).

También se analizó que, invirtiendo más recursos, en términos de recursos humanos, en el mantenimiento planificado se reduciría el impacto económico que tienen las averías en gran medida.

Una vez realizadas las mejoras concretas para disminuir las pérdidas de la fábrica se comprobó que las horas necesarias para realizar los cambios de formato disminuyeron en un 5,5% y las horas dedicadas a realizar tareas de limpieza, inspección y lubricación disminuyeron en un 3,7%.

Por otra parte, el porcentaje de horas destinado al mantenimiento planificado aumentó en un 2%, pero el número y la gravedad de las averías ha disminuido por lo que el balance final en términos económicos en el apartado de mantenimiento es positivo.

3.16. IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

El pilar de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (SHE; Safety, Health and Environmental Sustainability, por sus siglas en inglés) es fundamental dentro del TPM, pues garantiza la seguridad de los trabajadores y minimizar el impacto ambiental de las operaciones de la industria.

Los objetivos de este pilar son:

- Lograr “cero accidentes”: el objetivo principal es eliminar todos los accidentes laborales
- Lograr “cero contaminación”: minimizar el impacto ambiental de las operaciones.
- Crear un entorno seguro y saludable: promover prácticas que aseguren la salud y seguridad de los empleados
- Fomentar la conciencia y la responsabilidad: aumentar la conciencia sobre los riesgos y fomentar la responsabilidad en todos los niveles de la organización.

Este pilar de SHE, se apoya en varios principios:

- Un equipo deteriorado o defectuoso representa un riesgo directo.
- Un equipo formado adopta una actitud crítica hacia las condiciones de seguridad en su entorno y permite encontrar soluciones.

A continuación, se desarrolla la implementación, por etapas, de dos de los tres apartados del pilar SHE, los cuales son seguridad y salud. El apartado de medio ambiente no se desarrolla aquí, pues está más enfocado a ser gestionado desde el comité ejecutivo para la disminución del consumo de energía, agua y residuos.

3.16.1. Detección de condiciones inseguras.

La primera etapa es la detección de las condiciones inseguras en la fábrica Litoral.

Para ello, se utilizan diferentes herramientas y métodos para identificar y visualizar los riesgos existentes.

3.16.1.1. Mapa SHE.

El mapa SHE (Seguridad, Salud y Medio Ambiente) es la principal herramienta dentro del pilar de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Este Mapa SHE, representa de forma gráfica los peligros existentes en un área específica dentro de una planta de producción para facilitar su identificación y gestión por parte de los empleados y supervisores

Para la implementación del Mapa SHE se realizan una serie de reuniones en las que intervienen los trabajadores de esa área y el jefe de seguridad de la fábrica.

Durante estas reuniones se comentan todos los riesgos presentes en el área específica del que se está realizando el mapa para poder decidir si realmente son riesgos o no lo son.

Una vez que se deciden los peligros del área se diseña el mapa. Para ello, se utiliza el plano base de la zona y se añaden los pictogramas específicos de cada uno de los riesgos donde corresponda.

Cuando se hayan determinado todos los riesgos existentes en el momento, se coloca el mapa SHE en un lugar visible para todos los empleados.

- **Comunicados de riesgo:**

En la fábrica de Litoral se realizan comunicados de riesgo, los cuales son otra herramienta para abordar situaciones de riesgo de una manera eficiente. Estos comunicados de riesgo permiten detectar y documentar situaciones de riesgo no identificadas previamente e informar a todos los trabajadores sobre los nuevos riesgos a través del mapa SHE.

Estos comunicados de riesgo se realizan cuando un empleado detecta una situación de riesgo a través de un formulario digital en el que proporciona información acerca de:

- Persona que detecta el riesgo
- Fecha de detección
- Riesgo percibido por la persona
- Ubicación
- Descripción del riesgo detectado.

Una vez realizado el comunicado de riesgo los mandos intermedios son concedores del nuevo riesgo e intentan eliminarlo, de no ser posible, se añade en el mapa SHE como un nuevo riesgo de la zona.

A continuación, se muestra el Mapa SHE del área correspondiente a llenado de ingredientes, en el que se pueden ver los diferentes riesgos ubicados en los lugares de trabajo. Algunos de los riesgos que existen en esta zona son:

- Riesgo de atrapamiento
- Riesgo de caída al mismo nivel
- Riesgo de caída a distinto nivel
- Riesgo de lesiones por manipulación de cargas

Además, en este mapa se muestran los siguientes elementos:

- **Extintores:** dispositivos portátiles de seguridad para apagar pequeños incendios
- **Grifos de agua:** dispositivos a través de los cuales hay agua potable
- **Lavaojos de emergencia:** dispositivos de seguridad diseñados para limpiar los ojos en caso de exposición a sustancias irritantes
- **Puntos "S":** son componentes, dispositivos o equipamientos críticos cuyo fallo provocarían un accidente grave de seguridad o medioambiente. Estos componentes deben inspeccionarse regularmente. Ejemplos: setas de emergencia, barreras de seguridad de las puertas automáticas, válvulas de tuberías.

