

Nicolás Antonio Jacob

Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento computarizado para planta de elaboración de embutidos

Maestría en Administración de Empresas

Fecha: 2025

Obra bajo Licencia:



[Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Cita recomendada: Jacob, N.A. (2025). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento computarizado para planta de elaboración de embutidos* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Rafaela

MAESTRIA EN ADMINISTRACION DE NEGOCIOS

TESIS DE MAESTRIA

TITULO: PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO PARA PLANTA DE ELABORACION DE EMBUTIDOS.

ALUMNO
NICOLAS JACOB

DIRECTOR
MG. MARIO SCHMIDT

RAFAELA, 2025

 **UNRaf**
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
RAFAELA

+VOS

Agradecimientos

Agradezco a mi compañera de vida Genoveva quien me animó, acompañó y contuvo a lo largo de todo este trabajo, siendo una constante fuente de estímulo. A mi padre quien me motivó en todo este trayecto, dando su apoyo y contención en los momentos difíciles. A mi madre, siempre fuente de inspiración.

Un agradecimiento y de forma muy especial a mi director de la tesis, al Mg. Mario Schmidt, que ha ejercido un apoyo, confianza y valiosas orientaciones determinantes para la realización de esta tesis.

INDICE

INDICE DE FIGURAS.....	4
RESUMEN	5
INTRODUCCION.....	6
DEFINICION DEL PROBLEMA	9
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	11
OBJETIVOS.....	13
OBJETIVO GENERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
ANTECEDENTES	14
MARCO TEORICO	20
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.....	20
DEFINICION DE MANTENIMIENTO	20
EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO	20
ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO	24
OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.....	30
ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	31
PLAN DE MANTENIMIENTO	35
DEFINICION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	35
IMPORTANCIA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	36
ETAPAS DE IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	38
GESTION DE MANTENIMIENTO ASISTIDA POR SISTEMA INFORMATICO	40
QUE ES UN SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO	42
FUNCIONALIDADES DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO (CMMS)	43
VENTAJAS DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO	47
METODOLOGIA	51
TIPO DE INVESTIGACION.....	51
UNIDAD DE ANALISIS	51
INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	52
ETAPAS	53
DESARROLLO	54
ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA.....	54
GENERALIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO	54
COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PARA EL SECTOR PRODUCTIVO DE PICADA.....	60
CARACTERIZACION DEL AREA DE MANTENIMIENTO.....	61

NIVELES JERARQUICOS DEL AREA DE MANTENIMIENTO.....	61
DISPOSICION DE LOS TALLERES DE MANTENIMIENTO	63
FUNCIONAMIENTO DE LOS TALLERES DE MANTENIMIENTO	64
CAPITAL HUMANO DE LOS TALLERES DE MANTENIMIENTO	65
RESULTADOS	71
PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO	71
ETAPA N° 1: DEFINICION DE OBJETIVOS Y ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.	72
ETAPA N° 2: DEFINICION DE INDICADORES DE GESTION DE MANTENIMIENTO.	74
ETAPA N° 3: LISTADO Y RELEVAMIENTO DE DATOS DE EQUIPOS PRODUCTIVOS.	75
ETAPA N° 4: JERARQUIZACION Y ANALISIS DE EQUIPOS DE ALTO IMPACTO.	76
ETAPA N° 5: DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO PARA CADA EQUIPO.	79
ETAPA N° 6: PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y ASIGNACIÓN DE LOS RECURSOS.....	80
ETAPA N° 7. EVALUACION Y CONTROL DE LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.	81
ETAPA N° 8. DETERMINACION DEL SOFTWARE DE GESTION DE MANTENIMIENTO A IMPLEMENTAR.....	82
RETORNO DE LA INVERSION DE LA IMPLEMENTACION DE UN SOFTWARE DE GESTION DE MANTENIMIENTO	85
RECOMENDACIONES QUE DEBERÁ TENER PRESENTE LA EMPRESA PARA LA INCORPORACION DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO.....	91
CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE DE GESTION DE MANTENIMIENTO.....	93
CAMBIO CULTURAL PARA LA IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA	94
RELEVANCIA DE LA INTEGRACION DE LA PROPUESTA PARA EL DESEMPEÑO DE LAS AREAS DE LA EMPRESA	95
CONSIDERACIONES QUE DEBERÁ TENER PRESENTE LA EMPRESA IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA.....	97
CONCLUSION.....	100
RECOMENDACIONES:.....	107
BIBLIOGRAFIA.....	109
ANEXOS	113
ANEXO N° 1: ENTREVISTA GERENTE DE MANTENIMIENTO	113
ANEXO N° 2: ENTREVISTA JEFE DE MANTENIMIENTO	116
ANEXO N° 3: ENTREVISTA SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	119
ANEXO N° 4: ENCUESTA TECNICOS DE MANTENIMIENTO	122
ANEXO N° 5: PARTE DIARIO MANTENIMIENTO	123
ANEXO N° 6: REGISTRO DE PARTE DIARIO MANTENIMIENTO.....	124
ANEXO N° 7: DETALLES DE LOS PROCESO PRODUCTIVO	125
ANEXO N° 8: FUNCIONES DE LOS TECNICOS DE MANTENIMIENTO DEL TALLER PICADA	131
ANEXO N° 9: FUNCIONES DEL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO DEL TALLER PICADA.....	133

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Visión sobre la evolución de los costes en mantenimiento.	12
Figura N° 2. Evolución Histórica del Mantenimiento.	21
Figura N° 3. Equilibrio de Gestión de Mantenimiento.	22
Figura N° 4. ¿Cuáles son los principales puntos débiles en los procesos de mantenimiento existentes de organizaciones Europeas?	24
Figura N° 5. Planes para disminuir los tiempos de inactividad no programados.	25
Figura N° 6. Estrategias de Mantenimiento Presentes en su Planta.	26
Figura N° 7. Relación entre el índice de Competitividad Global 4.0 Y PBI Per Cápita.	27
Figura N° 8. Estrategias de Mantenimiento.	32
Figura N° 9. Organigrama de la Empresa.	54
Figura N° 10. Diagrama de flujo genérico proceso de Embutidos Cárnicos.	55
Figura N° 11. Rotura por mes.	57
Figura N° 12. Porcentaje de horas de reparación por operación por mes.	58
Figura N° 13. Costo Anual Mantenimiento.	60
Figura N° 14. Organigrama Area Mantenimiento.	63
Figura N° 15. Rango Etario.	65
Figura N° 16. Nivel Educativo.	66
Figura N° 17. Porcentaje por profesión.	66
Figura N° 18. Antigüedad en la empresa.	67
Figura N° 19. Antigüedad en el puesto de trabajo.	68
Figura N° 20. Conocimientos en herramientas informáticas.	68
Figura N° 21. Conoce la existencia y funcionalidad del software de gestión de mantenimiento.	69
Figura N° 22. Trabajó en alguna empresa que utilice un software de gestión de mantenimiento ...	69
Figura N° 23. Considera que sería beneficioso la utilización de un software de gestión de mantenimiento.	70
Figura N° 24. Impacto Operacional (Escala 1-10).	77
Figura N° 25. Impacto de la Flexibilidad Operacional (Escala 1-4).	77
Figura N° 26. Impacto en Costos de Mantenimiento (Escala 1-20).	78
Figura N° 27. Impacto de Seguridad Ambiental (Escala 0-40).	78
Figura N° 28. Factor de Frecuencia de Fallos (Escala 0.5-1).	78
Figura N° 29. Matriz Cualitativa de Criticidad y Riesgo.	79
Figura N° 30. Tiempo de Implementación del Software de Gestión de Mantenimiento.	93
Figura N° 31. Mejoras en las funcionalidades del área de mantenimiento con la implementación de un CMMS.	105
Figura N° 32. Parte diario mantenimiento.	123
Figura N° 33. Registro de Parte Diario Mantenimiento.	124
Figura N° 34. Diagrama de Flujo Embutidos Frescos.	126
Figura N° 35. Diagrama de Flujo Embutidos Secos.	128
Figura N° 36. Diagrama de Flujo Embutido Cocido.	130

RESUMEN

En esta tesis se pretende determinar los aportes que se pueden lograr mediante el desarrollo de una estrategia preventiva con la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora para realizar una propuesta de mejora en las actividades de mantenimiento que signifiquen para la empresa un aumento en la disponibilidad de sus equipos productivos.

El alcance de este trabajo se limita a la elaboración de la propuesta, excluyendo su implementación práctica.

Los objetivos son diagnosticar la situación actual del mantenimiento en la empresa AliFe, y realizar un análisis bibliográfico de las diferentes estrategias de mantenimiento acompañado de un estudio de los diferentes softwares de gestión de mantenimiento existentes para plantear una propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora.

Durante la investigación se realizaron entrevistas con los diferentes responsables del mantenimiento en la empresa, también se efectuaron encuestas a los técnicos de mantenimiento. En conjunto con estas actividades se observaron las operaciones de los técnicos de mantenimiento durante la jornada laboral y la del supervisor, con quien se revisó la documentación y registros existentes en la empresa.

Como resultado de este trabajo, se propuso la adopción de una estrategia de mantenimiento preventivo fundamentada en el análisis de la criticidad de los equipos, la recopilación de las actividades de mantenimiento recomendadas por el fabricante, la integración del conocimiento de los técnicos de mantenimiento basado en sus experiencias, y la consideración de los fallos históricos documentados en los registros disponibles en la empresa. Para el proceso de gestión de la información se sugirió la implementación de un software de gestión de mantenimiento.

Si la empresa opta por llevar a cabo su implementación, se espera que uno de los beneficios será que la planificación de las actividades de mantenimiento facilite la previsión de fallos en los equipos, lo que a su vez contribuirá a incrementar la disponibilidad de los equipos productivos y, en consecuencia, a lograr una línea de producción más eficiente.

INTRODUCCION

En la actualidad, se torna indispensable aplicar las correctas prácticas de mantenimiento dentro de los procesos productivos, ya que la situación exige casi de manera ineludible la adopción de nuevas técnicas que sean capaces de aportar beneficios significativos que mejoren la rentabilidad y funcionalidad de la organización.

Las máquinas con las que cuentan las empresas sufren desgastes, fallas y roturas durante su vida útil dadas por diferentes motivos como puede ser el envejecimiento de las piezas, mala operación, errores en el montaje, malos materiales, errores de diseño, malas condiciones ambientales, etc.; donde se torna importante el papel del mantenimiento para mejorar esta situación, logrando aumentar la disponibilidad de las mismas.

Por lo tanto, *“Es necesario que los equipos de producción operen con los máximos niveles de eficiencia y de calidad, para consolidar un sistema productivo que pueda tener como objetivos, los tres “ceros”: cero despilfarros, cero defectos, cero averías, cero fallas y problemas de seguridad”* como indica Cuatrecasas Arbós, L. (2012). Teniendo en cuenta lo que se viene desarrollando, cobra importancia el diseño de un plan de mantenimiento. De acuerdo a García Garrido, S. (2003), *“El Plan de Mantenimiento es un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar en una planta para asegurar los niveles de disponibilidad que se hayan establecido. Es un documento vivo, pues sufre de continuas modificaciones, fruto del análisis de las incidencias que se van produciendo en la planta y del análisis de los diversos indicadores de gestión”*.

La implementación de un plan de mantenimiento es amplia e implica gestionar gran cantidad de información (manuales de equipos, planos de circuitos eléctricos e hidráulicos, información de repuestos, historiales de fallas de equipos y de reparaciones, tareas rutinarias de mantenimiento, etc.), por lo que se hace necesario la utilización de un sistema asistido por computadora para la gestión del mantenimiento.

AliFe, es una empresa privada de capitales nacionales que tiene su base de operaciones en la provincia de Santa Fe (Argentina), de carácter familiar y cuenta con amplia experiencia en el sector alimenticio, dedicándose a la producción, comercialización y distribución de alimentos cárnicos de alta calidad.

La empresa se encuentra dentro del *Sector Secundario* ya que sus actividades consisten en elaboración de embutidos cárnicos a partir del procesamiento de diferentes materias primas. Para llevar a cabo los procesos se desempeñan más de 500 personas, por lo que podemos denominarla *Mediana Tramo 2*.

Su planta de procesamiento tiene la capacidad de superar las 2000 toneladas de producción mensual, implementando un estricto sistema de gestión de calidad que satisface todos los estándares sanitarios exigidos por los mercados más rigurosos. En consonancia con las principales empresas del sector alimentario a nivel global, se aplica el Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP)¹.

El 90% de esta producción se comercializa en diferentes provincias del interior del país, mientras que el 10 % restante se destina a la provincia de Buenos Aires, ya que se encuentra dentro de las empresas habilitadas por SENASA² para comercializar sus productos a nivel Nacional.

Para lograr esta capacidad de producción, la infraestructura se emplaza en un terreno que se aproxima a los 30000 m², que cuenta con servicios como gas natural, agua, energía eléctrica y amoníaco necesarios para poner en marcha los equipos productivos.

Dentro de las líneas de producción podemos definir tres grandes grupos, Embutidos Frescos, Embutidos Secos y Embutidos Cocidos, donde se comparten los equipos de las primeras fases del proceso de producción y luego avanzan por diferentes equipos en función de las condiciones finales que se necesitan para cada tipo de producto.

Para llevar adelante sus procesos AliFe posee diferentes instalaciones y equipos productivos de distintos diseños y tecnologías en función de las necesidades de cada etapa del proceso, por ejemplo, calderas para generación de vapor, compresores de aire, compresores de amoníaco, cámaras frigoríficas, salas climatizadas, secaderos, equipos de producción (picadoras, cúter, amasadoras, desmenuzadoras, embutidoras, atadoras), equipos de transporte (cintas transportadoras, tornillos sinfín y cadenas transportadoras), lo que requiere de diferentes actividades de mantenimiento para asegurar su disponibilidad. Para contextualizar solo el sector donde se realiza una las operaciones de picado y mezclado, que luego se describirán en la descripción de los procesos de las diferentes líneas cuenta con más de 20 equipos, compuestos por dos cúteres, una desmenuzadora,

¹ HACCP: es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención de la contaminación a lo largo del proceso de elaboración en lugar de basarse en el ensayo del producto final. Fuente: [Argentina.gob.ar](https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-340-2008-140212/texto). Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-340-2008-140212/texto>.

² SENASA: El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria es un organismo descentralizado, con autarquía económico-financiera y técnico-administrativa y dotado de personería jurídica propia, dependiente de la Secretaría de Bioeconomía y del Ministerio de Economía de la Nación, encargado de ejecutar las políticas nacionales en materia de sanidad y calidad animal y vegetal e inocuidad de los alimentos de su competencia, así como de verificar el cumplimiento de la normativa vigente en la materia. Fuente: [Argentina.gob.ar](https://www.argentina.gob.ar/senasa/que-es). Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/senasa/que-es>.

cuatro picadoras, una guillotina, una cubeteadora de tocino, una escaldadora de tocino, tres amasadoras, dos emulsores y los correspondientes transportadores de alimentación que los conectan.

Actualmente la empresa se encuentra trabajando sin una planificación del mantenimiento de sus equipos lo que provoca paradas no programadas de los mismos con los inconvenientes que esto trae para el negocio.

En función de lo expuesto anteriormente, y como objetivo de este trabajo surge la necesidad de proponer la implementación de un sistema gestión de mantenimiento computarizado para reducir las averías y aumentar la disponibilidad de los equipos en la planta de elaboración de productos cárnicos embutidos.

DEFINICION DEL PROBLEMA

Los problemas que una empresa puede enfrentar por la falta de planificación de las actividades de mantenimiento no se limitan solo al ámbito industrial. La falta de cuidado y atención a los activos físicos, instalaciones y equipos de cualquier tipo de negocio puede traer consigo consecuencias negativas que afectan directamente su productividad, rentabilidad y hasta su imagen pública. Dentro de estos problemas podemos detallar los más comunes:

- **Reducción de la productividad:** cuando los equipos y maquinaria funcionan de manera deficiente o con fallas recurrentes pueden generar retrasos en la producción, afectando directamente el ritmo de trabajo y el cumplimiento de metas. Esto se traduce en pérdidas económicas por productos o servicios no entregados a tiempo, además de insatisfacción en los clientes.
- **Aumento de los costos operativos:** la falta de mantenimiento incrementa la probabilidad de averías inesperadas, lo que a su vez genera gastos no presupuestados en reparaciones urgentes. Estas reparaciones suelen ser más costosas que las programadas, ya que requieren mano de obra especializada y repuestos que pueden ser difíciles de conseguir a corto plazo. Además, el tiempo de inactividad por reparaciones imprevistas también genera pérdidas en la producción y otros costos asociados.
- **Riesgos para la seguridad:** las instalaciones y equipos mal mantenidos pueden representar un peligro para la seguridad de los trabajadores, clientes y visitantes. Las fallas estructurales, el desgaste de equipos y la falta de señalización adecuada pueden provocar accidentes laborales, lesiones graves e incluso muertes. Las empresas pueden enfrentar demandas legales y multas por incumplimiento de las normas de seguridad laboral.
- **Impactos en el medio ambiente:** los equipos que funcionan de manera ineficiente pueden generar mayor consumo de energía y recursos naturales, lo que aumenta la huella de carbono de la empresa y su impacto ambiental. Por otra parte, las fugas, derrames y otros problemas causados por la falta de mantenimiento pueden

contaminar el aire, el agua y el suelo, generando daños al ecosistema y posibles sanciones por parte de las autoridades ambientales.

- **Deterioro de la imagen pública:** una empresa con instalaciones descuidadas, equipos obsoletos y frecuentes fallas en su funcionamiento puede proyectar una imagen negativa ante sus clientes, proveedores y socios comerciales. La falta de mantenimiento puede ser percibida como una falta de profesionalismo y compromiso con la calidad, lo que puede alejar a los clientes y afectar negativamente la reputación de la empresa.