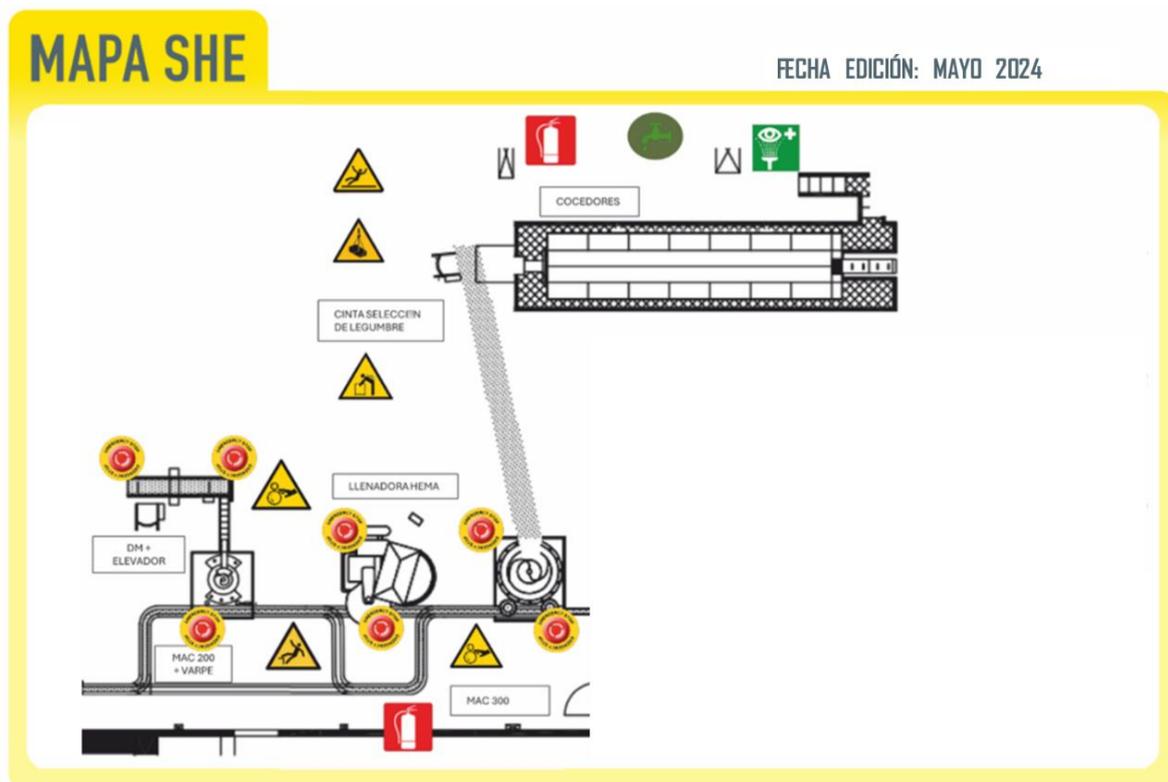


Figura 29. Mapa SHE de la zona de llenado de ingredientes. Fuente: Nestlé.

3.16.1.2. Predicción de riesgos

La predicción de riesgos es una herramienta que permite reflexionar sobre los posibles riesgos previos a la realización de una nueva tarea, tarea no habitual o poco frecuente y de este modo tomar las medidas necesarias para controlar, eliminar o minimizar estos riesgos.

Tiene como objetivo sensibilizar sobre la necesidad de analizar los posibles riesgos y prepararnos para la realización de la tarea de una forma segura.

Esta predicción de riesgos se realiza a la hora de ejecutar cualquier tarea no planificada, no rutinaria y para la que no existe instrucción, rutina o estándar.

Para llevar a cabo esta metodología se siguen unas etapas:

- Identificar tarea no habitual a realizar (nuevas actividades de mantenimiento, resolución de averías).
- Evaluar la tarea y completar el formulario de predicción de riesgos con los compañeros, analizando todos los posibles riesgos que puedan presentarse.

PARA 	HERRAMIENTA DE PREDICCIÓN DE RIESGOS	 PARA
Trabaja de forma segura		Llévame siempre contigo y utilízame
FECHA:		PERSONAS QUE REALIZAN EL TRABAJO (NOMBRE Y APELLIDOS):
DESCRIPCIÓN BREVE Y UBICACIÓN:
ORIGEN: IVAA - DMAIC - GRUPO MEJORA - OTROS (INDICAR)		

Figura 30. Encabezado del formulario para la predicción de riesgos. Fuente: Nestlé.

En el formulario también aparecen una serie de preguntas como: ¿dónde voy a trabajar?, ¿qué voy a hacer?, ¿qué riesgos me puedo encontrar?...

- Enumerar todas las medidas que se han de tomar antes, durante y después de la tarea para controlar, minimizar o eliminar los riesgos detectados.
- Aplicar todas las medidas señaladas durante la predicción de riesgos
- Realizar la tarea de forma segura junto con los compañeros.

3.16.1.3. Seguridad en máquinas

Trabajar de forma segura en las máquinas es fundamental, por ello, es importante implementar unos modos de intervención en las máquinas para asegurar que todas las operaciones, ya sean rutinarias o no rutinarias, se realicen de manera segura, minimizando los riesgos para los trabajadores y garantizando la continuidad operativa de la planta. Cada

modo de operación se define según el tipo de tarea y el nivel de seguridad requerido. A continuación, se explican los cinco modos de intervención existentes.

- Modo “0”: Operación normal /Acceso cero.
Seguridad basada en la protección integral de partes móviles y peligrosas de las máquinas.
Para estar trabajando en modo cero, se ha de estar trabajando en un punto en el que no se tenga acceso a los puntos peligrosos de la maquinaria y fuera de las protecciones fijas de la máquina que impide el rearme de la máquina en caso de manipulación.
- Modo “1”: Trabajar a través de protecciones con enclavamiento.
Seguridad intrínseca de máquinas basada en enclavamientos.
Trabajar en modo uno significa trabajar en maquinaria que contiene protección con enclavamientos que impiden el rearme.
- Modo “2”: Trabajar dentro de protecciones con enclavamiento.
Seguridad intrínseca de máquinas basada en enclavamientos.
El modo “2” se utiliza para aquellos trabajos realizados dentro de maquinarias que impiden el rearme gracias a los enclavamientos y a los candados.
- Modo “3”: Bloqueo y señalización.
Seguridad durante intervenciones basada en la neutralización y bloqueo de energías de alimentación y residuales.
Para trabajar con la maquinaria en modo “3”, se ha de identificar todas las fuentes de energía y cortar su paso, vaciar de energías residuales en la maquinaria y utilizar el candado de seguridad para que nadie pueda rearmar las energías.
- Modo “4”: Tareas con energía.
Seguridad durante intervenciones con presencia de energía basada en instrucciones, rutinas y buenas prácticas.
Estas tareas se realizan de forma excepcional, pues se realizan de forma que la energía está presente en la máquina. Algunos casos de estas tareas son el desmontaje de protecciones o el cambio de formato de alguna máquina.



Figura 31. Jerarquía de seguridad de máquinas. Fuente: Nestlé.

3.16.2. Evaluación de riesgos.

La realización de una evaluación de riesgos implica identificar, analizar y evaluar los riesgos asociados a cada una de las actividades realizadas en el área, ya sean tareas asociadas al LIL (Limpieza, Inspección y Lubricación), mantenimiento u operaciones básicas operativas. A continuación, se expone la realización de la evaluación de riesgos.

- Identificación de riesgos:
 - o Limpieza, inspección y lubricación:
Riesgo de resbalones, caídas por superficies mojadas...
 - o Mantenimiento:
Riesgo de electrocución al trabajar con equipos eléctricos...
 - o Operaciones básicas:
Riesgo de lesiones por movimientos repetitivos, riesgo de caídas por superficies mojadas...
- Análisis de riesgos
Se analiza cada riesgo identificado en términos de probabilidad y severidad.
 - o Probabilidad: frecuencia con la que es probable que ocurra el riesgo
 - o Severidad: gravedad de las consecuencias si el riesgo ocurre.

- Evaluación de riesgos:

Se utiliza una matriz de evaluación de riesgos para clasificar cada riesgo basado en su probabilidad y severidad. Se asigna una puntuación a cada riesgo para determinar la importancia de cada uno de los riesgos.

3.16.3. Establecimiento de medidas preventivas y seguimiento

Implementar medidas preventivas efectivas es muy importante para mitigar o eliminar los riesgos identificados y evaluados en las etapas previas.

Algunos de los ejemplos de medidas preventivas son:

- Utilizar señalización adecuada para indicar superficies mojadas
- Implementar procedimientos de bloqueo y etiquetado
- Utilizar guantes térmicos para trabajo con producto a altas o bajas temperaturas.

En cuanto a la documentación y seguimiento, se han de registrar todos los riesgos identificados y evaluados junto con las medidas preventivas en un documento de evaluación de riesgos. Estas medidas preventivas se revisan periódicamente para comprobar su eficacia.

También se hacen revisiones del área en el que se está trabajando de forma periódica para detectar nuevos riesgos y así poder evaluarlos y mitigarlos o eliminarlos en el caso de ser posible.

3.17. IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR DE TRABAJOS ADMINISTRATIVOS

Para que Litoral pueda seguir reduciendo continuamente los costes, mejorando al mismo tiempo la calidad de los productos y servicios que brindan, es fundamental contar con áreas administrativas que proporcionen un soporte eficaz. A diferencia de la producción, los departamentos administrativos (tales como compras, administración recursos humanos, entre otros) no añaden valor de manera directa. Es por esta razón por la cual que estos departamentos sean ágiles y eficientes.