La empresa “AliFe” carece de una planificación adecuada para las actividades de mantenimiento de los equipos de producción, por este inconveniente, en ocasiones estos presentan tiempos de parada innecesarios que retardan la disponibilidad de los equipos para las actividades planificadas o situaciones emergentes, afectando en el proceso de la cadena de producción.

Ahora bien, si se realiza una buena gestión de las actividades de mantenimiento apoyándose en una base de datos confiable, ya que se necesita manejar gran cantidad de información; esto permite mejorar la confiabilidad o fiabilidad (términos similares) y disponibilidad de los equipos a costo mínimo, con el único propósito de prolongar la vida útil de los activos y lograr su buen desempeño en la producción.

La utilización de este tipo de herramientas permite tener una visión completa del estado de cada activo y facilita la planificación, programación y ejecución de las tareas de mantenimiento de manera organizada y eficiente.

De acuerdo a lo mencionado en párrafos anteriores surge la siguiente pregunta principal, que indica el punto de partida de la investigación que se llevará adelante:

¿La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento computarizado permite disminuir las fallas en los equipos para mejorar la disponibilidad de las líneas de producción de una planta de elaboración de productos cárnicos embutidos?

A partir de esta pregunta principal se originan las siguientes sub-preguntas:

¿Cuál es el sistema de gestión de mantenimiento implementado por la empresa actualmente?

¿Qué tipos de estrategias de mantenimiento industrial que permitan mejorar la disponibilidad de los equipos de producción existen?

¿La implementación de un software de gestión de mantenimiento industrial (CMMS) permite mejorar la administración del mantenimiento para aumentar la disponibilidad de los equipos de producción?

Behar Rivero, D. (2008), indica: “El Problema: es el resultado de una profunda y serena reflexión realizada por el investigador después de haber revisado detalladamente la literatura correspondiente (antecedentes teóricos y empíricos) e interiorizado los principales conceptos y proposiciones teóricas que le permiten formular con toda claridad y dominio el problema que se pretende resolver con la investigación”.

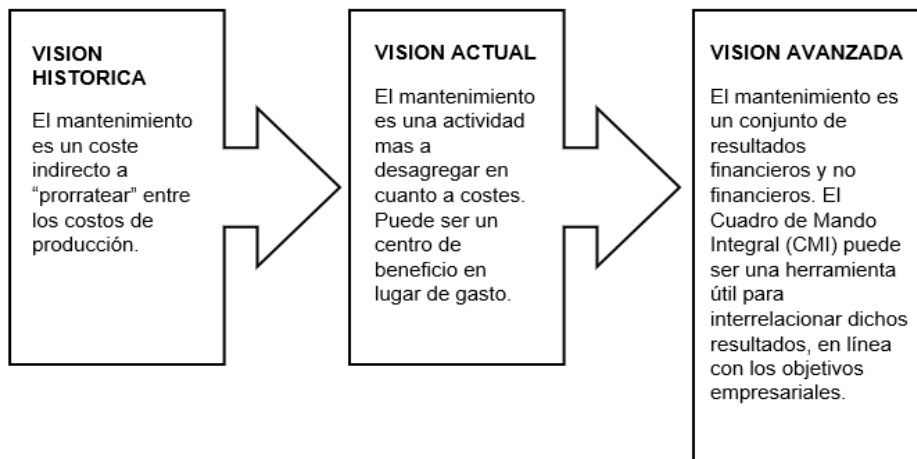
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La justificación de esta investigación radica en que la misma puede aportar mejoras en las prácticas de mantenimiento existente generando de esta manera un impacto significativo para la industria, ya sea a través de la mejora de la eficiencia, la seguridad o la sostenibilidad del mantenimiento. En la mayoría de las industrias, la puesta en marcha de los programas de mantenimiento sobre la actividad en la que se aplica resulta esencial y es uno de los elementos más importantes para tener una competitividad dentro del sector. Teniendo en cuenta el avance tecnológico en los equipos de producción y la necesidad de garantizar el correcto funcionamiento de los mismos, se pretende mejorar la disponibilidad de estos utilizando herramientas informáticas innovadoras para gestionar la información de los equipos y la planificación de las actividades de mantenimiento a través de un plan de mantenimiento, buscando minimizar las fallas y paradas no programadas de los equipos para evitar las pérdidas. La implementación de un plan de mantenimiento industrial adecuado puede generar importantes beneficios económicos para una empresa, tanto en términos de ahorros en costos como de aumento en la rentabilidad. Esto es posible ya que con un plan de mantenimiento bien estructurado permite prevenir fallas inesperadas de los equipos, reduciendo los costos asociados a reparaciones urgentes, también estas intervenciones programadas permiten extender la vida útil de los activos evitando grandes costos por reemplazo de estos.

A su vez, una empresa que implementa un plan de mantenimiento adecuado demuestra su compromiso con la calidad, la seguridad y la eficiencia, esto puede mejorar la imagen de la empresa ante clientes, proveedores, socios comerciales y la comunidad en general. Una buena imagen puede atraer nuevos clientes, fidelizar a los existentes y fortalecer la reputación de la empresa.

Gonzales Fernández, F. (2005), refleja en el siguiente cuadro (*Figura N° 1*) las tres visiones sobre la evolución conceptual de los costos de mantenimiento, donde se indica la importancia de desagregar las cuentas de mantenimiento para analizar la rentabilidad de las iniciativas que se toman mediante ratios que sean cuantificables contablemente.

Figura N° 1. Visión sobre la evolución de los costes en mantenimiento.



Fuente: Gonzáles Fernández (2005)

En línea con lo que se está desarrollando, se puede mencionar que un mantenimiento eficiente puede ayudar a reducir la contaminación ambiental al minimizar las emisiones de gases nocivos, los derrames de sustancias peligrosas y el consumo de recursos naturales. Esto contribuye a un medio ambiente más limpio y sostenible para las generaciones futuras. La implementación de estrategias de mantenimiento sostenibles, como la correcta deposición de los consumibles contaminantes, el uso de productos ecológicos y la adopción de tecnologías de bajo consumo energético, contribuye a reducir la huella ambiental de las actividades industriales. La ejecución de un plan de mantenimiento industrial permite a la organización trabajar con equipos e infraestructura en condiciones más seguras, provocando un impacto positivo en el desempeño de los trabajadores, contribuyendo al bienestar de estos. Esto permite fomentar una cultura de cuidado de los equipos y las mejores prácticas en reparaciones mediante la programación de sus tareas. De acuerdo a lo mencionado, se puede decir que los equipos y maquinarias que no son mantenidos pueden representar un riesgo para la seguridad de los trabajadores, ya que las fallas o averías inesperadas pueden provocar accidentes laborales graves, lo que genera costos asociados a atención médica, y en algunos casos puede generar indemnizaciones y hasta demandas legales.

Un plan de mantenimiento correctamente ejecutado ayuda a identificar y eliminar riesgos potenciales, mejorando la seguridad en el trabajo y reduciendo la probabilidad de accidentes. En muchas industrias, existen normas y regulaciones que obligan a las empresas a implementar planes de mantenimiento para garantizar la seguridad y el buen funcionamiento de sus instalaciones. Lo expuesto anteriormente pone de manifiesto que existen varios ejes a través de los cuales se puede entender la importancia del mantenimiento industrial en las diferentes empresas y sus investigaciones.

OBJETIVOS

El objetivo general sintetiza el tema principal del estudio, indicando lo que se pretende alcanzar. Por otro lado, los objetivos específicos desglosan las etapas y metas que se intentarán lograr para evidenciar el objetivo principal.

A continuación, se detalla el objetivo general y los objetivos específicos:

OBJETIVO GENERAL

- *Proponer la incorporación de un sistema de gestión de mantenimiento computarizado con el fin de disminuir las fallas y mejorar la disponibilidad en los equipos de planta de elaboración de productos cárnicos embutidos.*

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- *Diagnosticar el estado actual del sistema de gestión de mantenimiento en la planta.*
- *Evaluar las estrategias de mantenimiento y su impacto en la disponibilidad de los equipos.*
- *Diseñar una propuesta para la incorporación de un sistema computarizado de gestión de mantenimiento (CMMS).*

ANTECEDENTES

Los antecedentes que se describen a continuación contienen diferentes investigaciones sobre el tema que se desarrolla en el presente trabajo, que sirven de contexto para entender la importancia de este permitiendo estabilizar el análisis por medio de bases con argumentos sólidos.

El primer trabajo corresponde a una Tesis de Doctorado de la Universidad Politécnica de Valencia realizada por Cárcel Carrasco, J. (2012), titulada *“Modelo de Mantenimiento Operativo en Explotación, Orientado a la Mejora de la Fiabilidad y Eficiencia Energética, Basado en las Técnicas de Gestión del Conocimiento”*.

El investigador pretende validar el modelo y metodología mediante la aplicación a un caso práctico en una empresa del sector industrial que posee equipos críticos y una organización de mantenimiento de gran relevancia, para el estudio se eligió una empresa del sector alimentario ya que cuenta con un parque de equipamiento importante y donde la fiabilidad de los equipos de producción es prioritaria.

El documento se compone de siete capítulos, donde los primeros seis están estructurados en forma de artículos, presentando el formato en el que fueron enviados a revistas y congresos para su publicación. En el capítulo siete se presentan las conclusiones y los trabajos futuros que podrían desarrollarse a partir de la presente investigación.

También establece una serie de futuros trabajos que se podría realizar con mayor profundización que se detallan a continuación:

- El uso de tecnologías basadas en lo que se ha denominado “realidad aumentada”, supondría un avance importante en la transmisión del conocimiento dentro de la organización de mantenimiento, y su aplicación sería especialmente relevante en el mantenimiento de grandes instalaciones técnicas críticas, como pueden ser las centrales nucleares de producción de energía y plantas Petroquímicas;
- Mejorar los criterios de medición estratégicos y de gestión de conocimiento. De esta forma, se mejorará la manera de determinar la secuencia de análisis de los procesos clave. Esto nos permitiría disponer de herramientas que nos aseguren auditar primero los procesos clave más importantes y que potencialmente contengan más conocimiento susceptible a ser gestionado;
- Mejorar los procesos de diagnóstico y análisis de flujos de conocimiento como apoyo a los procesos de auditorías de conocimiento. Adicionalmente, se puede diseñar y desarrollar alguna herramienta o prototipo que facilite el diagnóstico y análisis de los flujos

de conocimiento en las organizaciones y dé soporte al diseño de estrategias que mejoren los flujos de conocimiento en los procesos clave de la organización;

- Proponer esquemas de representación para los flujos de conocimiento y las barreras que impiden su aplicación eficiente. Estos esquemas de representación permitirían el desarrollo de aplicaciones informáticas que simulen, de manera gráfica, cómo fluye el conocimiento, posibles obstáculos o barreras, y como se manifiesta el flujo entre los procesos de la gestión de conocimiento. Esto puede servir como herramienta de apoyo para detectar problemas/oportunidades de mejora de los flujos de conocimiento en la organización de mantenimiento.

Este documento se tomó como antecedente por la profundidad del abordaje que lleva adelante el investigador sobre el tema del mantenimiento industrial y la Gestión del Conocimiento, el repaso por amplia literatura del tema que realiza y el análisis del modelo propuesto a través de un estudio de caso.

El segundo trabajo corresponde a una Tesis de Posgrado de la Universidad Nacional del Sur realizada por Etchegno, R. D. (2013), titulada *"Mantenimiento Basado en la Ingeniería-Argentina (Fundamentos para el Gerenciamiento de los Activos Físicos Industriales)"* y tiene como objetivo presentar un Modelo de Mantenimiento Industrial de Avanzada, posible de extrapolar a la industria en general, mediante adaptaciones adecuadas, de tal manera de generar una plataforma para logros superiores asociados a metodologías de Gerenciamiento de Activos Físicos con ingredientes propios relativos a nuestro entorno operativo.

El correspondiente trabajo se divide en nueve capítulos, en el primero el autor analiza el Estatus actual del mantenimiento Industrial a Nivel mundial, luego continúa con el segundo capítulo contextualiza el modelo de mantenimiento industrial en el entorno productivo argentino. En el tercer capítulo desarrolla la evolución del mantenimiento industrial. En el cuarto capítulo describe las diferentes tácticas/estrategias del mantenimiento industrial, posteriormente en el quinto capítulo desglosa el cambio de paradigma del mantenimiento industrial donde se explican las diferentes filosofías para conceptualizar los términos confiabilidad y disponibilidad. En el sexto capítulo el tesista desarrolla diferentes conceptos sobre el mantenimiento basado en la ingeniería comenzando desde con su origen y avanzando por las diferentes etapas de su aplicación. Luego al séptimo capítulo expone los fundamentos del mantenimiento basado en la ingeniería. A continuación, en el capítulo ocho analiza el proceso de gerenciamiento de activos físicos basado en la ingeniería a nivel mundial y luego describe lo que ocurre en nuestro país. Finalmente, en el capítulo nueve,

comienza con la presentación de diferentes tipos de indicadores y continua con la exposición de casos reales para finalizar con la conclusión de la investigación.

El tesista comienza la reflexión final indicando la importancia del gerenciamiento integral de activos físicos para aportar su Conocimiento (know how) al desarrollo de nuevos negocios, nuevas instalaciones y equipamiento, aseguramiento de la “Capacidad de Producción”, cumplimiento de normativas de Calidad, Seguridad y Medioambientales. También explica que en nuestro país será importante que los profesionales se adapten a las condiciones para cumplir actividades multifunción altamente requeridas por las compañías, debido a las restricciones presupuestarias actuales. A lo desarrollado suma la necesidad de organizaciones con estructuras más flexibles y dinámicas que puedan anticiparse a las variabilidades del mercado y a los requerimientos medio ambientales. Por último, menciona que en el momento de realización de la investigación se está trabajando con el apoyo de plataformas informáticas para mantenimiento industrial.

Este trabajo se tomó como antecedente por el análisis teórico que realiza el investigador sobre la importancia del gerenciamiento de activos físicos para las empresas, el repaso de la evolución del mantenimiento, la conceptualización de los términos importantes y los cambios de paradigmas en el mismo.

El tercer trabajo corresponde a una Tesis de Posgrado de una Maestría en Administración de Negocios de la Escuela de Negocios de la Universidad de San Andrés realizada por Scianca Luxen, F. D. (2013), titulada “*PREDITECH: Plataforma de Gestión de Mantenimiento Integral*”, y tiene como objetivo principal generar un plan de negocios para explotar una oportunidad existente en el mercado que es ofrecer a sus clientes una plataforma online alojada en la nube totalmente integrada, especialmente diseñada para todas las etapas de mantenimiento, desde el mantenimiento correctivo, preventivo y hasta el mantenimiento predictivo.

El trabajo se encuentra dividido en diferentes partes, comenzando por la descripción del marco conceptual y las herramientas a utilizar. Luego continúa definiendo la oportunidad de negocios y estableciendo el arquetipo de cliente para comprenderlo y luego de validada la necesidad, trabajar en una propuesta de valor que satisfaga dichas necesidades del cliente. A continuación, el investigador establece la propuesta de valor y define el mínimo producto viable y genera el CANVA del modelo de negocios. Posteriormente realiza un estudio de la industria, el tamaño de la oportunidad, la competencia y el contexto a través de diferentes herramientas de marketing. Seguidamente presenta el plan de implementación del proyecto, los recursos, procesos y plan operativo del mismo junto a los requerimientos de inversión y después realizar la evaluación financiera y viabilidad del

proyecto. El autor concluye en que la oportunidad de negocio es real y la propuesta de valor se adecua a la misma, lo que se valida con las entrevistas realizadas a los posibles clientes. Indica que llevara adelante el proyecto a modo de suscripción, lo que brinda una buena posibilidad de crecimiento y captación de clientes, acompañado de bajos costos de implementación y la posibilidad de realizarlo por etapas, requiriendo bajas inversiones por el lado de los clientes. Otro de los puntos que da soporte a llevar adelante el proyecto de acuerdo con su evaluación ya que la inversión necesaria para llevarlo a cabo es baja y su período de repago es menor a tres años.

Esta tesis se toma como antecedente ya que demuestra la necesidad que existe en el mercado de softwares o plataformas de gestión de mantenimiento para acompañar a la administración eficiente del mantenimiento de los activos físicos de las empresas.

El cuarto trabajo corresponde a una Tesis de Posgrado de una Maestría en Gestión de Operaciones correspondiente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Austral realizada por Tavella, A. (2022), titulada *“Planificación y Programación del Mantenimiento Preventivo Anual para garantizar la sustentabilidad de las operaciones”* y tiene como objetivo el planeamiento del mantenimiento preventivo anual para responder a las siguientes preguntas: ¿qué impacto trae la incorporación de este método de planificación con referencia a la Disponibilidad y Confiabilidad en los equipos?, ¿qué resultado obtenemos al aplicar herramientas estadísticas de análisis de fallas y mantenimiento predictivo, en los indicadores del área de Mantenimiento?, ¿cómo este proceso puede ayudar a la racionalización de los costos de mantenimiento? ¿Como impacta en el costo por producto?, ¿cuáles son las claves para sustentar este cambio cultural?