Estas áreas administrativas tienen tres grupos de responsabilidades:

- **Procesar información:** las áreas administrativas se encargan de aconsejar y asistir a las actividades de producción en su objetivo de reducción de costes y mejora continua.
- **Facilitar la adaptabilidad:** ayuda a la empresa a responder rápidamente a los cambios, lo que hace mejorar la productividad y reducir los costes.

- **Ganar confianza y crear imagen:** las áreas administrativas deben ganar la confianza de los clientes y contribuir a la creación de la imagen corporativa de la empresa.

Las fases para la implementación de este pilar se pueden dividir en las dos siguientes:

- Crear el concepto de fábricas de información:

Hay que tener en cuenta que un departamento administrativo es una “fábrica de información”, pues toma datos en bruto y les aporta valor al procesarlos y organizarlos. La información que se obtiene de los departamentos administrativos debe ser de alta calidad, precisa y presentada de manera clara.

- Flujo eficiente de trabajo

Los procedimientos administrativos se estructuran con el objetivo de lograr un flujo eficiente del trabajo. Para ello, se detectan aquellas tareas que se realizan de forma repetitiva, como la generación de informes y el procesamiento de pedidos para implementar herramientas de automatización.

También se analizan los tiempos de espera de aprobaciones y tiempos para corregir errores por ejemplo en el procesamiento de pedidos

Se capacita al personal administrativo en el uso de nuevas herramientas tecnológicas para aumentar sus habilidades y aumentar la fluidez en la producción.

Una gestión eficiente en los departamentos administrativos garantiza que la producción no se vea interrumpida y que los costes se mantengan bajos, mientras se mejora la calidad de los productos y servicios.

3.18. ESTANDARIZACIÓN, MONITORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRESO.

La última fase de la implementación del TPM en la fábrica Litoral implica la estandarización, monitorización y seguimiento del progreso. Estos pasos son cruciales para garantizar que las mejoras realizadas gracias a cada uno de los pilares se mantengan y mejoren a largo plazo asegurando así la sostenibilidad del proceso de mejora continua.

3.18.1. Estandarización

Se han de realizar procedimientos estándar para cada mejora implementada se deben desarrollar manuales que describan detalladamente los procedimientos operativos

estándar. Estos procedimientos se deben mantener actualizados para reflejar cualquier cambio en los procesos o nuevas mejoras implementadas.

3.18.2. Monitorización

La monitorización de la situación actual de la fábrica se realiza a través del estudio de los KPI definidos al inicio de la implementación del TPM. Además, gracias a los sistemas automáticos para la recopilación de datos en tiempo real, se hace más sencilla la monitorización.

3.18.3. Seguimiento del progreso

Realizar un seguimiento del progreso permite mostrar el rendimiento de la fábrica y tomar decisiones informadas en el caso de que haya algún problema.

Para ello, se realizan las reuniones operacionales, para discutir los datos recopilados y evaluar el progreso hacia los objetivos de mejora continua.

4. IMPACTO OPERATIVO Y RESULTADOS EN LA EMPRESA.

4. IMPACTO OPERATIVO Y RESULTADOS EN LA EMPRESA

En este apartado se presentan y discuten los resultados obtenidos tras la implementación de la metodología TPM en la industria alimentaria Litoral.

Se comenzó con la formación de los trabajadores con el objetivo de alinearlos con las prioridades operativas de la planta. Los trabajadores han alcanzado los conocimientos requeridos, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 24. Matriz de formación, con formaciones realizadas. Fuente. Elaboración propia.

MATRIZ DE FORMACIÓN								
Trabajador	Departamento	Rol	Formación	Formador	Fecha prevista inicio	Fecha real inicio	Fecha prevista fin	Fecha real fin
Jefe de línea	Fabricación	Experto en máquina llenadora	Centerline	Jefe de fabricación	25/06/2024	25/06/2024	28/06/2024	28/06/2024
		Operario básico cerradora	Funcionamiento cerradora	Operario 2	03/07/2024	03/07/2024	05/07/2024	05/07/2024
		Operario cerradora	Controles cerradora	Operario 2	08/07/2024	08/07/2024	12/07/2024	12/07/2024
		Experto en máquina cerradora	Cambio de formato	Jefe de fabricación	15/07/2024	16/07/2024	21/07/2024	22/07/2024
Operario 1	Fabricación	Operador en selección de legumbre	Detector de metales	Jefe de calidad	12/06/2024	11/06/2024	13/06/2024	12/06/2024
		Operador básico llenadora	Funcionamiento llenadora	SSTT	17/06/2024	17/06/2024	19/06/2024	19/06/2024
		Experto en máquina cerradora	Cambio de formato	Operario 2	14/07/2024	15/07/2024	19/07/2024	20/07/2024
Operario 2	Fabricación	Operador en selección de legumbre	Detector de metales	Jefe de calidad	12/06/2024	11/06/2024	13/06/2024	12/06/2024
		Experto en selección de legumbre	Manejo cuadro cintas transportadoras	SSTT	14/06/2024	17/06/2024	16/06/2024	19/06/2024
		Operador básico en llenadora	Funcionamiento llenadora	SSTT	17/06/2024	17/06/2024	19/06/2024	19/06/2024
		Operador en máquina llenadora	Controles llenadora	SSTT	19/06/2024	19/06/2024	23/06/2024	25/06/2024
		Experto en máquina llenadora	Centerline	Jefe de fabricación	25/06/2024	25/06/2024	28/06/2024	28/06/2024
		Colaborador 5 ´s	Teoría 5 ´s	Jefe de línea	01/06/2024	03/06/2024	01/06/2024	03/06/2024
		Implementación 5 ´s	Implementación área piloto 5 ´s	Jefe de línea	01/06/2024	03/06/2024	07/06/2024	10/06/2024
Experto 5 ´s	Implementación 5 ´s	Jefe de mejora continua	08/06/2024	11/06/2024	18/06/2024	21/06/2024		
Operario 3	Fabricación	Operador en selección de legumbre	Detector de metales	Jefe de calidad	12/06/2024	11/06/2024	13/06/2024	12/06/2024
		Experto en selección de legumbre	Manejo cuadro cintas transportadoras	SSTT	14/06/2024	17/06/2024	16/06/2024	19/06/2024
		Operario cerradora	Controles cerradora	Operario 2	08/07/2024	08/07/2024	12/07/2024	12/07/2024
		Experto en máquina cerradora	Cambio de formato	Operario 2	14/07/2024	15/07/2024	20/07/2024	21/07/2024

El mapa de pérdidas en la zona de llenado de ingredientes permitió identificar las áreas críticas donde se producían pérdidas significativas. La máquina con mayores pérdidas fue la cinta de selección de legumbres “máquina A”. Para abordar estas pérdidas, se llevaron a cabo varios proyectos específicos:

- Evento *Kaizen*: el resultado de este evento *kaizen* resultó en una mejora significativa del proceso, ya que durante un periodo de dos meses de muestreo no

se detectaron cuerpos extraños en las muestras tomadas y por lo tanto se redujeron los desperdicios en un 5%.

- Procedimientos LIL: las mejoras implementadas lograron una reducción del 3,7% de las horas dedicadas a los procedimientos de limpieza, inspección y lubricación. Por lo que gracias a estas mejoras se disminuye el coste destinado a estas tareas y este tiempo se puede destinar a la realización de otras actividades.
- Parametrizaciones: se eliminaron tres puntos de ajuste que causaban confusiones y atascos, mejorando la eficiencia operativa de la cinta transportadora.
- Etiquetado de averías: el etiquetado de averías permitió la rápida resolución de una avería causada por un bulón en la cinta transportadora de ingredientes, reduciendo el tiempo de inactividad. Además, al implementar esta metodología, las futuras averías se arreglarán de forma más rápida que en ocasiones anteriores y priorizando las más importantes y urgentes.

Se llevaron a cabo varias acciones de eliminación de fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso. Se retiró una goma de un rascador en la cinta de selección, lo que conllevó a no tener acumulación de legumbres en la base de la máquina llenadora de legumbre. También se modificó un punto de engrase de difícil acceso en una cinta transportadora, lo que permitió un ahorro de cinco minutos mensuales en el mantenimiento de la máquina.

La mejora de la eficacia de los trabajadores se ha visto repercutida en la disminución de las horas de cambio de formato en un 5,5%.

Las mejoras realizadas en la fábrica han repercutido positivamente en el indicador KPI de la Eficiencia Global de los Equipos (OEE) en un 15%, por lo que se está trabajando de manera más eficiente, con menos tiempo de inactividad, funcionando más cerca de su capacidad máxima de trabajo y produciendo con mejor calidad. El indicador del tiempo medio entre fallos (MTBF) ha aumentado 50 horas y el indicador del tiempo medio de reparación (MTTR) ha disminuido 1 hora.

La implementación del sistema de control de horas de trabajo de mantenimiento y de los costes de compras técnicas a través de SAP ha proporcionado una visibilidad detallada y continua de los costes de mantenimiento. Además, también permite identificar las desviaciones del mantenimiento real respecto al objetivo. Este nivel de control es muy importante para optimizar las operaciones de mantenimiento al máximo.

La planificación de trabajos de mantenimiento con una previsión de cuatro semanas ha demostrado ser eficaz en la organización y la asignación de recursos.

A lo largo del año 2024, los datos acerca del cumplimiento del plan de mantenimiento han mostrado una tendencia ascendente, lo que indica una mejora en la disciplina y la eficacia del equipo de mantenimiento.

Además, las horas destinadas al mantenimiento planificado ha aumentado en un 2%, por lo que el número y gravedad de las averías se ha reducido significativamente. Esta inversión en mantenimiento preventivo ha tenido un impacto positivo en los costes asociados al mantenimiento, lo que muestra que es rentable aplicar más recursos en el mantenimiento preventivo.