Esta investigación consta de siete capítulos los cuales abordan diferentes aspectos del problema de decisión que se pretende analizar. El capítulo uno describe la motivación y los objetivos de investigación. El capítulo dos revisa la literatura existente sobre cada uno de los pilares del TPM (Total Productive Maintenance), introduciéndonos en la organización y gestión integral del mantenimiento. El capítulo tres proporciona una descripción de Industrias Tractor Green Argentina (ITGA), fabricante de máquinas agrícolas, lo que será el caso de estudio. Además, este capítulo analiza cómo estos temas son abordados por industrias de procesos en las cuales la planificación y programación del mantenimiento son claves para el negocio. A continuación, el capítulo cuatro presenta el procesamiento y análisis de los datos existentes, etapas claves para el desarrollo de este caso de estudio. El capítulo cinco proporciona un método de planificación y programación del mantenimiento anual, apalancándose en técnicas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo. De aquí se obtiene un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado

que se debe realizar en una planta para asegurar los niveles de disponibilidad de equipos que se hayan establecido. El capítulo seis, presenta el despliegue del plan diseñado en el capítulo cinco y los resultados obtenidos luego de aplicar el mismo a las líneas de producción de ITGA. Finalmente, el capítulo siete resume los hallazgos, limitaciones y explora posibles extensiones de investigación.

El tesista concluye en que el trabajo demostró el alto impacto que trae la incorporación del método de planificación en los equipos, los valores de disponibilidad en el área de mecanizado superaron valores históricos, los indicadores de las líneas productivas alcanzaron su objetivo y mantuvieron una tendencia positiva durante todo el año. También obtuvo como resultado que aplicar herramientas estadísticas durante la etapa de análisis de datos, demostró un comportamiento robusto y sustentable de los indicadores, no solo alcanzando las metas establecidas, sino también demostrando altos índices de confiabilidad a pesar de las exigencias derivadas del uso intensivo de los equipos. A lo mencionado, manifiesta que se logró una mejora en la evolución de los gastos de mantenimiento y su impacto en el costo del producto final. Por último, indica que será importante continuar con este tipo de investigaciones apoyándose en la transformación digital promovida por la Industria 4.0. La implementación de técnicas de Ciencia de Datos permitirá que las aplicaciones sean más precisas en la predicción de resultados.

Este trabajo se toma como antecedente ya que el mismo demuestra el impacto de tener un plan de mantenimiento dentro de la industria de procesos, ya sea en acrecentar la disponibilidad de los equipos de producción, fortalecer los indicadores del área de mantenimiento mediante la utilización de herramientas estadísticas de análisis de fallas, mejorar los costos del área de mantenimiento y por consiguiente los costos del producto.

El quinto trabajo corresponde a una Tesis de Posgrado de una Maestría en Gestión de Mantenimiento correspondiente a la Facultad de Tecnología Carrera de Mecánica Industrial realizada por Suñagua Flores, W. (2022), titulada “Gestión del mantenimiento en la empresa Fábrica la Estrella S.R.L. – Basado en el empleo del Sistema Computarizado y Administración del Mantenimiento (CMMS)” y tiene como objetivo optimizar los procesos de gestión del mantenimiento aplicando un sistema computarizado y administración del mantenimiento (CMMS/GMAO) en la empresa *Fábrica la Estrella S.R.L.* a fin de contribuir a la producción más eficiente y que sea aplicable, es por esto que se desarrolla esta herramienta que permite de manera práctica y sencilla realizar la gestión del mantenimiento, ayudando así al desarrollo y mejoramiento de la empresa. La investigación se divide en cinco capítulos, donde en el primer capítulo comienza con la presentación del marco institucional de la empresa, sus antecedentes, portafolio de productos, el objetivo del

proyecto y su justificación. En el capítulo dos desarrolla el marco teórico describiendo la evolución del mantenimiento, el contexto nacional, definiendo el concepto de mantenimiento y los tipos existentes. Luego en el capítulo tres, analiza la Teoría de fallas de Weibull, el ciclo de Deming, la Metodología de Análisis ABC, el Diagrama de Ishikawa y la herramienta de Gestión de mantenimiento Asistido por Computadora. A continuación, en el capítulo cuatro avanza en la metodología propuesta y la implementación del software. Para finalizar, en el capítulo cinco el autor realiza la conclusión del trabajo y sus recomendaciones.

En dicha conclusión indica que los objetivos planteados al inicio del desarrollo del trabajo de investigación fueron logrados satisfactoriamente, también menciona que la puesta en práctica de las metodologías propuestas, lograron y mejoraron la gestión del mantenimiento en la empresa Fabrica La Estrella S.R.L. Finalmente, establece la programación y ejecución del mantenimiento donde las políticas son establecidas teniendo en cuenta como fin asegurar la disponibilidad de los equipos reduciendo costos y los paros durante los trabajos de producción

Esta investigación se toma como antecedente ya que sirve de contexto para la realización de la presente tesis por el análisis de diferentes herramientas que se aplican para optimizar la gestión del mantenimiento aplicando un software de administración de mantenimiento.

MARCO TEORICO

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

DEFINICION DE MANTENIMIENTO

Medrano Márquez, J.; González Ajuech, V.; & Díaz de León Santiago, V. (2017), definen el mantenimiento industrial como: el *“Control constante de la instalaciones y conjunto de los trabajos de reparación y revisión necesarios para asegurar el funcionamiento regular y buen estado de conservación de las plantas productivas, de sus servicios e instalaciones”*. En la Norma Francesa AFNOR X60-000 se define al mantenimiento como: *“Conjunto de actividades destinadas a conservar o restablecer un bien dentro de un estado, o en condiciones de seguridad de funcionamiento dadas para poder cumplir una función determinada. Dichas actividades son una combinación de actividades técnicas, administrativas y de gestión”*,

La Norma europea relativa a la terminología de mantenimiento (UNE-EN 13306:2018), lo define como la *“Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión realizadas durante el ciclo de vida de un ítem con el fin de mantenerlo, o restaurarlo, a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida”* (UNE - Asociación Española de Normalización, s. f.).

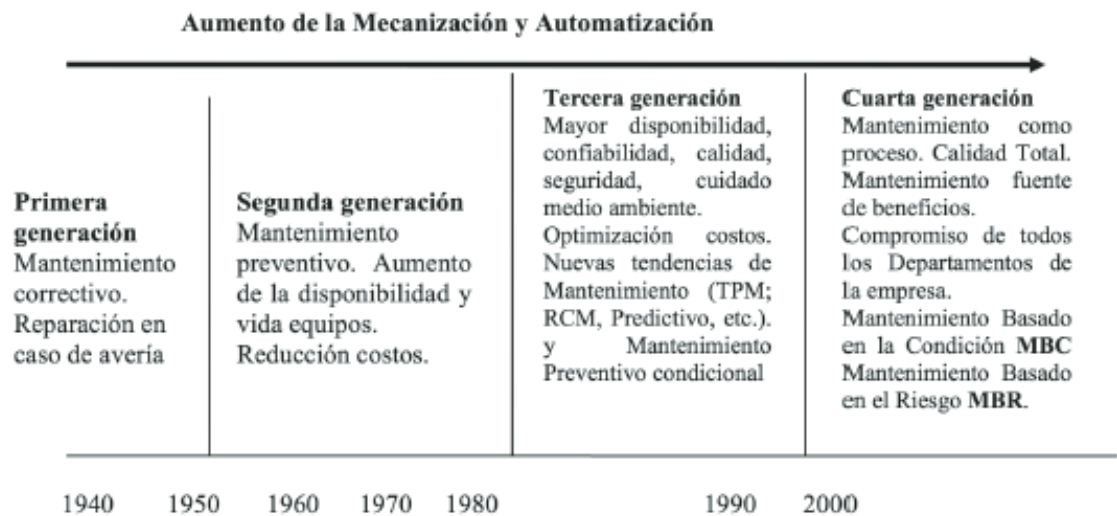
Se puede decir entonces que el mantenimiento se puede definir como: una serie de acciones que deben realizar las personas del departamento de mantenimiento, para que los equipos, máquinas, componentes e instalaciones involucradas en el proceso productivo se encuentren en las condiciones necesarias para las que fue diseñada, construida, instalada y puesta en marcha. Esto requiere de una combinación de conocimientos teóricos, experiencia práctica y habilidades específicas de los individuos involucrados, para lograr coordinar esfuerzos, compartir información y resolver problemas cumpliendo con los objetivos de gestión.

EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO

La mayoría de los autores de las referencias bibliográficas consultadas coinciden en definir durante el siglo XX cuatro grandes etapas que, aunque no tienen una frontera claramente definida desde el punto de vista temporal, si pueden dar una noción de cómo ha sido la evolución de las técnicas y organizaciones de mantenimiento que se han aplicado durante dicho siglo.

González Fernandez, F. (2005), establece que “se ha convenido en que la evolución del mantenimiento durante este período de tiempo ha tenido cuatro etapas, a las que se llamó *Primera, Segunda, Tercera y Cuarta Generación*”. En la Figura N.º 2, se pueden observar los objetivos perseguidos en cada una de las etapas y los medios que han utilizado las diferentes empresas para lograrlos durante el periodo mencionado"

Figura N° 2. Evolución Histórica del Mantenimiento.



Fuente: Montilla Montaña (2016).

Tavares, L (2000), indica que “hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo grupo de operación. Con la llegada de la primera Guerra Mundial y con la implantación de la producción en serie, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y como consecuencia de esto, sintieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor tiempo posible”. Esto se denominó **Mantenimiento de Primera Generación**, durando aproximadamente hasta la Segunda Guerra mundial.

Como indica González Fernández, F. (2005), “a partir de la Segunda Guerra Mundial comienzan a ocurrir cambios en el mantenimiento motivados por los desarrollos armamentísticos y aeronáuticos”. Aquí comienza lo que se llama **Mantenimiento de Segunda Generación**, en ella se definieron como objetivos la disponibilidad de los medios operacionales de los medios de producción, es decir, que los equipos duren lo máximo posible en condiciones operativas normales y todo ello con el costo más bajo posible.

Tavares, L (2000); González Fernández, F. (2005) & Montilla Montaña, C. (2016), coinciden en que en esta etapa y más precisamente en la década del 70 con la incorporación de los

fabricantes orientales en el mundo competitivo occidental, y la búsqueda de la optimización comenzó a aplicarse el mantenimiento preventivo rutinario y mantenimiento correctivo. González Fernández, F. (2005), exponen que a partir de la década de los 80 los expertos detectaron que los principales indicadores de mantenimiento (*la fiabilidad, la disponibilidad y los costos*) entraban en estancamiento, en su análisis observaron que la mejora de uno de los indicadores mencionado implicaba el empeoramiento de los otros dos. El autor representa la situación descrita mediante una “banqueta” (*Figura N.º 3*), donde la merma o exceso de cualquiera de las patas desequilibra la *Gestión del Mantenimiento*.

Figura N.º 3. Equilibrio de Gestión de Mantenimiento.



Fuente: González Fernández (2005).

A partir de esta situación se comenzó a hablar del **Mantenimiento de Tercera Generación**, es decir que además de estos tres objetivos mencionados, el mantenimiento comienza a fundamentarse también en otros aspectos como la seguridad, el cuidado del medio ambiente y la calidad de mantenimiento, como alude González Fernández, F. (2005). En cuanto a la seguridad, se torna necesario cumplir con reglamentaciones y normativas específicas para aparatos sometidos a presión, equipos de manufactura y diferentes equipos de transporte; en cuanto a la parte ambiental y de calidad, estas son impulsadas por las publicaciones de la Norma ISO 14000 e ISO 9002 respectivamente. González Fernández, F. (2005), describe que en esta etapa comienzan a desarrollarse nuevos métodos que se fundamentan en no realizar actividades rutinarias excepto cuando sean estas sean eficaces y económicamente viables. Estos nuevos métodos son el Mantenimiento Basado en la Condición (MBC) donde el mismo se basa en intervenir el equipo antes de que se produzca una falla en función del análisis de una variable que se relevante en el estado del equipo. Aparece la metodología del Mantenimiento Basado en el Riesgo (RCM), donde se supone que el fallo del equipo no represente un riesgo mayor, posiblemente sea factible dejar que falle.

Montilla Montaña, C. (2016), señala que a estas metodologías se suma el Mantenimiento Total Productivo (TPM), la misma se basa en que quien está al frente de la maquina/equipo a diario, es decir el operario, es la persona más indicada para resolver de primera mano los “1000 problemas pequeños” que se iban escalando hasta convertirse en una avería grave, y que el personal de mantenimiento se dedique a atender averías mayores.

A partir de los 90, como menciona Montaña Montilla, C. (2016), comienza a lo que se conoce como **Mantenimiento De Cuarta Generación**, donde *“se habla de Ingeniería y Gerencia de Mantenimiento, puesto que se trata de una fuente de beneficios para las empresas, diferente de lo que se pensaba 60 años atrás”*.

Medrano Márquez, J; González Ajuech, V.; Díaz de León Santiago, V. (2017), aluden que a partir de 2005 se estudia la filosofía de la Conservación Industrial (CI), donde los gerentes y diferentes líderes dirigen a sus equipos para obtener buenos resultados, donde los indicadores orientan los logros que se van obteniendo durante su aplicación.

Podemos decir que la administración del mantenimiento evolucionó en el tiempo en busca de eficientizar las actividades para prevenir y predecir las fallas de los equipos de manufactura y así evitar las paradas inesperadas.

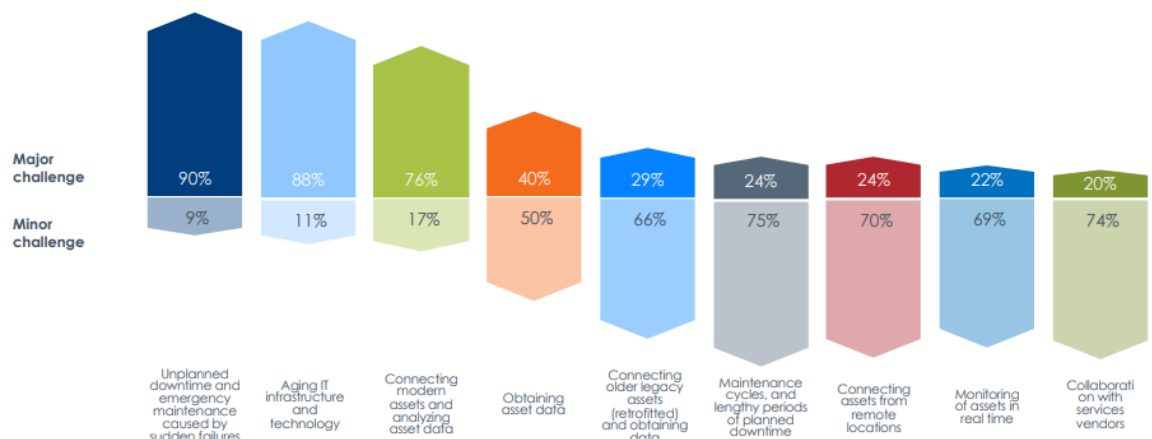
Analizando lo desarrollado, AliFe se encuentra en la necesidad de una transformación en sus métodos de mantenimiento, esta metamorfosis es motivada por varios factores, entre los que se destacan el aumento en la demanda de alimentos frescos y procesados, la necesidad de reducir costos y la imposición de estándares de calidad y seguridad cada vez más estrictos. En la empresa el mantenimiento se caracteriza por un enfoque reactivo, donde las reparaciones se llevan a cabo únicamente tras la ocurrencia de una falla, lo que provoca interrupciones en la producción, pérdidas económicas y, en ocasiones, compromisos en la calidad de los productos. Por tal motivo, surge la necesidad de un cambio hacia un mantenimiento más proactivo y preventivo; esta evolución es facilitada por los avances tecnológicos y la adopción de nuevas estrategias de gestión de mantenimiento.

ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO

Como en otras áreas de la industria la tecnología llega de la mano de la Industria 4.0³, mediante la aplicación de diferentes herramientas digitales que permiten en la interconexión de sistemas físicos, cibernéticos y biológicos. A pesar de esto, en la práctica la decisión de cada una de las empresas se encuentra condicionada por el análisis de costo/beneficio.

En el informe realizado por CXP Group (2018) (Figura N° 4), se destaca que para las empresas europeas, los principales puntos críticos son el downtime no planeado y el mantenimiento de emergencia (90 %), el envejecimiento de la infraestructura y tecnología de IT (88 %), la conexión de activos modernos y el análisis de datos (76 %), la obtención de datos de activos (40 %), la conexión de activos antiguos y la obtención de datos (29 %), los ciclos de mantenimiento (24 %), la conexión de activos a lugares remotos (24 %), el monitoreo de activos en tiempo real (22 %) y la colaboración con proveedores (20 %).

Figura N° 4. ¿Cuáles son los principales puntos débiles en los procesos de mantenimiento existentes de organizaciones Europeas?



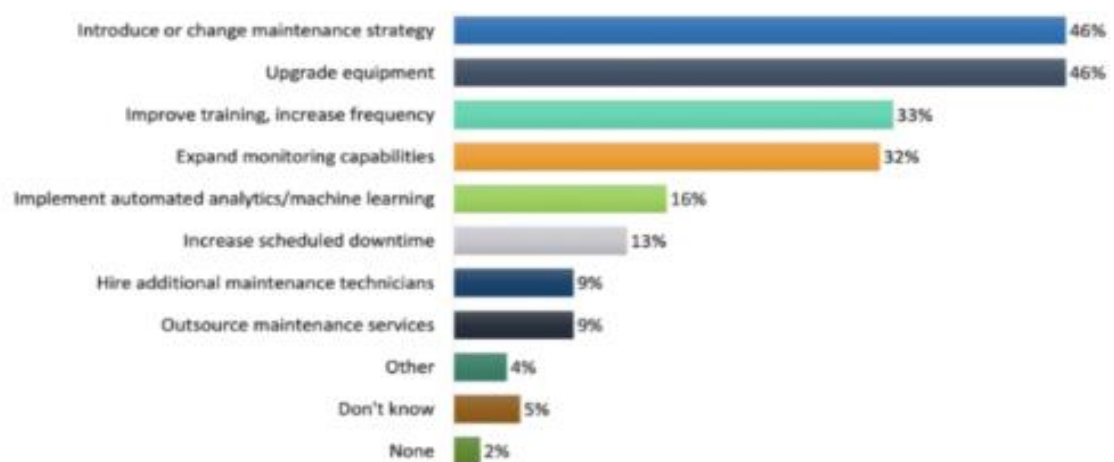
Fuente: CXP Group (2018).