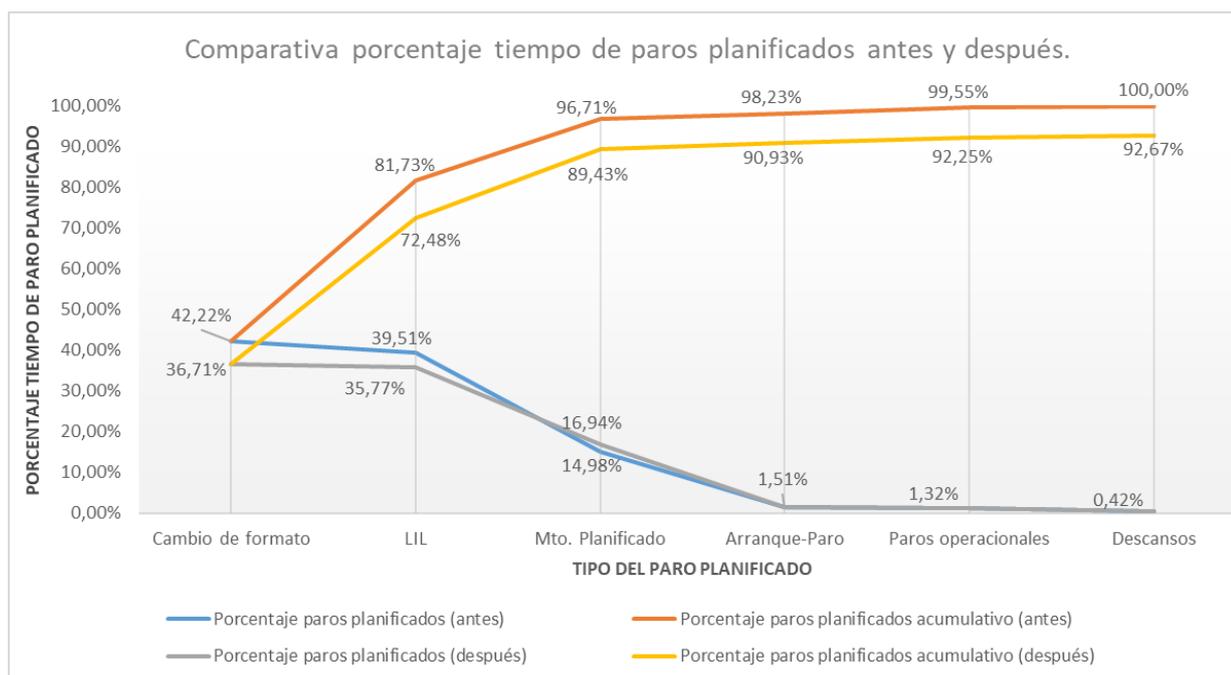


Figura 32. Gráfica comparativa entre el tiempo dedicado a los paros planificados antes y después de las implementaciones realizadas.

Las mejoras introducidas desde las fases iniciales del proyecto han evitado la necesidad de realizar modificaciones adicionales una vez que la maquinaria ha sido instalada. Este enfoque proactivo ha permitido que el equipo de mantenimiento se centre en el mantenimiento planificado, sin distracciones relacionadas con ajustes posteriores a la instalación de la maquinaria.

La calidad es un pilar fundamental en Nestlé por lo que se ha prestado una gran atención a cualquier desviación del estándar. La identificación de un problema de sobrellenado en los botes de legumbre hizo que se pudieran implementar mejoras para corregir este error, haciendo que cada envase reciba la cantidad exacta de legumbre.

Actualmente los trabajadores, gracias al Mapa SHE, pueden identificar los riesgos presentes en su zona de trabajo y reconocer fácilmente los elementos críticos (cuyo fallo puede ocasionar accidentes). Los comunicados de riesgo permiten abordar situaciones de riesgo no identificadas previamente reduciendo así los incidentes laborales.

La implementación de los cinco modos de intervención en las máquinas ha sido fundamental para asegurar que todas las operaciones se realicen de manera segura, reduciendo así los incidentes en la fábrica Litoral.

5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

La implementación de la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la fábrica Litoral ha producido resultados significativos y ha demostrado ser una estrategia eficaz para mejorar la eficiencia operativa, la seguridad laboral y la calidad del producto.

La formación de los trabajadores, alineándolos con las prioridades de la planta ha sido un paso muy importante, logrando así que el personal adquiriera las habilidades y conocimientos necesarios para llevar a cabo sus funciones de manera óptima. Además, la formación fomenta la autonomía y la responsabilidad de los trabajadores en el mantenimiento de los equipos, mejorando así la eficiencia operativa.

El uso de las diferentes metodologías y herramientas, como las reuniones operacionales, las parametrizaciones y el sistema de etiquetado entre muchas otras, ha mejorado notablemente el proceso productivo en la fábrica Litoral.

Estas herramientas, además, han permitido disminuir de manera considerable el tiempo invertido en realizar tareas en las paradas planificadas, por lo que permite a los trabajadores dedicar más tiempo a realizar otras tareas productivas.