Alineado a lo mencionado anteriormente, en estudio realizado por Advanced Technology (2021) en estados Unidos, arrojó que para disminuir el downtime, el 46 % de las empresas

³ Industria 4.0 describe la organización de los procesos de producción basados en tecnología y dispositivos que se comunican autónomamente entre sí a lo largo de la cadena de valor (European Parliament, 2016). Fuente: Industria 4.0 en MiPymes manufactureras de la Argentina. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45033-industria-40-mipymes-manufactureras-la-argentina>.

pretenden introducir o alterar la estrategia de mantenimiento, el 46 % actualizar equipos, el 33 % mejorar y aumentar la frecuencia de capacitaciones, al 32 % les gustaría expandir sus capacidades de monitoreo y el 16 % pretende automatizar el análisis/downtime de máquinas. Además, el 13 % pretende aumentar el downtime programado, el 9 % contratar más técnicos de mantenimiento y el 9 % subcontratar servicios de mantenimiento, (Figura N° 5).

Figura N° 5. Planes para disminuir los tiempos de inactividad no programados.

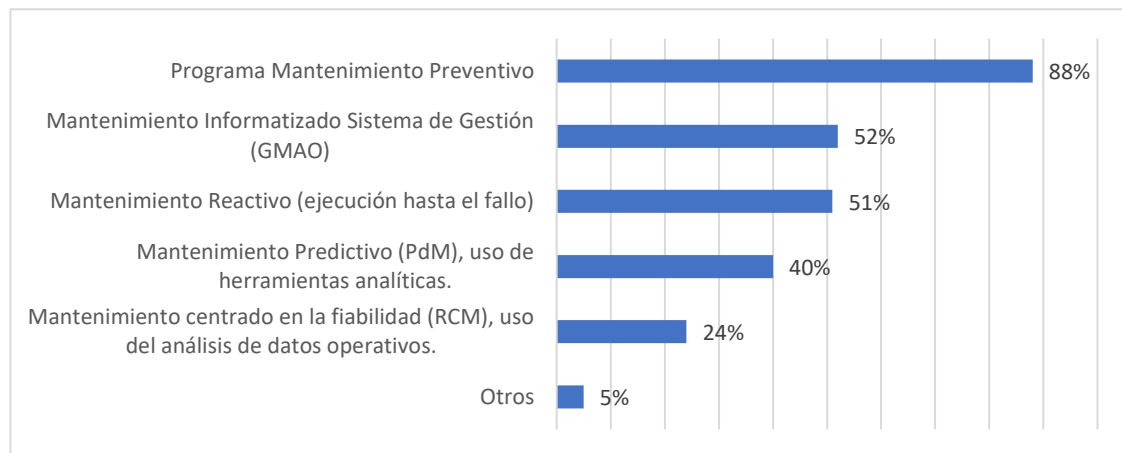


Fuente: Plant Engineering (2020).

Para hacer frente a esta situación, Fraener (2021), menciona que “cada planta utiliza diferentes estrategias para mantener los activos de misión crítica, ya sea mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo y, en algunos casos, incluso funcionamiento hasta el fallo, en función de las necesidades de ese activo en particular y cómo encaja dentro del sistema de producción”.

Lo mencionado por Fraener (2021), queda demostrado en la encuesta realizada por la revista PLant Engineering y Advanced Technology Services (ATS) en marzo de 2021 en Estados Unidos, este estudio de Mantenimiento Industrial fue realizado para evaluar las prácticas y estrategias de mantenimiento actualmente implementadas en instalaciones de fabricación y los efectos del mantenimiento en la productividad y rentabilidad.

Figura N° 6. Estrategias de Mantenimiento Presentes en su Planta.



Fuente: CXP Group (2018).

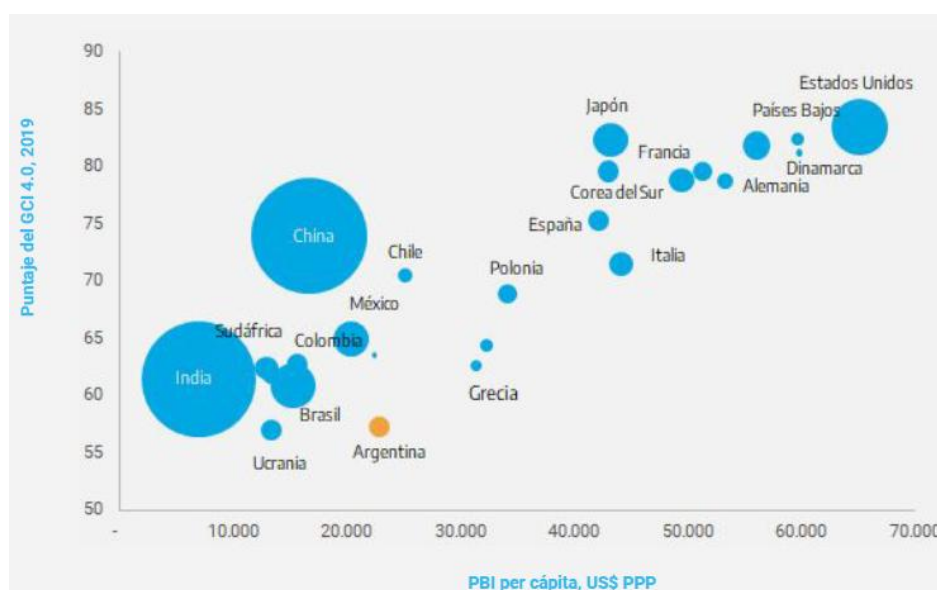
El estudio mostró como resultados importantes que el 88 % de las empresas industriales utilizan el Mantenimiento Preventivo, el 52% utiliza Mantenimiento con Sistema de Gestión Computarizado, el 51 % utilizan el Mantenimiento Reactivo “usar hasta averiar”, el 40 % realizan Mantenimiento Predictivo utilizando herramientas analíticas y el 24 % Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad utilizando el análisis de datos operacionales y un 5% (Figura N° 6).

Por otra parte, los encuestados manifiestan que la combinación de las herramientas informáticas y estrategias de mantenimiento que se utilizan actualmente está ofreciendo numerosas ventajas operativas, por ejemplo, en cuanto a las herramientas de software, el 74% afirma que su GMAO mejora la productividad, y al menos la mitad indica que mejora la eficiencia general, la seguridad, la flexibilidad, la usabilidad, el tiempo de actividad y es rentable en general. En cuanto a la pregunta sobre cómo afectará el Internet Industrial de las Cosas (IoT) a las operaciones de mantenimiento de las plantas, aproximadamente el 60 % mencionó que mejorará la comprensión del estado de las máquinas ayudando en la predicción y prevención de las paradas de máquinas.

En concordancia con lo desarrollado en párrafos anteriores, en Argentina donde al igual que en el resto del mundo las empresas buscan de mejorar su competitividad, las mismas intentan ser parte de esta revolución industrial.

Según el Índice de Competitividad Global 4.0⁴ (World Economic Fórum, 2019) expuesto en el Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0, (2021) que sintetiza los factores que traccionan el aumento de la productividad y el desarrollo en el marco de la Cuarta Revolución Industrial, muestra la clara correlación lineal entre el desempeño de los factores que fundamentan el desarrollo en términos de la industria 4.0 y el ingreso medio Per Cápita de cada país (Figura N° 7).

Figura N° 7. Relación entre el índice de Competitividad Global 4.0 Y PBI Per Cápita.



Fuente: Informe Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0.

El Índice de Competitividad Global 4.0 proporciona una representación del rendimiento de Argentina en cada uno de los pilares que conforman este indicador. Su mayor fortaleza se encuentra en su capital humano, especialmente en lo que respecta al nivel educativo, la calidad de la formación profesional y un conjunto de habilidades tanto generales como digitales que otorgan a los trabajadores capacidades significativas y un alto potencial de desarrollo. El país, por otro lado, enfrenta vulnerabilidades debido a su inestabilidad

⁴ El Índice de Competitividad Global es el resultado de la agregación de 103 indicadores agrupados en “12 pilares”: instituciones, infraestructura, adopción de TIC, estabilidad macroeconómica, salud, habilidades, mercado de productos, mercado laboral, sistema financiero, tamaño de mercado, dinamismo empresarial y capacidad de innovación.

macroeconómica, a un sistema financiero limitado y a las disparidades en cuanto a productividad. Además, muestra deficiencias en el ámbito de la infraestructura de datos. Esto condiciona las posibilidades de avanzar en la incorporación de tecnología industrial, como se muestra en un análisis realizado por BID⁵ - CIPPEC⁶ - UIA⁷ en 2019, que abarcó a 307 empresas de seis sectores industriales. El mismo concluyó que el nivel de implementación de las tecnologías 4.0 en la Industria Argentina sigue siendo bastante limitado, ya que menos del 10% de las empresas encuestadas las emplean, y ni siquiera ese porcentaje lo hace de manera integrada.

Este análisis se alinea con lo expuesto en el artículo "Industria 4.0 en Argentina" por FCEF y N⁸ (2022), sobre una encuesta realizada a 78 ejecutivos de 66 grandes empresas industriales Argentinas de diferentes sectores económicos, por The Boston Consulting Group (BCG) y la Secretaría de la Transformación Productiva del Ministerio de Producción de Argentina, en el año 2017. El objetivo era reconocer el progreso en la implementación de nuevas tecnologías en sus procesos productivos y los desafíos más importantes que encuentran a la hora de ejecutar esta transformación. Como resultados se encontró que solo el 30 % realizaron actividades concretas de implementación de tecnologías, dentro de los tópicos más importantes se destacaron aquellos relacionados con fábricas inteligentes, control de la producción y diseño de fábricas digitales, gestión del desempeño en tiempo real, tableros electrónicos de desempeño y mantenimiento predictivo (el 36 % lo considera a este último muy importante).

Continuando con lo mencionado, en la investigación realizada por Motta, J.; Moreno, H.; Ascúa, R. (2019), sobre "Industria 4.0 en MiPymes manufactureras de la Argentina" cuyo objetivo fue indagar exploratoriamente sobre las motivaciones, beneficios y obstáculos a la introducción de tecnologías 4.0 en MiPymes de este país. El estudio se llevó adelante en diferentes empresas de las provincias de Santa Fe y Córdoba, obteniéndose como resultado que muchas de ellas aplican diferentes herramientas de IoT para realizar actividades de mantenimiento, y su aplicación se encuentra en diferente grado de avance en parte por las específicas necesidades estratégicas de competencia de cada empresa (en la mayoría de los casos estudiados la resolución de algún problema), y en otra parte a que determinados obstáculos limitan su aplicación como: desconocimiento de las

⁵ BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

⁶ CIPPEC: Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento.

⁷ UIA: Unión Industrial Argentina.

⁸ FCEF y N: Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Ciudad de Córdoba, Argentina.

tecnologías, falta de personal capacitado, resistencia al cambio, problemas de inversión, desconocimiento de los beneficios, escasa infraestructura para el uso de las tecnologías. Acorde a lo descrito anteriormente, en el documento de CEPAL⁹ realizado por Erbes, A.; Gutman, G.; Lavarello, P.; Robert, V. (2019), sobre “Industria 4.0: desafío y oportunidades para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe” indican que la principales tecnologías que se están aplicando dentro del dominio físico son las relacionadas al Internet de la Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), y orientadas a eficientizar los procesos productivos y el mantenimiento de los activos de la empresa. A partir de los diferentes estudios de caso de empresas del sector industrial de Santa Fe, observaron que el pasaje a este tipo de herramientas no debería generar mayores inconvenientes, ya que son empresas con grado de tecnificación avanzado, por lo que solo deberán determinar los beneficios que justifiquen la inversión. A pesar de esto, detectaron en el análisis ciertas limitaciones financieras de las empresas para adoptar estas tecnologías, coincidiendo con el estudio anterior.

Como se puede observar en las diferentes investigaciones realizadas, el panorama del mantenimiento industrial es similar en los países del primer mundo como en la región y en Argentina, las empresas cuentan con diferentes grados de implementación de herramientas tecnológicas en cuanto al mantenimiento de los equipos.

La evolución tecnológica presenta importantes oportunidades para la aplicación de las herramientas de la Industria 4.0 en AliFe, como, por ejemplo:

- Permite analizar datos y prevenir y/o predecir posibles fallas en los equipos, ya que estos poseen conexiones a sensores para monitorear variables como temperatura, vibración, presión y humedad en tiempo real;
- Mediante la utilización de software especializado de mantenimiento mejora la gestión de la información, por medio de la digitalización de los registros mediante una base de datos centralizada con toda la información relevante de los equipos, incluyendo historial de mantenimiento, la planificación de actividades, los repuestos utilizados y proveedores,

⁹ CEPAL es una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas y su sede está en Santiago de Chile. Se fundó para contribuir al desarrollo económico de América Latina, coordinar las acciones encaminadas a su promoción y reforzar las relaciones económicas de los países entre sí y con las demás naciones del mundo. Posteriormente, su labor se amplió a los países del Caribe y se incorporó el objetivo de promover el desarrollo social. Fuente: CEPAL. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/acerca>.

- La implementación de realidad aumentada puede utilizarse para proporcionar instrucciones a los operarios durante las tareas de mantenimiento y reparación.
- La automatización de procesos a través del empleo de robots colaborativos para llevar a cabo tareas repetitivas y de riesgo, permitiendo que los técnicos concentren sus esfuerzos en actividades que aporten un mayor valor añadido.

Sin embargo, la implementación de la Industria 4.0 en el mantenimiento de plantas de embutidos presenta algunos desafíos, como la inversión inicial en tecnología, la necesidad de capacitar al personal y la integración de los diferentes sistemas, como se mencionó anteriormente.

OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento industrial tiene como objetivo principal *maximizar la disponibilidad y la eficiencia de los equipos industriales*, prolongando su vida útil y minimizando las paradas no programadas.

Kobbacy, K. (2008), describe el objetivo clave del mantenimiento como: *“la optimización total del ciclo de vida del activo, lo que significa maximizar la disponibilidad y la confiabilidad de los activos y equipos para producir la cantidad deseada de productos, con las especificaciones de calidad requeridas, de manera oportuna. Obviamente, este objetivo debe alcanzarse de manera rentable y de conformidad con la regulación ambiental y de seguridad”*.

Para lograr este objetivo general de mantenimiento, Montilla Montaña, C. (2016) menciona que se deben cumplir los siguientes objetivos específicos:

- *Minimizar las fallas funcionales (paradas imprevistas) de los equipos, y los costos asociados a ellas*; ya que estas fallas tendrán incidencia directa en la tasa de producción para que la fueron diseñados los equipos.
- *Asegurar unos costos operativos razonables de los equipos, y procurar mejoras de ellos*; esto se puede lograr desde mantenimiento asesorando a los operarios sobre buenas prácticas de manufactura (sobre la correcta operatividad de los equipos), haciendo un seguimiento sobre los desvíos en los consumibles, fijando con producción estándares de rendimiento para las partes de recambio y analizando.
- *Maximizar la inversión en planta y equipos, asegurando el cumplimiento de mínimo su vida útil esperada*; es decir, tener una buena Política de Mantenimiento para garantizar que la maquina/equipo complete su vida útil de “n” años operando a una tasa de producción normal.

- *Asegurar que los equipos operen de manera segura para los usuarios y para el medio ambiente; es decir que además de garantizar la operatividad de los equipos, esto debe ser de manera segura para los usuarios y evitando arrojar efluentes que sobrepasen los límites permitidos por las autoridades ambientales, en cuyo caso se generan multas y sanciones para la empresa.*

Como se viene desarrollando en párrafos anteriores, se puede entender que el mantenimiento es una disciplina fundamental para garantizar la continuidad operativa de las plantas industriales, mejorar la calidad de los productos y reducir los costos de producción.

En el caso de AlliFe, tener definidos los objetivos de mantenimiento juega un papel fundamental para:

- Garantizar la calidad del producto final asegurando que los equipos funcionen correctamente para producir de acuerdo a los estándares establecidos,
- Lograr la seguridad alimentaria al asegurar que las instalaciones y equipos cumplan con las regulaciones sanitarias y de seguridad alimentaria,
- Maximizar la disponibilidad de los equipos al reducir al mínimo los tiempos de parada no programados para mantener los procesos productivos en funcionamiento,
- Establecer que estrategia de mantenimiento es la más adecuada para asegurar la disponibilidad de los equipos de acuerdo a los requerimientos de producción.

ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

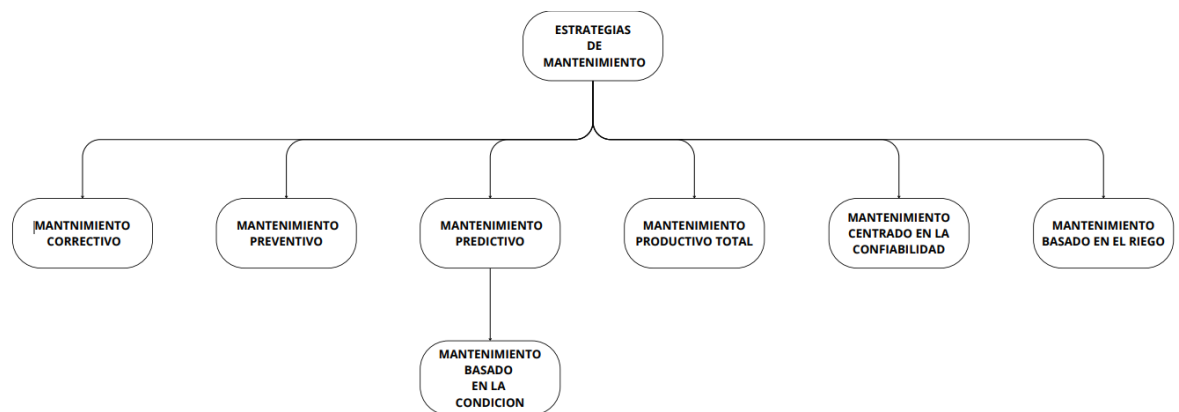
De acuerdo con la literatura, varios autores coinciden en que las estrategias de mantenimiento son planes integrales diseñados para optimizar el funcionamiento de equipos y sistemas, minimizando el tiempo de paradas de máquina, reduciendo costos y asegurando una mayor vida útil de los activos. A su vez mencionan que su elección depende de los resultados que se pretenden lograr de acuerdo a los objetivos propuestos por cada organización. En la mayoría de las ocasiones suelen utilizarse estrategias mixtas de mantenimiento adecuada a la realidad de cada empresa pues no todos los equipos trabajan de la misma manera ni tienen la misma importancia.

Pintelon, L., Sirivas Kumar, P. and Vereecke, A. (2006), la definen como *"... un patrón coherente, unificador e integrador de decisiones en diferentes elementos de estrategia de mantenimiento en congruencia con estrategias de manufactura, estrategias a nivel*

corporativo y de negocios; determina y revela el propósito organizacional; define la naturaleza de las contribuciones económicas y no económicas que pretende hacer a la organización en su conjunto".

De acuerdo a lo mencionado se puede realizar una división de la estrategia por la forma en la que se desarrollan las mismas, ver Figura N° 8:

Figura N° 8. Estrategias de Mantenimiento.



Fuente: Propia.

- **Mantenimiento Correctivo:** ocurre cuando se interviene un equipo una vez que ha ocurrido una falla funcional o que se hace evidente que va a ocurrir una avería mayor (falla potencial). Puede ser de *emergencia* (ocurre una *falla funcional* de manera inesperada dentro de la jornada de producción de la empresa), o *programado* (se da cuando se encuentra una *falla potencial*, pero que permite finalizar la jornada laboral y luego comenzar las tareas de reparación). Presenta como principales ventajas: costo inicial bajo, enfoque en problemas reales. Sus desventajas son: tiempo de inactividad de los equipos, costos ocultos, riesgo de daños mayores.
- **Mantenimiento Preventivo:** tiene como finalidad prevenir la falla del equipo, se compone de tareas básicas como observar, inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, reparar, etc., delimitadas en el tiempo por frecuencias predeterminadas asociadas a cada ciclo productivo particular de cada equipo. Sus ventajas son: reduce la probabilidad de fallas inesperadas, gastos excesivos en repuestos, aumenta la vida útil de los repuestos, mejora la disponibilidad de los equipos. Sus desventajas son: puede generar sobre mantenimiento, no siempre detecta fallas incipientes.

- *Mantenimiento Predictivo:* este tiene como objetivo intentar predecir las ocurrencias de fallas en los equipos, basándose en el análisis de diferentes variables que se pueden medir a través de equipos de control específicos para cada variable. Con este análisis y los correspondientes límites admisibles se pueden programar las acciones de mantenimiento a realizar. Ofrece las siguientes ventajas: maximiza la disponibilidad de los equipos, reduce costos de mantenimiento. Sus desventajas: requiere inversión en tecnología y personal capacitado para la utilización de los equipos de medición.
- *Mantenimiento Basado en la Condición:* es una estrategia proactiva de gestión de activos que se centra en monitorear el estado real de un equipo o sistema para determinar cuándo es necesario realizar el mantenimiento, en lugar de seguir un calendario preestablecido. El monitoreo se realiza a través de diferentes tecnologías como sensores, softwares de análisis, inteligencia artificial, Internet de las cosas, etc. Como ventajas se destaca una mayor precisión en la planificación, optimización de los inventarios, disminución de costos y aumento de la vida útil de los equipos. Sus desventajas son alta inversión en software y capacitación del personal, dependencia de la tecnología y dificultad para aplicar hardware en equipos antiguos.
- *Mantenimiento Productivo Total:* es la aplicación de toda una filosofía empresarial y personal, que busca maximizar la productividad en los procesos productivos. Aquí el operario del equipo es quien realiza el mantenimiento preventivo de la unidad que opera, para tal caso se debe capacitar al personal mencionado. En caso de que la actividad requiera de una intervención mayor, se da aviso al sector de mantenimiento para que intervenga. Como ventajas presenta: mejora de la eficiencia al reducir al reducir las paradas inesperadas, reducción de costos al minimizar los daños, mejora la seguridad al involucrar a los operarios en el mantenimiento. Como desventajas se observa: implementación compleja ya que requiere de un profundo cambio cultural.
- *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad:* corresponde a una filosofía de gestión que prioriza la confiabilidad del subsistema por encima de los equipos individuales, analizando las posibles fallas de sus activos y sus efectos. Se determina cual de estos activos son críticos, y aplicando una metodología de Análisis de Modo y Efecto de Falla

(AMEF)¹⁰ se determina posteriormente el plan de mantenimiento para dicho subsistema. Sus principales ventajas son: optimiza el mantenimiento, reduce costos y riesgos. Como desventaja requiere un análisis detallado de cada equipo.

- *Mantenimiento Basado en el Riesgo:* en esta estrategia se direccionan los recursos de mantenimiento hacia los equipos que un análisis probabilidad-riesgo determine que son los más riesgosos. Esta es muy utilizada en las industrias de alta peligrosidad, como la petroquímica, nuclear, biológica etc. Se prioriza las tareas de mantenimiento en función del riesgo que representa la falla de un equipo o sistema para la operación general. Como ventajas tiene, que optimiza los recursos al centrarse en los activos críticos, disminuye los riesgos en estos equipos y se toman decisiones basadas en datos. Como desventajas: se requiere conocimientos específicos para evaluar los riesgos, la evaluación de las consecuencias está condicionada por la subjetividad de las personas, y su efectividad depende del historial de fallos de los equipos.

Para Viveros, P., Stegmaier, R., Kristianpoller, F., Barbera, L., & Crespo, R. (2013), aluden que mediante el análisis de los resultados logrados en la ejecución del mantenimiento se puede ajustar la estrategia de mantenimiento justificadamente, de manera tal de ajustar continuamente la planificación del mantenimiento para garantizar la disponibilidad de los equipos.

Por su parte Crespo Márquez, A. y Gupta, J. N. (2006), indican que las estrategias de mantenimiento son la forma para transformar las prioridades comerciales en las prioridades de mantenimiento.

Los autores Viveros, P., Stegmaier, R., Kristianpoller, F., Barbera, L., & Crespo, R. (2013), coinciden con lo expuesto y mencionan que establecida la estrategia de mantenimiento y los correspondientes objetivos se obtendrá el plan de mantenimiento que se desarrollará.

AliFe, actualmente presenta una estrategia correctiva, donde en algunos casos interviene en los equipos cuando estos fallan y otros se realizan intervenciones programadas, cuando

¹⁰ AMEF: es el acrónimo de Failure Mode and Effects Analysis, consiste en un proceso en el que se identifican y registran todos los posibles fallos de los equipos para predecir su correspondiente impacto en la productividad en su conjunto. Desarrolla un plan de acción desde la base observando qué componentes son más susceptibles de sufrir averías. El AMEF es una parte fundamental de las estrategias eficaces de mantenimiento preventivo y predictivo. Fuente: emaint. Disponible en: <https://www.emaint.com/es/blog-what-is-fmea-failure-mode-and-effects>.

detectan alguna anomalía en el funcionamiento de un equipo cuyo diagnóstico posterior posibilita que el equipo permanezca en producción hasta finalizar la jornada. Esta estrategia le está provocando a la empresa las siguientes desventajas:

- Interrupciones en la producción: las fallas causan paradas no programadas, lo que afecta la eficiencia y la productividad de la empresa,
- Pérdida de producto: en algunos casos, se pierde producto en proceso por no cumplir con las condiciones de calidad requeridas debido a la falla del equipo,
- Deterioro de otros equipos: una falla que no es atendida en tiempo y forma puede desencadenar otras, causando un efecto dominó,
- Mayor desgaste de los equipos: las reparaciones constantes pueden acelerar el desgaste de los equipos,
- Riesgo para la seguridad: Las reparaciones realizadas bajo presión pueden aumentar el riesgo de accidentes,
- Mayores gastos de mantenimiento: por cambios de repuestos con mayor frecuencia, lo que también incrementa los costos de stocks de repuestos.

PLAN DE MANTENIMIENTO

DEFINICION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Continuando con lo expuesto en párrafos anteriores, se puede decir que una vez establecida la estrategia de mantenimiento en función de los objetivos preestablecidos el paso siguiente es definir el plan de mantenimiento.

García Garrido, S. (2003), define el plan de mantenimiento como *“un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar en una planta para asegurar los niveles de disponibilidad que se hayan establecido. Es un documento vivo, pues sufre de continuas modificaciones, fruto del análisis de las incidencias que se van produciendo en la planta”*.

González Fernández, F. (2005), indica que la planificación debe ser a largo plazo, con base anual, acorde a la programación de la producción y debe contemplar los recursos humanos necesarios, como los materiales, los suministros y los servicios externos.

Luego esta planificación se debe desglosar a periodos mensuales y debe incluir los programas de lanzamiento de rutas de actividades con sus órdenes detalladas y, finalmente se programa la ejecución del mantenimiento de manera semanal y diaria Cabello, J. (2002).

Adicionalmente a lo desarrollado García Garrido, S. (2003), resalta que, para gestionar adecuadamente las órdenes de trabajo, es necesaria la priorización de las tareas que se generan. Esta definición de prioridades es importante para cumplir con los objetivos de mantenimiento propuestos.

De acuerdo a lo señalado por Montilla Montaña, C. (2016), estas tareas deberán ejecutarse en un tiempo preestablecido y se emiten al personal correspondiente, con el fin de racionalizar los recursos.

Es función de lo descrito, se puede decir que un plan de mantenimiento industrial es un conjunto de tareas diseñadas para optimizar el funcionamiento de los equipos y maquinaria en un entorno industrial. Este plan detalla las tareas de mantenimiento necesarias, su frecuencia, y los recursos requeridos para garantizar la máxima disponibilidad y rendimiento de los activos.

IMPORTANCIA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Esta iniciativa representa una inversión estratégica que aporta numerosos beneficios a cualquier organización, al llevar a cabo un plan de mantenimiento eficiente, las empresas tienen la capacidad de reducir gastos, incrementar la productividad, cumplimentar con normas legales vigentes y garantizar la seguridad al personal en sus operaciones.

Dentro de los aspectos mencionados Villada Duque, F. (1998), expone que la rentabilidad no alcanzará su máximo potencial si se ignora la función de mantenimiento. Desde esta perspectiva, es fundamental supervisar aspectos como: las reparaciones urgentes, el tiempo de inactividad de la producción que afecta al mantenimiento, las modificaciones realizadas en los equipos, el desperdicio de materiales de producción atribuible al mantenimiento, los insumos empleados en las reparaciones, la mano de obra dedicada al mantenimiento y la depreciación de los equipos y las instalaciones.

Otro de los puntos por los que toma importancia el plan de mantenimiento, es que en muchos países las empresas alimenticias deben cumplir con ciertas normas legales, en el caso de Argentina se debe cumplir con el *Código Alimentario Argentino (CAA)*¹¹, que regula la elaboración de alimentos para garantizar la salud pública y la integridad en las

¹¹ Código Alimentario Argentino: es un reglamento técnico en permanente actualización que establece las normas que deben cumplir las personas físicas o jurídicas, los establecimientos, y los productos que en ellos se producen, elaboran y comercializan. Fuente: Argentina.gob.ar. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/anmat/regulados/alimentos/portafolio-educativo-control-de-la-inocuidad-de-los-alimentos/codigo>

transacciones comerciales. Este código consta de 21 capítulos que abarcan aspectos como condiciones de fábricas y comercios de alimentos, conservación, utensilios, rotulación, y especificaciones de alimentos y bebidas. Es importante que los equipos utilizados cumplan con los estándares de material, uso y mantenimiento según lo establecido en el Capítulo IV del código mencionado.

En lo que respecta a la seguridad de los operadores Olarte, W., Botero, A. y Cañón, B. (2010), subrayan que cuando se lleva a cabo una adecuada planificación, una de las principales ventajas es la disminución de los riesgos de accidentes laborales provocados por el deterioro de las máquinas o sus partes. Además, hacen énfasis en los inconvenientes que surgen debido a la ausencia de un mantenimiento programado.

La importancia de la aplicación de un plan de mantenimiento para AliFe radica en los siguientes puntos:

- Seguridad alimentaria: garantiza la inocuidad de los productos, al asegurar que los equipos se encuentren en las condiciones óptimas de funcionamiento, mediante los controles periódicos que se realizan a los mismos,
- Calidad del producto: asegura la consistencia y calidad de los productos, al elaborar procedimientos detallados para cada tarea de mantenimiento, incluyendo los pasos a seguir, herramientas y equipos necesarios, y precauciones de seguridad para tener a los equipos siempre en las condiciones óptimas de funcionamiento,
- Continuidad operativa: minimiza las paradas no programadas y aumenta la productividad, a través de la planificación de inspecciones, limpieza, lubricación y ajustes y/o reemplazo de repuestos periódicos para evitar fallas,
- Reducción de costos: optimiza el uso de recursos y prolonga la vida útil de los equipos, al establecer un calendario de mantenimiento donde se definen las tareas de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo para cada equipo, considerando su criticidad y frecuencia recomendada como así también la asignación de recursos necesarios,
- Cumplimiento normativo: asegura el cumplimiento de las regulaciones sanitarias y de seguridad.

ETAPAS DE IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Como se viene desarrollando en los apartados anteriores el plan de mantenimiento es muy importante para la empresa, ya que este constituye un conjunto integral de directrices orientadas a preservar los equipos, la maquinaria y otros activos físicos en condiciones óptimas de operación. Este documento detalla las acciones proactivas que deben implementarse para asegurar que todos los sistemas operativos funcionen de manera continua y eficiente.

Generalmente, los planes de mantenimiento abarcan procedimientos específicos para el mantenimiento en función de la estrategia seleccionada, para la realización de pruebas e inspecciones, e incluso para la gestión de situaciones de emergencia. En relación con las etapas para la ejecución de los planes de mantenimiento, se puede afirmar que no hay un enfoque universal.

En la extensa bibliografía revisada, se identifican elementos comunes que diversas organizaciones aplican, los cuales servir como referencia y se describirán a continuación.

1. Etapa N° 1: Análisis de la situación actual. Definición de los objetivos, las estrategias de mantenimiento y responsabilidades.

Esta evaluación o diagnóstico de la situación actual debe considerar todos aquellos aspectos relacionados con el mantenimiento de equipos de los cuales se disponga información, para conocer la situación actual de cada uno de ellos. Luego, en base a los objetivos corporativos del negocio, se deben establecer los objetivos de mantenimiento, para conseguir alinear todas las actividades de mantenimiento con la estrategia definida a nivel directivo, táctico y operativo. Una vez que se han transformado las prioridades del negocio en prioridades de mantenimiento, se procederá a la elaboración de la estrategia, de acuerdo con los objetivos. Posteriormente se debe definir las responsabilidades del personal implicado a nivel operacional y gerencial.

2. Etapa N° 2: Jerarquización de los equipos.

Definida la estrategia, los objetivos y las responsabilidades, lo siguientes es jerarquizar los equipos, mediante el análisis de criticidad. Este estudio constituye un conjunto de metodologías que posibilitan establecer la jerarquía o las prioridades de un proceso, sistema, equipo y/o, en función del parámetro de valor denominado “Criticidad”, el cual guarda una relación proporcional con el “Riesgo”. Este enfoque genera una estructura que favorece la toma de decisiones precisas y efectivas, orientando los esfuerzos y recursos técnico-económicos hacia áreas y eventos que poseen un mayor impacto en la

organización. Existen diversas metodologías cualitativas, cuantitativas y cuantitativa-cualitativas que proporcionan un marco sistemático para clasificar un activo en las categorías de crítico (C), semi crítico (SC) o no crítico (NC).

En general, existen diversos métodos de jerarquización o identificación de criticidades, en donde la mayoría de ellos evalúan, cualitativa y/o cuantitativamente, el comportamiento de las fallas y sus consecuencias, con el fin de brindar un orden de importancia para el mantenimiento a los diferentes equipos.

3. *Etapa N°3: Análisis de equipos de alto impacto.*

Una vez que se han clasificado los activos físicos de la planta según su nivel de criticidad, es necesario llevar a cabo una inspección técnica y visual minuciosa de los equipos considerados críticos. Los equipos semi críticos serán sometidos a una inspección menos rigurosa, mientras que los equipos no críticos no requerirán inspección a menos que su eventual fallo pueda afectar de manera significativa al sistema. La evaluación previa de los equipos críticos y semi críticos ofrece información valiosa para identificar las necesidades de mantenimiento.

4. *Etapa N° 4: Diseño de los planes de mantenimiento para cada equipo.*

Para realizar el diseño de los planes de mantenimiento, se comenzará por la recopilación de información sobre los equipos que se van a analizar, se identifican las diversas funciones del equipo en su entorno operativo. A continuación, se evalúan las posibles fallas asociadas a cada función. Posteriormente, se identifican los modos de falla, que son los eventos que preceden a la falla misma. Finalmente, si es necesario, se procederá a analizar las causas raíz de las fallas que lo requieran, con toda esta información, se lleva a cabo una evaluación de las repercusiones de cada falla.

En la fase de decisión, se establecen acciones preventivas que sean tanto técnicamente viables como económicamente sostenibles para mitigar las consecuencias de los modos de falla. Para cada modo de falla o causa raíz, se define la tarea de mantenimiento a realizar, la frecuencia de su ejecución, la persona responsable de llevarla a cabo y el nuevo riesgo que podría surgir al implementar el plan de mantenimiento.

En caso de no contar con datos históricos o en equipos nuevos se puede acudir al manual del equipo brindado por el fabricante para el diseño del plan de mantenimiento.

5. *Etapa N° 5: Planificación del mantenimiento y asignación de los recursos.*

En esta fase, es fundamental llevar a cabo una planificación exhaustiva de todas las actividades de mantenimiento, teniendo en cuenta las demandas de producción en el marco temporal y el coste de oportunidad que esto representa para la empresa durante la realización de las tareas. La planificación de las actividades de mantenimiento busca maximizar la eficiencia en la distribución de recursos, tanto humanos como materiales, y reducir al mínimo el efecto en la producción. En esta etapa se definirán las diferentes actividades, su frecuencia y el tiempo de cada una de ellas, como así también los recursos necesarios para su implementación. Estas actividades son las que conformaran los planes de mantenimiento de cada uno de los equipos.

6. *Etapa N° 6. Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento.*

La implementación de las actividades de mantenimiento, una vez que han sido diseñadas, planificadas y programadas según lo expuesto en secciones anteriores, debe ser objeto de evaluación y control de desviaciones con el fin de perseguir de manera continua los objetivos empresariales. Por tal motivo, los datos que se analicen deben ser lo más confiables posible, por lo tanto, el diseño de la hoja o la orden de trabajo de mantenimiento debe ser tal que los operarios y supervisores la consideren sencilla y estándar. Luego con el análisis de estos datos permitirá la retroalimentación de información necesaria para realizar los ajustes pertinentes en el diseño de los planes para satisfacer los objetivos planteados con anterioridad.

En función de lo expuesto y para contextualizar, AliFe no se encuentra trabajando bajo un plan de mantenimiento explícito, ya que el área se desempeña de manera reactiva, donde solo se desarrollan actividades rutinarias de lubricación y limpieza general en algunos equipos productivos. Es decir, que no se tiene de manera explícita la jerarquización de los equipos de acuerdo a su criticidad, con el correspondiente diseño y planificación de mantenimientos rutinario, por consiguiente, tampoco se tiene establecida la asignación de recurso para tales fines.

GESTION DE MANTENIMIENTO ASISTIDA POR SISTEMA INFORMATICO

El mantenimiento juega un papel crucial, ya que su contribución es esencial para la productividad general de la organización. Por tal motivo, las industrias demandan la implementación de procedimientos de gestión global que se integren con sistemas de

información, con el objetivo de administrar y aprovechar la información de todas las áreas, garantizando así un adecuado funcionamiento de los procesos.

Para satisfacer estas necesidades, se propone el desarrollo de sistemas de detección de fallas, sistemas de diagnóstico y sistemas de apoyo a la toma de decisiones. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) pueden desempeñar un papel crucial en la consecución de la eficiencia y la eficacia en el mantenimiento, siempre que se utilicen de manera adecuada y pertinente, como indica Kans, M. (2008).

En este contexto, como se expresó en el apartado del **Estado Actual del Mantenimiento**, las herramientas de la Industria 4.0 como los Sistemas Computarizados para la Gestión del Mantenimiento (CMMS) emergen como el complemento perfecto para la administración del mantenimiento.

Es fundamental considerar, como señala González Fernández, F. (2005), que estos sistemas de apoyo no están destinados a estructurar el departamento de mantenimiento, labor que corresponde a cada organización. En cambio, se presentan como herramientas informáticas que facilitan la gestión eficiente del mantenimiento de los activos; este aspecto es crucial para determinar el éxito o el fracaso en la implementación de este tipo de tecnologías.

En cuanto a AliFe, actualmente no cuenta con la aplicación de un sistema computarizado para la gestión del mantenimiento, donde se centralice la información y esto permita su análisis y posterior gestión. En lo que respecta a información documental como manuales, información de repuestos, historial de los diferentes equipos, detalles sobre los trabajos y/o reacciones realizadas a cada equipo, se encuentran distribuidos entre los diferentes talleres que forman parte de la empresa que atienden determinados equipos e instalaciones de producción. Las actividades de mantenimiento y reparaciones o mejoras que se realizan solo quedan registradas en los correos electrónicos que se envían cuando se informa la disponibilidad de un equipo posterior a su reparación. Las solicitudes de trabajos provenientes de producción se informan mediante correo, llamados telefónicos o personalmente lo que dificulta su seguimiento y los posteriores análisis. Cuando se dan estas últimas dos formas de solicitud, que son las que más ocurrencia presentan en la empresa, generan inconvenientes ya que no quedan registros, la información en ocasiones es poco clara, dificulta el seguimiento de lo solicitado, presentan problemas para hacer un análisis de cómo se gestionan los pedidos, etc.

QUE ES UN SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO

Los primeros sistemas de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) surgieron en la década de 1980 y su uso se generalizó en los años 90. Estos sistemas ofrecieron una alternativa a los registros manuales de mantenimiento, facilitando la gestión de órdenes de trabajo, la planificación del mantenimiento y el almacenamiento histórico de datos. Durante la década de 1990, los CMMS comenzaron a integrar la capacidad de compartir información a través de redes locales.

Con la llegada de la década de 2000, impulsados por la conectividad web, las funcionalidades de los CMMS se ampliaron significativamente, y su desarrollo y optimización se intensificaron, dando lugar a la generación actual de CMMS basados en la nube. Estos sistemas modernos destacan por su movilidad, la explotación de datos con enfoque predictivo y mejoras en la seguridad de la información. El avance tecnológico ha sido fundamental para que estas herramientas se conviertan en elementos esenciales en cualquier organización, contribuyendo a la optimización y reducción de costos en el área de mantenimiento.

Un CMMS por sus siglas en inglés, es un software que permite centralizar todos los datos referentes a los activos de una organización y todas las operaciones de mantenimiento relacionadas (Eurofins, 2024).

Un sistema de gestión de mantenimiento computarizado, representa una solución integral para la administración de la información relacionada con el mantenimiento, estos sistemas pueden variar desde configuraciones simples, como una hoja de cálculo en Excel creada específicamente para este propósito, hasta aplicaciones desarrolladas en Visual Basic que utilizan bases de datos Access, e incluso sistemas complejos integrados en software corporativos, Montilla Montaña, C. (2016).

Desde Fractal (s. f.), exponen que un CMMS es una herramienta tecnológica digital que gestiona una base de datos sobre todas las actividades de mantenimiento de una empresa u organización, esta facilita la administración de activos, el control del inventario de repuestos y herramientas, la gestión de mano de obra, proveedores y contratistas, así como la tramitación de solicitudes, el manejo de garantías y documentación, la gestión de tareas y órdenes de trabajo, y el análisis de datos mediante informes de gestión e indicadores para la toma de decisiones. Un CMMS funciona como un archivo centralizado de todos los registros relacionados con los activos de la organización, estos registros exhaustivos ofrecen información valiosa que puede ser utilizada para optimizar la gestión de las actividades de mantenimiento de los activos físicos.

En la actualidad, existen dos categorías principales de CMMS, por un lado, están los CMMS On-premise, que requieren instalación en equipos locales. Por otro lado, los CMMS más recientes y avanzados operan completamente en la nube, ofreciendo el modelo de software como servicio (SaaS) y cuentan con soluciones adaptadas para dispositivos móviles. La diferencia entre ambos radica en que los CMMS On-premise al instalarse en computadoras individuales, limita su uso en movimiento, en cambio los CMMS en la nube (SaaS), ofrecen numerosos beneficios, como una implementación ágil, actualizaciones sencillas y una mayor seguridad de los datos. Si bien en el mercado existen numerosas ofertas, el funcionamiento de los mismos es similar y se describirá a continuación.

FUNCIONALIDADES DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO (CMMS)

La totalidad de la información del CMMS se encuentra concentrada en la base de datos o inventario de activos de la entidad. Este inventario, o registro de activos, constituye el núcleo fundamental alrededor del cual se organiza toda la estructura del sistema. A partir de este inventario de activos, se sustentan las demás funcionalidades del sistema, las cuales facilitan la digitalización, organización y optimización del mantenimiento de equipos, instalaciones y activos en general de la entidad.

De acuerdo a lo mencionado Montilla Montaña, C. (2016), señala que un CMMS debe ser capaz de procesar información referente a:

- Gestión de activos,
- Creación de un plan de Mantenimiento,
- Gestión de las Ordenes de Trabajo,
- Planeación y programación de recursos (físicos, humanos, información, etc.),
- Elaboración de indicadores de gestión,
- Gestión de costos (presupuesto),
- Elaboración de informes gerenciales.

Como indican en Fractal (s.f.), estas avanzadas plataforma integran diversas funcionalidades en un solo ecosistema, facilitando que tanto el personal de mantenimiento como los recursos de la organización funcionen con la máxima eficiencia. Al simplificar procesos complejos y ofrecer análisis de datos significativos, un CMMS no solo reduce el tiempo de inactividad y los costos operativos, sino que también se establece como el núcleo de la gestión del mantenimiento, con la capacidad de generar un elevado retorno de inversión (ROI).

Aunque no todos los CMMS son idénticos, ya que algunos sistemas presentan características más avanzadas que otros, en términos generales, todos suelen incluir las siguientes funcionalidades:

1. **Gestión de activos:** el software debe admitir el suministro de los datos pertinentes de los equipos y maquinarias:
 - a. *Documentación exhaustiva de los activos de la organización:* se debe poder registrar en el sistema de gestión de mantenimiento toda la información relevante sobre tus activos, incluyendo datos técnicos, planes de mantenimiento, piezas de repuesto, información del proveedor, imágenes, planos, diagramas, videos, ubicación, garantías, entre otros.
 - b. *Estructura de localizaciones, equipos principales y equipos secundarios:* la estructura de localizaciones permite visualizar los equipos principales y secundarios dentro del árbol, ofreciendo una visión integral de todos los activos de la organización y sus respectivas ubicaciones.
 - c. *Planes y cronogramas de mantenimiento:* los planes o rutinas de mantenimiento contienen la información sobre las actividades de mantenimiento que deben llevarse a cabo en los equipos y ubicaciones, así como la periodicidad de cada actividad. Los cronogramas de mantenimiento presentan de manera gráfica la programación de las labores de mantenimiento, indicando las fechas en las que deben ejecutarse. Cada vez que el usuario actualiza la base de datos sobre un trabajo de mantenimiento realizado, esta reprogramará automáticamente la próxima fecha en que debe repetirse la actividad, ajustando los cronogramas de mantenimiento de manera eficiente.
2. **Ordenes de trabajo y actividades:** el sistema deberá permitir gestionar las ordenes de trabajo para los diferentes equipos y sistema de la organización, es decir, debe permitir:
 - a. *Generar de Órdenes de Trabajo:* esta etapa inicial implica la definición de las tareas, la asignación de recursos y la programación de las actividades correspondientes. Este módulo facilita la incorporación de procedimientos de mantenimiento y la designación de los técnicos encargados de su ejecución;

- b. *Asignación de Tareas:* permite la distribución de tareas específicas a empleados o equipos, frecuentemente con la opción de asignar según competencias o certificaciones;
- c. *Priorización:* las tareas pueden ser clasificadas por orden de importancia para asegurar que los problemas más críticos sean atendidos primero;
- d. *Estado y Seguimiento:* ofrece la capacidad de supervisar el estado de una orden de trabajo en tiempo real, desde su inicio hasta su conclusión;
- e. *Historial y Documentación:* cada orden de trabajo se debe poder documentar para futuras consultas, lo cual es esencial para el mantenimiento predictivo y las auditorías.

3. **Administración del inventario o almacén:** esta función fundamental abarca desde la planificación y el monitoreo hasta el control de las piezas, herramientas y materiales requeridos para realizar operaciones de mantenimiento. Se considera una función crucial que, cuando se gestiona de manera efectiva, puede disminuir los costos operativos y mejorar la productividad.

- a. *Inventario Detallado:* consiste en registrar en datos como números de serie, descripciones, cantidades, proveedores y ubicación dentro del almacén.
- b. *Criterios para el Reabastecimiento:* parámetros que determinan el momento en que es necesario reabastecer ciertos artículos para prevenir tanto la escasez como el exceso de inventario.
- c. *Registro de Transacciones:* un historial minucioso de todas las entradas y salidas del inventario, que incluye órdenes de compra y el uso de repuestos en órdenes de trabajo.
- d. *Costos del Inventario:* es fundamental llevar un control de los costos asociados a cada artículo adquirido y utilizado, lo cual es esencial para la contabilidad y la gestión de costos.

4. **Automatización de las actividades de mantenimiento:** esta funcionalidad permite la planificación, coordinación y ejecución de actividades de mantenimiento antes de que se produzcan fallas, lo que optimiza la duración de los activos y reduce los costos a lo largo del tiempo.

- a. *Programación de Mantenimiento*: tiene que posibilitar la creación de horarios regulares para el mantenimiento preventivo, considerando variables como el tiempo, el uso o las condiciones de los equipos.
- b. *Automatización de Actividades*: necesita contar con la capacidad para programar tareas de mantenimiento preventivo de forma recurrente sin necesidad de intervención manual, además de enviar alertas a los responsables cuando se aproxima una actividad.
- c. *Planificación de Recursos*: debe ser intuitivo para facilitar la asignación de personal, piezas y herramientas requeridas para cada tarea programada.
- d. *Registro Documental*: tiene que facilitar el mantenimiento de un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento preventivo, que incluye instrucciones, procedimientos y resultados.
- e. *Integración con Órdenes de Trabajo*: debe permitir la generación de órdenes de trabajo fundamentadas en la programación del mantenimiento preventivo.

5. **Elaboración de Informes**: la capacidad de generar informes y realizar análisis constituye una de las características más significativas de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (CMMS). Esta funcionalidad permite a las organizaciones visualizar y comprender grandes volúmenes de datos relacionados con el mantenimiento, facilitando la toma de decisiones fundamentadas y la mejora continua de sus procesos operativos.

- a. *Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) y Métricas*: esta herramienta debe posibilitar el monitoreo de KPIs que son esenciales para medir la eficiencia operativa, incluyendo métricas como MTBF, MTTF, MTTR, así como disponibilidad y confiabilidad. Además, se pueden elaborar informes personalizados que consideren diversas métricas y variables, tales como costos, tiempos de inactividad y utilización de recursos.
- b. *Visualización de Datos*: esta función debe permitir presentar la información de manera clara y accesible, utilizando gráficos, tablas y paneles de control.
- c. *Exportación de Datos*: tiene que ser capaz de exportar informes en múltiples formatos, como PDF y Excel, lo que facilita su distribución y análisis externo.
- d. *Análisis Predictivo*: Se implementan algoritmos y modelos matemáticos que permiten anticipar tendencias y necesidades futuras basándose en datos históricos, generando alertas que facilitan la toma de decisiones inmediatas.

6. **Reporteador de Solicitudes de trabajo:** posibilita presentar una solicitud de mantenimiento, esta se registra en la base de datos del sistema de mantenimiento, lo que permite al administrador del mantenimiento recibir información de manera inmediata sobre cualquier solicitud o eventualidad.
- a. *Detalle de la avería e indicar si necesita atención prioritaria:* debe proporcionar la acción solicitar mantenimiento indicando la urgencia, admitiendo la opción de adjuntar una imagen junto con la descripción de la avería, especificando si el trabajo requiere atención prioritaria.
 - b. *Registrar el estado de las solicitudes:* debe incorporar la opción de recibir notificaciones por correo electrónico una vez que tu solicitud haya sido procesada.
 - c. *Consulta el progreso de tus solicitudes de mantenimiento:* posibilitará verificar el estado de tus solicitudes, conocer cuántas han sido resueltas y cuáles aún están pendientes de atención.

Por último, González Fernández, F. (2005), indica que estos softwares normalmente no pueden implementarse de manera aislada en las empresas, por lo tanto, estos no solo deberán ser potentes, rápidos y cumplir con los requerimientos para el departamento de mantenimiento; sino que en su elección debe tenerse en cuenta su compatibilidad con otros sistemas ya existentes en la empresa.

VENTAJAS DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO

La implementación de un software de gestión de mantenimiento presenta múltiples beneficios para las organizaciones, Gonçalves, T. (2023), los enumera de la siguiente manera:

1. *Aborda el rezago en el mantenimiento:* un sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora (CMMS) optimiza la asignación de recursos y la gestión de costos de mantenimiento, evitando que las demoras se conviertan en un problema. Este software registra reparaciones menores que, de otro modo, podrían pasar desapercibidas y facilita la programación, asignación y priorización de las tareas de mantenimiento, asegurando que ninguna se pierda en el proceso.

2. *Optimiza la duración de los equipos:* la integración de un sistema de CMMS con sensores, controladores lógicos programables (PLC), sistemas de control y adquisición de

datos (SCADA) y sistemas de ejecución de manufactura (MES) permite la supervisión en tiempo real del estado de un activo, identificando fallas antes de que ocurran, diagnosticando problemas y programando el mantenimiento de manera efectiva.

3. *Facilita la programación y finalización del mantenimiento preventivo:* la gestión de mantenimiento asistida por computadora aborda esta necesidad mediante la automatización de órdenes de trabajo. Se pueden establecer disparadores de mantenimiento preventivo basados en el uso, el tiempo transcurrido o el estado del equipo dentro de un CMMS. Estos disparadores generan automáticamente una orden de trabajo, que posteriormente se programa y asigna. Este proceso optimiza la gestión de las órdenes de trabajo, haciendo que el mantenimiento preventivo sea más sencillo de planificar, lo que resulta en una reducción del tiempo de inactividad.