En términos de costes, la planificación del mantenimiento ha sido fundamental para disminuir los gastos asociados. La anticipación y la organización de las tareas de mantenimiento han reducido significativamente la frecuencia y gravedad de las averías, lo que se traduce en un ahorro económico y en una mayor disponibilidad de los equipos, mejorando el indicador OEE.

La seguridad en el entorno de trabajo ha mejorado debido a las herramientas implementadas, como el Mapa SHE y los comunicados de riesgo. Estas herramientas han permitido identificar y gestionar los riesgos de manera efectiva, reduciendo los incidentes laborales y promoviendo un ambiente de trabajo más seguro. Además, la adopción de los cinco modos de intervención en las máquinas ha garantizado que todas las operaciones se realicen de forma segura, minimizando los riesgos para los trabajadores.

A nivel del comité ejecutivo, la metodología TPM ha tenido un impacto significativo. Las jornadas de trabajo de los altos mandos, han evolucionado de una respuesta reactiva a los problemas a un enfoque proactivo. Esta transición ha permitido una gestión más estratégica y una planificación a largo plazo, enfocándose en la prevención de problemas y la mejora continua de los procesos.

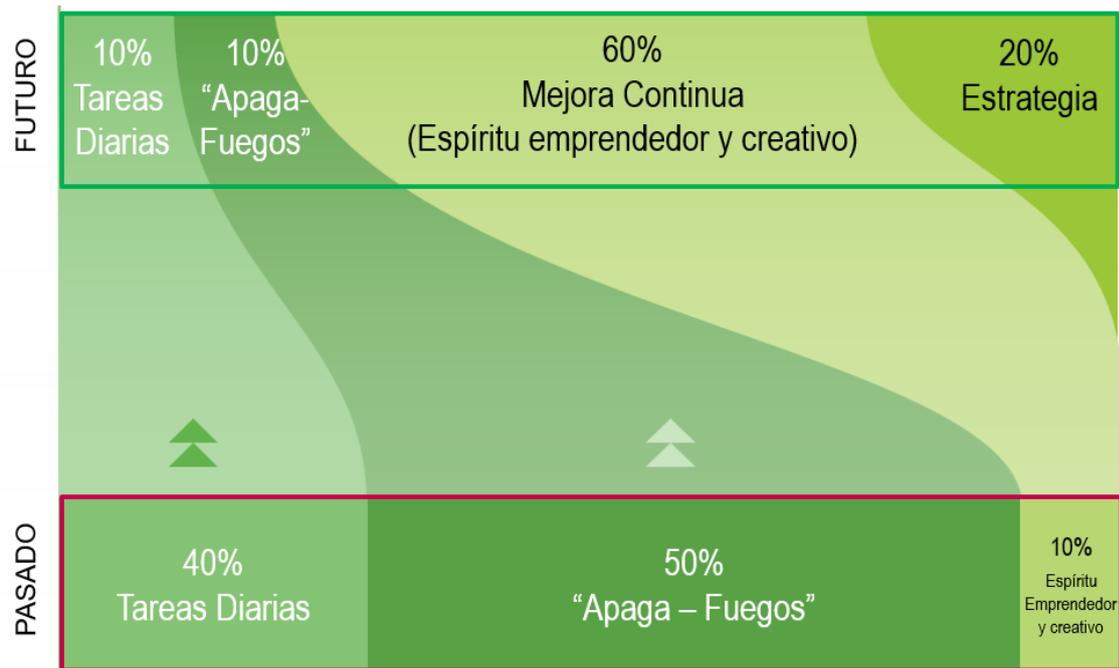


Figura 33. Evolución de la distribución del tiempo de trabajo de los altos mandos en Litoral con la implementación del TPM.

Es importante reconocer que la implementación de la metodología del TPM es un proceso continuo, por lo que requiere de revisiones y adaptaciones constantes para mantener y mejorar los resultados alcanzados. La experiencia adquirida hasta el momento establece una base sólida para futuras mejoras, destacando la necesidad del compromiso y la involucración de todos los trabajadores de la empresa para seguir avanzando hasta la excelencia operativa. La cultura de mejora continua fomentada por TPM asegura que la fábrica Litoral esté siempre en la búsqueda de nuevas oportunidades para optimizar sus operaciones y mantener su competitividad en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

Abad, S. (2020). Centerlining: what it is and how it works. Recuperado el 20 de Abril de 2024, de Planet Lean:

<https://www.planet-lean.com/articles/centerlining-lean-problem-solving>

Albert, G. A. (2018). Mejora Continua Sin Límites. Circulo Rojo.

Castillo Estrada, C. M., Ortega Hernandez, C. C., Benavides García, V., & de J. Velasco Estrada, L. (2021). Implementación de un Sistema de Gestión de la calidad y acreditación en la Facultad de Negocios de la Universidad Autónoma de Chiapas basado en Moodle. CONAIC, VII(3), 48-57. doi:10.32671/terc.v7i3.68

Cumbres. (2024). Conoce el método de las 5 s´ aplicado en nuestros proyectos. Recuperado el 18 de abril de 2024, de Cumbres:

<https://cumbres.pe/blog/post/conoce-el-metodo-de-las-5-s-aplicado-en-nuestros-proyectos>

Escobar, J. (2002). La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. Recuperado el 6 de Mayo de 2024, de

<https://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/LCL1799S.PDF>

Fernández González, A. J., Mejías Sacaluga, A., García Arca, J., & Prado Prado, J. (2010). Sistemas estructurados de participación del personal en las empresas. International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, (págs. 1048-1057). Donostia- San Sebastian.