4. *Agiliza las reparaciones e inspecciones:* ya que los técnicos tienen la posibilidad de acceder a una aplicación móvil de CMMS desde cualquier ubicación, donde pueden consultar el historial de un activo, los diagramas, la ubicación de las piezas de repuesto y otros datos relevantes, lo que permite realizar el trabajo de manera más rápida. Además, el software de CMMS puede identificar órdenes de trabajo que están experimentando retrasos, determinar las causas de dichos retrasos y proponer soluciones para acelerar la finalización de las tareas.

5. *Pronostica con precisión las piezas necesarias para el mantenimiento:* la administración del inventario mediante un sistema de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (CMMS) facilita la adquisición, el seguimiento y la organización de las piezas, lo que contribuye a prevenir problemas costosos. Herramientas como la automatización de compras, los informes de inventario y la previsión de piezas basada en inteligencia artificial pueden asistirle en la toma de decisiones de inventario fundamentadas en datos, eliminando así tanto el exceso como la escasez de existencias.

6. *Minimiza los desechos de fabricación y el retrabajo:* la forma más eficaz de reducir los costos asociados a los desechos y al retrabajo es prevenir fallas imprevistas, manteniendo los activos en condiciones óptimas a través del mantenimiento preventivo. El software es especialmente útil para que los equipos de mantenimiento planifiquen, programen y ejecuten el mantenimiento preventivo. No solo permite la automatización de tareas, sino que también prioriza y asigna actividades de mantenimiento mientras monitorea métricas clave para su optimización.

7. *Facilita el monitoreo e informes sobre los costos de mantenimiento:* el software se encarga de registrar todos los aspectos relacionados con las órdenes de trabajo finalizadas, incluyendo piezas, mano de obra y otros gastos. Esto simplifica la elaboración de informes sobre estos costos, permitiendo visualizar el uso del presupuesto y tomar decisiones informadas sobre inversiones de capital. Si su objetivo es evidenciar el valor del mantenimiento, también puede comparar los costos del mantenimiento reactivo con el planificado.

8. *Ahorro de energía:* el mantenimiento reactivo representa una fuente significativa de desperdicio energético en las instalaciones de producción, ya que genera problemas de inventario, mala programación, repetición de tareas, entre otros. Un sistema CMMS puede abordar cada uno de estos inconvenientes, ayudándole a establecer un programa de mantenimiento preventivo más eficiente mediante herramientas como órdenes de trabajo automatizadas y una programación de tareas más fluida.

9. *Permite estandarizar los procesos de mantenimiento:* un sistema de gestión de mantenimiento computarizado ofrece la capacidad de desarrollar listas de verificación, flujos de trabajo, plantillas de informes y otros recursos que facilitan y agilizan las tareas de mantenimiento. Además, proporciona acceso digital a estos materiales, garantizando que todos los involucrados puedan consultar la misma información, seguir prácticas recomendadas uniformes y ejecutar sus labores de manera eficiente.

10. *Identificación de tendencias en las métricas de mantenimiento:* las métricas de mantenimiento convierten las acciones en datos cuantificables, permitiendo evaluar el rendimiento de cada aspecto de la operación. Estas métricas facilitan la conexión entre causas y efectos, lo que a su vez permite tomar decisiones más informadas y optimizar la operación, sin embargo, el seguimiento de estas métricas requiere herramientas, procesos y personal adecuados. El software actúa como la herramienta esencial en este contexto, registrando datos y monitoreando métricas a lo largo del tiempo para ofrecer una perspectiva a largo plazo del rendimiento.

11. *Optimiza el tiempo en la generación de informes:* el software permite la recopilación de datos de diversas áreas dentro de la operación de mantenimiento y su organización mediante plantillas de informes. Con frecuencia, se puede programar el envío automático de informes a la bandeja de entrada del correo electrónico, facilitando así la comprensión de los indicadores clave de rendimiento. Esto contribuye a agregar valor o mitigar riesgos mediante ajustes menores, permitiendo un análisis ágil de tendencias, la identificación de problemas recurrentes, el seguimiento de costos, entre otros aspectos.

12. Simplifica el acceso a la información histórica: un sistema de gestión de mantenimiento computarizado proporciona una solución efectiva para mitigar la fuga de cerebros, cada activo cuenta con un registro individual que documenta todas las intervenciones realizadas, incluyendo reparaciones, inspecciones, horas de trabajo, entre otros. Por tal motivo los usuarios pueden acceder de manera ágil a esta información, lo que les permite llevar a cabo un mantenimiento preventivo eficiente y resolver problemas de forma efectiva.

13. Ayuda a minimizar el riesgo en cada tarea: un CMMS simplifica la generación de órdenes de trabajo que priorizan la seguridad del personal de mantenimiento, ya que se pueden incorporar listas de verificación, hojas de datos de seguridad de materiales, protocolos de seguridad y equipos de protección personal necesarios, garantizando así que los técnicos realicen sus labores de manera segura y reduzcan la exposición a riesgos.

Como se puede observar, son muchos los beneficios que las empresas pueden obtener con la implementación de un software de gestión de mantenimiento, por lo tanto, se torna importante el proceso de selección del mismo, ya que en gran medida este paso condicionará el éxito o fracaso del software seleccionado.

METODOLOGIA

TIPO DE INVESTIGACION

En base a la naturaleza de los datos recolectados y su análisis para abordar la problemática de la investigación se realizó un trabajo con enfoque *mixto*, por un lado, se avanzó en un análisis *cualitativo* para comprender el funcionamiento del área de mantenimiento en la empresa, y obtener un diagnóstico de la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento. A su vez se efectuó un análisis bibliográfico para profundizar sobre las estrategias de mantenimiento existentes y su impacto en la disponibilidad de los equipos, como así también se estudió sobre los diferentes sistemas computarizados para gestión de mantenimiento con el objetivo de realizar una propuesta sobre los requerimientos, características y procedimientos necesarios para la integración de un sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora (CMMS).

En cuanto al análisis *cuantitativo*, se relevó información existente en la empresa para determinar la etapa del proceso con los equipos donde mayor cantidad de fallas ocurren, y de esta manera determinar la unidad de análisis. Se realizó también una encuesta a los técnicos de mantenimiento del taller que atiende los equipos de la unidad de análisis para determinar el grado de preparación que tienen para poder utilizar el sistema.

En lo que respecta al nivel de alcance, el presente estudio comprendió el proceso de producción de picado de embutidos cárnicos, no se incluyó el proceso de matadero y faena de porcinos, compra de insumos, materias primas ni los procesos logísticos y administrativos. Es decir, el alcance del trabajo es *descriptivo*, ya que se basa en el análisis e inspección de las operaciones y la recolección de información para definir la propuesta. El resultado de este trabajo consiste en el desarrollo de una propuesta de mejora, pero no se incluye la implementación de esta.

UNIDAD DE ANALISIS

Para llevar adelante la investigación se delimitó como universo de estudio la totalidad de los procesos de mantenimiento de todos los equipos de elaboración de embutidos cárnicos en la empresa "AliFe", tomándose como unidad de análisis los procesos de mantenimiento de los equipos que forman parte de la sección de picado (que involucra las operaciones de desmenuzado, picado, amasado y mezclado) para la elaboración de dichos productos. Para lograr el primer objetivo específico, se examinó la forma en la que se realiza el

mantenimiento a los equipos de la operación mencionada para obtener un panorama de la situación actual, y de este modo comprender la estrategia implementada.

Se revisó la bibliografía existente sobre las diferentes estrategias de mantenimiento y cómo influye su aplicación en la disponibilidad de los equipos en las empresas para determinar la propuesta de mejora, esto orientado al segundo objetivo específico.

Para el tercer objetivo se analizó la bibliografía existente sobre los sistemas de gestión de mantenimiento computarizados para comprender su funcionamiento, ventajas y el procedimiento de selección del tipo de software adecuado para el diseño de las propuestas de mejora.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

En este trabajo, se emplearon las siguientes fuentes primarias como instrumentos de recolección de datos, por un lado, se realizaron las entrevistas donde se obtuvieron detalles sobre la situación actual del mantenimiento, la estructura del área y las actividades que realizan los responsables y operarios de mantenimiento en la empresa. También se realizaron encuestas al personal técnico de mantenimiento para obtener información sobre la composición y realizar una descripción del capital humano disponible en el equipo de mantenimiento y evaluar el nivel de preparación que poseen.

Por medio de la observación, se pudo obtener información sobre el estado presente de las máquinas y su funcionamiento, conocer los procesos productivos y como se lleva adelante el mantenimiento durante la jornada laboral en sus diferentes turnos. Mediante estas herramientas se logró la información necesaria para hacer el diagnóstico de la situación actual.

A su vez, mediante un análisis documental se revisaron los manuales técnicos de los diferentes equipos que posee la empresa y fueron entregados por los correspondientes fabricantes de cada uno de ellos, a través de estos documentos se puede visualizar algunas recomendaciones del fabricante sobre las tareas de mantenimiento aplicables necesarias para la disponibilidad de los mismos, también se tomaron como fuentes secundarias, la revisión de diferentes libros, estudios realizados y artículos de revistas científicas para obtener los conocimientos teóricos sobre las estrategias de mantenimiento para el desarrollo de la propuesta de mejora para el logro de los objetivos planteados en este trabajo.

ETAPAS

Para el desarrollo de esta investigación de llevaron adelante las siguientes etapas:

1. Para lograr el Objetivo N°1:

- Se examinó en la literatura existente la definición de mantenimiento, los objetivos que persigue y su evolución para comprender desde la teoría la situación actual que se presenta en la empresa,
- Se realizaron entrevistas a los diferentes responsables del área de mantenimiento,
- Se analizó la información existente en el taller de mantenimiento sobre los registros que se tienen de los partes diarios de trabajo,
- Se observaron las tareas realizadas por el supervisor del taller de mantenimiento con quien se analizaron los manuales de los equipos que atiende el taller,
- Se observaron las tareas desempeñadas por los técnicos de mantenimiento en los diferentes turnos de la jornada laboral,
- Se realizó una encuesta al personal técnico de mantenimiento para determinar el grado de preparación que tienen para poder utilizar el sistema.

2. Para alcanzar el Objetivo N° 2:

- Se revisaron documentos sobre el plan de mantenimiento, su importancia y sus etapas de implementación para luego desarrollar la propuesta,
- Se realizó una investigación bibliográfica para profundizar los conocimientos sobre las estrategias de mantenimiento,
- Se analizaron las diferentes estrategias de mantenimiento con sus ventajas y desventajas,

3. Para conseguir el Objetivo N° 3:

- Se indagó en fuentes documentales y referencias existentes sobre los softwares de gestión de mantenimiento computarizados,
- Se analizó la información obtenida para determinar el tipo de software de gestión de mantenimiento a proponer,
- Se elaboró una propuesta basada en los resultados obtenidos.

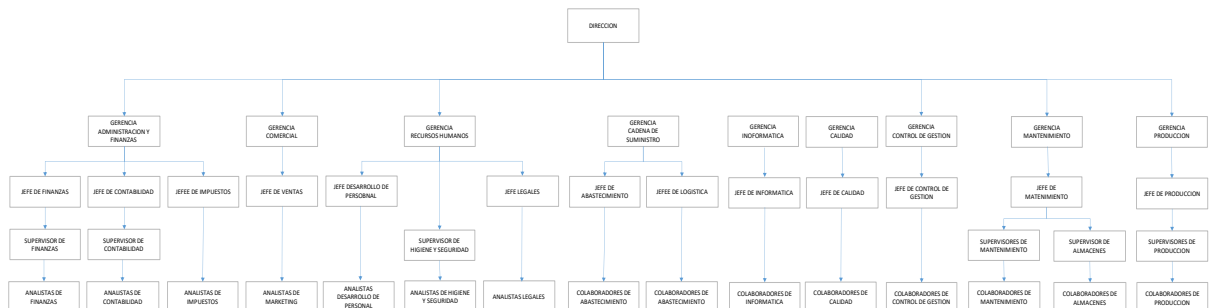
DESARROLLO

ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA

Como se mencionó anteriormente, la empresa se dedica a la producción de embutidos secos, frescos y cocidos en donde se destacan el jamón crudo y cocido, bondiola, salchichas cocidas, salame y mortadela, entre otros productos.

Para lograrlo, AliFe dispone de un equipo humano distribuido en las áreas administrativa, de producción y de servicios, entre las que se encuentra mantenimiento. Los miembros del equipo llevan a cabo sus tareas elaborando en cada departamento planes estratégicos que definen los objetivos fundamentales y que facilitan la creación de planes generales orientados a su consecución. En la Figura N° 9, se expone el organigrama general de la empresa, luego se ampliará con más detalle la composición del sector de mantenimiento.

Figura N° 9. Organigrama de la Empresa.



Fuente: Propia.

GENERALIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO

Como se mencionó párrafos anteriores el estudio se realizará las líneas de producción de embutidos, siendo estos de acuerdo a su clasificación en el Código Alimentario Argentino: “los chacinados en cualquier estado y forma admitida que se elaboren, que hayan sido introducidos a presión en un fondo de saco de origen orgánico o inorgánico aprobado para tal fin, aunque en el momento del expendio y/o consumo carezcan del continente”.

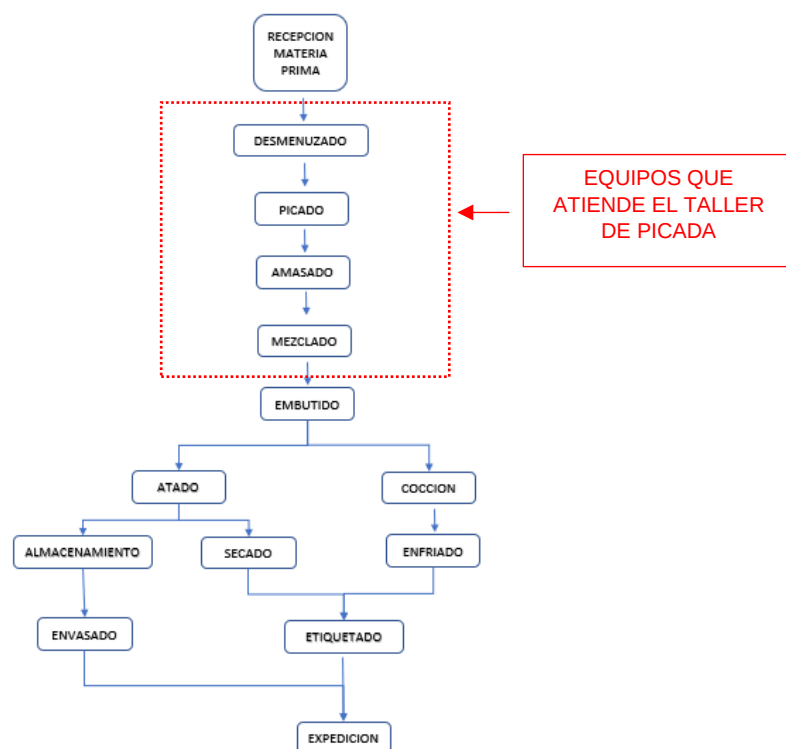
A su vez, los embutidos se clasifican de la siguiente manera:

1. *Embutidos Frescos*: son aquellos que han sido elaborados con carnes y subproductos crudos, con el agregado de sal, especias y aditivos de uso permitido, que no hayan sido sometidos a procesos térmicos, de secado o de ahumado.
2. *Embutidos Secos*: son aquellos embutidos crudos que han sido sometidos a un proceso de deshidratación parcial para favorecer su conservación por un lapso prolongado.
3. *Embutidos Cocidos*: son aquellos cualquiera sea su forma de elaboración, que sufren un proceso de cocimiento en estufa o agua.

Es importante señalar que, a pesar de las variaciones indicadas en la clasificación previa, los embutidos utilizan maquinarias comunes en sus procesos de elaboración. Esto se presenta principalmente en las etapas iniciales, como el picado, amasado y mezclado, lo que resalta la necesidad de contar con los equipos disponibles para garantizar la continuidad del flujo productivo.

Si bien no es el foco de esta investigación, se describirá a continuación el proceso productivo de los embutidos mediante diagrama de flujo (Figura N°10) donde se puede observar lo mencionado anteriormente:

Figura N° 10. Diagrama de flujo genérico proceso de Embutidos Cárnicos.



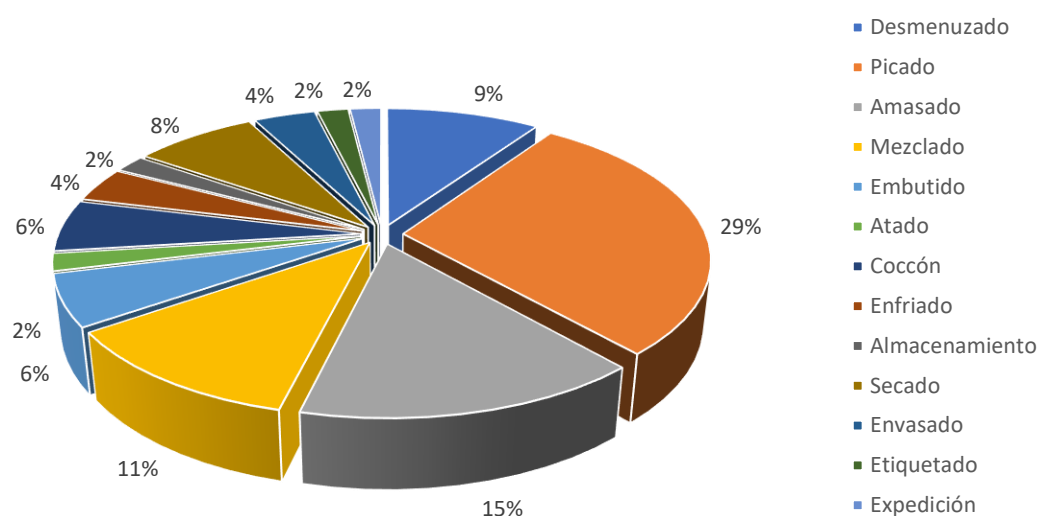
Fuente: Propia.