Gamez, M. J. (2024). Objetivos de desarrollo sostenible. Recuperado el 12 de Julio de 2024, de Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Hernández Alonso, J. (2023). Hábitos de Alimentación, Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Importancia de la Sostenibilidad en la Dieta. Recuperado el 8 de Agosto de 2024, de LinkedIn:

<https://es.linkedin.com/pulse/h%C3%A1bitos-de-alimentaci%C3%B3n-objetivos-desarrollo-y-la-en-jorge>

Hopp, W., & Spearman, M. (2001). *Factory physics: foundations of manufacturing management*. Mc Graw Hill.

Milla, A. (2021). *Principios Lean Manufacturing. Una descripción detallada*. Recuperado el 2 de Marzo de 2024, de LinkedIn:

<https://es.linkedin.com/pulse/principios-lean-manufacturing-una-descripci%C3%B3n-detallada-aldo-milla>

Minaya, R. (2015). *Ciclo SDCA y PDCA - Control (Sostenimiento) y Mejora de la Calidad*. Recuperado el 15 de Abril de 2024, de Sensei Lean:

<https://senseilean.blogspot.com/2015/07/ciclo-sdca-y-pdca-controlar.html>

MOTORPASION. (2011). *Historia de Toyota (1): del telar a los automóviles*. Recuperado el 6 de febrero de 2024, de MOTORPASION:

<https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/historia-de-toyota-1-del-telar-a-los-automoviles>

Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing paso a paso. El sistema de gestión empresarial japonés que revolucionó la manufactura y los servicios*. Norma.

Tornos, I. (2021). *Los 5 pilares del Control Estadístico de Procesos (SPC)*. Recuperado el 1 de Marzo de 2024, de LeanSherpa:

<https://leansherpa.es/el-control-estadistico-de-procesos-spc/>

Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking. Gestión 2000*.

ANEXO: OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.

El presente trabajo también se vincula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ya que las mejoras implementadas a través de este proyecto también comparten metas y propósitos similares a alguno de los de los ODS.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), son un conjunto de 17 objetivos globales adoptados por todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas en 2015 como parte de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, además de ser una hoja de ruta para lograr la paz y la prosperidad de las personas y el planeta, ahora y en el futuro (Hernández Alonso, 2023).

La implementación de la metodología TPM en la industria alimentaria litoral está alineada con varios de estos objetivos globales. A continuación, se detallan los ODS involucrados y cómo este trabajo contribuye a su consecución.

- **ODS 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico**



Figura 34. Objetivo de Desarrollo Sostenible 8. Fuente ONU.

Este ODS está centrado en promover el crecimiento económico de forma sostenida y cuyo empleo sea inclusivo y decente. Además, busca la protección de los derechos laborales promoviendo un entorno de trabajo seguro para los trabajadores. También tiene como meta que haya crecimiento económico mediante la educación de los trabajadores.

Formación de trabajadores: La capacitación de los empleados para alinearlos con las prioridades operativas mejora sus habilidades y conocimientos, lo que promueve un ambiente de trabajo más seguro y eficiente.

Reducción del tiempo de inactividad: La rápida resolución de averías y la reducción del tiempo de mantenimiento aumentan la productividad de la planta, promoviendo un crecimiento económico sostenible.

- **ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura**



Figura 35. Objetivo de Desarrollo Sostenible 9. Fuente: ONU.

El Objetivo de Desarrollo Sostenible número 9 se centra en construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación para fomentar el desarrollo de las naciones.

Implementación de *kaizen* y procedimientos LIL: Las mejoras en los procesos mediante eventos *kaizen* y procedimientos LIL demuestran un enfoque innovador para aumentar la eficiencia operativa y reducir costes.

Parametrizaciones y etiquetado de averías: La optimización de ajustes y la identificación rápida de averías permiten una infraestructura industrial más resiliente y eficiente.

- **ODS 12: Producción y Consumo Responsables**



Figura 36. Objetivo de Desarrollo Sostenible 12. Fuente: ONU.

El ODS número 12 tiene como objetivo garantizar modalidades de consumo y producción sostenible, para así, reducir el desperdicio y contribuir a la sostenibilidad ambiental

Reducción de pérdidas: Identificar y abordar las áreas críticas de pérdida en la producción contribuye a una gestión más eficiente de los recursos, reduciendo el desperdicio.

Control de calidad: Mejorar la precisión en el llenado de botes de legumbre y mantener altos estándares de calidad minimiza el desperdicio de productos y garantiza un uso responsable de los recursos.