- **Recepción y almacenamiento:** la materia prima y demás insumos en general, son ingresados a la planta en diferentes empaques (envasados o a granel) y formatos (media res, cortes, etc.) para su almacenamiento temporal. En esta misma etapa pueden intervenir dos tareas como la refrigeración y el pesado. El objetivo de la primera de ellas, es conservar el estado de la carne lo más fresca posible. Ya que las bajas temperaturas alcanzadas en las cámaras de frío, permiten frenar el desarrollo de los procesos naturales de putrefacción. Las actividades de pesaje, se realizan con el fin de obtener la cantidad de materia prima e insumos necesarias, que requieren los diferentes productos a elaborar.
- **Desmenuzado:** la carne es sometida al desmenuzado, en fragmentos de diversos tamaños, a fin de prepararla para el posterior picado.
- **Picado:** permite el triturado de la carne, a fin que pueda servir como materia prima para los demás procesos.
- **Amasado/Mezclado:** consiste en agregar las sustancias currantes, las especias y los condimentos a la carne, y mezclarlos hasta obtener una masa uniforme.
- **Embutido:** luego del mezclado, la pasta una vez homogénea, es embutida en forma continua, en tripas de características especiales, que permiten lograr peso exacto y uniformidad.
- **Atado:** para evitar pérdida de presión en el interior del embutido, este, es atado inmediatamente. De este modo se logra la forma deseada del producto.
- **Secado:** este método de conservación, elimina un cierto porcentaje de humedad en el producto, para evitar que los microorganismos puedan desarrollarse en su interior. Puede hacerse por calor natural, o mediante aire caliente forzado.
- **Cocción - Enfriado:** consiste en elevar la temperatura del producto a valores requeridos, y luego enfriarlo en duchas también hasta las temperaturas requeridas por el proceso.
- **Etiquetado:** se realiza el etiquetado, para su correspondiente identificación.
- **Envasado:** esta etapa importante, permite que el alimento este protegido contra toda contaminación externa.
- **Almacenamiento y Expedición:** los productos terminados se almacenan de acuerdo a sus características, para su posterior distribución.

Como se indicó anteriormente, los procesos de producción de los tres tipos de embutidos poseen en común las operaciones de picado, amasado, mezclado cuyos equipos son atendidos por el Taller de Mantenimiento de Picada (indicados en recuadro en Figura N° 9), cuya atención se torna crítico ya que cualquier parada imprevista puede provocar

demoras en la producción o hasta el paro de todas las operaciones siguientes de cada línea lo que se transforma en pérdida de producción. En el gráfico de la Figura N° 11, se puede observar que aproximadamente el 65 % de las roturas se dan en las operaciones picado/amasado/mezclado cuyas maquinarias son atendidas por el taller de picada, estos datos surgen de los registros de roturas correspondientes a un promedio mensual del año 2023.

Figura N° 11. Rotura por mes.

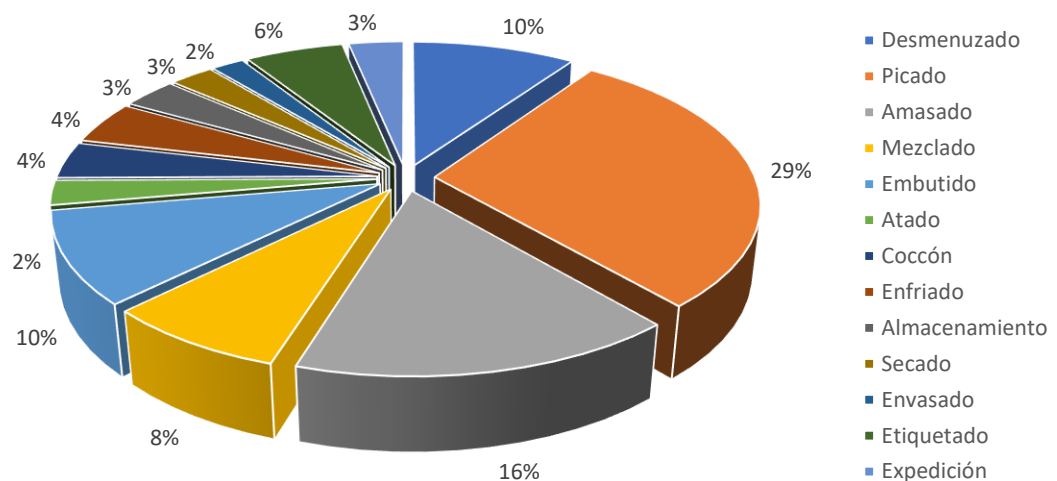


Fuente: Elaboración Propia.

También es importante destacar que dentro de los registros que se tienen en la empresa, el mayor porcentaje de las horas de reparación se encuentran en la misma sección, como se puede observar siguiente gráfico (Figura N° 12), aproximadamente el 64 % de las horas corresponden a reparaciones de maquinarias de las operaciones de desmenuzado, picado, amasado y mezclado.

Si bien el sector de mantenimiento cuenta con información como la expuesta en ambos gráficos, no registra información más detallada como, por ejemplo: la frecuencia con que ocurren estas roturas, el análisis de la causa de las roturas, el historial de reparaciones de cada equipo, etc.

Figura N° 12. Porcentaje de horas de reparación por operación por mes.



Fuente: Elaboración Propia.

Como se detalló anteriormente, si bien la empresa en este momento no realiza un análisis detallado sobre las reparaciones y sus causas, si se puede calcular dos indicadores importantes de mantenimiento con la información que completan los técnicos los partes diarios, estos indicadores son: *MTBF (Tiempo Medio entre Fallas)* y *MTTR (Tiempo Medio de Reparación)* antes de la implementación de la propuesta para tener un punto de partida para la proposición. Estos indicadores son muy utilizados en mantenimiento para determinar el tiempo medio entre fallas, es decir permite calcular el tiempo promedio (generalmente en horas) entre una parada y otra de un activo en el primer caso y el segundo indica el tiempo medio de reparación (también generalmente en horas) entre el periodo que el equipo entra en parada programada por mantenimiento o parada por falla funcional, hasta que este es puesto nuevamente en servicio.

Para el caso del *MTBF*, el cálculo se realiza de la siguiente manera; restando el total de horas disponibles para operación menos las horas en mantenimiento correctivo y dividiendo este valor entre el número de paradas correctivas.

La fórmula para este indicador es:

$$MTBF = \frac{HORAS TRABAJADAS - HORAS MANTENIMIENTO CORRECTIVO}{NUMERO DE (EVENTOS) PARADAS}$$

Por su parte el *MTTR* se calcula sumando el tiempo total dedicado a realizar las reparaciones durante un determinado periodo de tiempo entre el número de reparaciones. La fórmula para el este indicador es la siguiente:

$$MTTR = \frac{\text{TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES}}{\text{NUMERO DE (EVENTOS) PARADAS}}$$

Los valores obtenidos de ambos indicadores en las condiciones en las que se encuentra trabajando la empresa son:

- Para el caso del *MTBF* se tomaron los datos del mes de Enero de 2023, ya que como los embutidos son estacionales, este mes corresponde a los de mayor demanda y por consiguiente mayor necesidad de disponibilidad de los equipos productivos.

$$MTBF = \frac{1760 \text{ hs.} - 300 \text{ hs.}}{30}$$

$$MTBF = 48 \text{ hs}$$

- Para el indicador *MTTR*, los datos corresponden al mismo período que el evaluado en el indicador anterior, el valor obtenido es el siguiente:

$$MTTR = \frac{300 \text{ hs.}}{30}$$

$$MTTR = 10 \text{ hs}$$

Como se puede observar en los resultados de los indicadores, se puede deducir que en el sector se están teniendo actualmente fallas en equipos cada 48 hs, con un promedio de reparación de 10 hs por cada evento. En términos de porcentaje, se puede decir que aproximadamente el 20 % del tiempo, los equipos no están disponibles por mantenimiento correctivo.

Estos valores podrían mejorarse mediante la implementación de actividades rutinarias de inspección y verificación de los equipos ya que esto permite detectar y resolver problemas potenciales antes de que se conviertan en fallos.

Es importante destacar que estos eventos conllevan a demoras en la línea de producción, lo que se traduce en atrasos en la entrega de productos a clientes, con las correspondientes penalidades que esto implica.

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PARA EL SECTOR PRODUCTIVO DE PICADA

Los costos de mantenimiento constituyen un componente fundamental en la administración empresarial, representando entre un porcentaje considerable del presupuesto anual destinado al inventario. Estos costos abarcan todos los desembolsos derivados de los esfuerzos por mantener los activos físicos en condiciones óptimas de operación. Esto incluye desde motores y equipos productivos hasta instalaciones físicas; cualquier activo que requiera mantenimiento regular implica costos asociados.

Controlar los gastos en las operaciones de mantenimiento es crucial para asegurar el equilibrio financiero de la organización.

En la tabla que se encuentra a continuación se puede desglosar el costo de mantenimiento mensual del año 2023 en la empresa, Figura N° 13:

Figura N° 13. Costo Anual Mantenimiento.

Mes	Gasto de mantenimiento (US\$)
Enero	28.000,00
Febrero	27.000,00
Marzo	12.000,00
Abril	12.000,00
Mayo	12.000,00
Junio	9.000,00
Julio	9.000,00
Agosto	9.000,00
Septiembre	15.000,00
Octubre	17.000,00
Noviembre	26.000,00
Diciembre	25.000,00
Costo Anual	201.000,00

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior se han considerado diversos costos, entre los cuales es fundamental destacar, en primer lugar, los gastos asociados al tiempo que los técnicos de mantenimiento invierten en la reparación de un activo desde el momento en que se presenta la falla hasta que se restablece su funcionamiento. En segundo lugar, se

consideraron los costos relacionados a los repuestos consumidos en las reparaciones mencionadas, es decir, el costo total de las piezas utilizadas y el valor de la mano de obra involucrada.

No se han incluido en esta tabla los costos indirectos, debido a que entran en juego aspectos que no son estudiados en esta investigación, pero será relevante considerarlos en el costo real del tiempo de inactividad, ya que son la pérdida de ingresos durante el periodo en que el equipo no está operativo. Para calcular esta pérdida, será necesario multiplicar la cantidad de unidades producidas por hora por el número de horas que el equipo permanece inactivo, y posteriormente, este resultado se multiplica por el ingreso promedio generado por cada unidad.

Asimismo, no se han considerado los costos intangibles, ya que los incidentes ocasionados por el tiempo de inactividad pueden resultar en calificaciones negativas, insatisfacción del cliente y deterioro de la reputación de la organización. Aunque su cuantificación precisa es compleja, es crucial tener en cuenta el impacto severo a largo plazo en la imagen de la marca y la fidelidad del cliente.

Será indispensable tener en cuenta también, que el tiempo de inactividad puede incrementar el riesgo de incidentes de seguridad, lo que puede acarrear gastos adicionales, tales como reclamaciones por compensación laboral y posibles aumentos en las primas de seguros.

CARACTERIZACION DEL AREA DE MANTENIMIENTO

NIVELES JERARQUICOS DEL AREA DE MANTENIMIENTO

El área de mantenimiento se compone de un Gerente de Mantenimiento, quien realiza las actividades de nivel estratégico del sector, como ser la planificación estrategia del sector junto a la definición de los objetivos, administra el presupuesto destinado a mantenimiento, optimizando los recursos y asegurando la adquisición de repuestos y equipos necesarios, decide sobre la implementación de nuevas tecnologías y procesos para mejorar la eficiencia y la confiabilidad de las operaciones de mantenimiento, colabora con otros departamentos de la empresa para coordinar proyectos y resolver problemas.

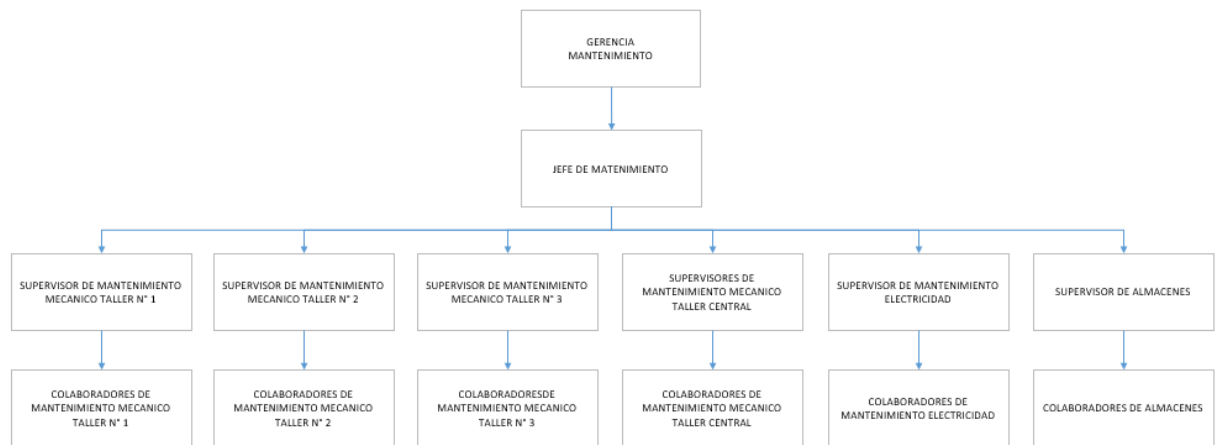
En el nivel siguiente se encuentra un Jefe de Mantenimiento, quien se encarga de llevar adelante las actividades de nivel táctico del sector, como coordinar con otras áreas la disponibilidad de los equipo o instalaciones para el desarrollo de tareas de mantenimiento, la gestión de los recursos para el desarrollo de la tareas del sector, la definición del perfil

del personal directo a contratar, se encarga de coordinar los trabajos con terceros y la supervisión de los trabajos realizados, asigna las prioridades a los supervisores y colabora con los supervisores para definir las necesidades de capacitaciones para los colaboradores de nivel operativo del sector.

Los Supervisores de Mantenimiento ocupan el siguiente nivel en la jerarquía del sector, desempeñando funciones de carácter táctico y operativo. En esta posición, se encargan de asignar tareas al equipo técnico, establecer los horarios laborales y supervisar el cumplimiento de los plazos establecidos para las diferentes actividades que se planifican. Además, llevan a cabo evaluaciones del rendimiento tanto individual como grupal, identifican las necesidades de formación, y gestionan la resolución de conflictos mediante la mediación entre los integrantes del equipo. También son responsables del control de inventarios de repuestos y herramientas, realizando pedidos cuando es necesario, así como de la gestión del stock para optimizar el funcionamiento del sector. Sumado a todo lo mencionado, efectúan las inspecciones pertinentes para asegurar el cumplimiento de las normativas de seguridad y participan en la investigación de incidentes y accidentes.

Por último, los técnicos, son los que se encargan de las tareas operativas de mantenimiento de la empresa. Son los encargados de realizar las reparaciones de los equipos cuando fallan, previo diagnóstico de estos ante alguna solicitud. Se encargan del reemplazo de las piezas dañadas cuando corresponda. Desarrollan las actividades de lubricación de los equipos, como así también el armado de estos en algunas ocasiones. Detectan oportunidades de mejora en los equipos, y en los procedimientos mediante los cuales llevan adelante sus actividades. Realizan actividades de apoyo a otros equipos de trabajo de la empresa o a terceros. Se encargan de la instalación de nuevos equipos, y el movimiento de estos dentro de la empresa, etc. En la Figura N° 14 se puede observar el organigrama del Área de Mantenimiento.

Figura N° 14. Organigrama Area Mantenimiento.



Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar que la estructura del área es piramidal, donde los roles de cada uno de los niveles se encuentran bien definidos, cada nivel tiene un superior inmediato a quien reportar, esta estructura facilita a los empleados desarrollar habilidades específicas, esto permite lograr tareas repetitivas y rutinarias más eficientes, proporcionando un marco estable para la empresa. Si bien la fluidez de la información es en ambos sentidos, cada nivel tiene un alcance diferente en la toma de decisiones.

DISPOSICION DE LOS TALLERES DE MANTENIMIENTO

Como se mencionó en apartados anteriores, el personal del área de mantenimiento se encarga de conservar o restablecer el servicio de los equipos e instalaciones de la empresa, cada colaborador lo hace en la medida que le corresponda de acuerdo a la posición jerárquica que ocupa en el organigrama.

El Área dispone de un taller principal adyacente al almacén de materiales, ubicado en un edificio separado del área de producción, así como de tres talleres auxiliares que se ocupan del mantenimiento de los equipos productivos. Desde el taller central se realizan mayormente tareas en instalaciones y equipos proveedores de servicios (calderas, compresores de aire, compresores de amoniaco, etc.) como así también de reparaciones en cámaras de frío, estufas, y secaderos principalmente, dando además apoyo a los técnicos de los talleres satélites cuando estos lo requieren. Por otro lado, estos talleres satélites además de realizar las reparaciones de los equipos que tienen asignados, asumen tareas especiales que no están directamente vinculadas a las actividades habituales de mantenimiento, tales como el armado de equipos previo al inicio de la producción, la

sustitución de consumibles cuando la producción lo requiere y el posterior desarmado de los equipos finalizada la producción diaria.

Como se definió en la unidad de análisis, el estudio se centrará en el taller de mantenimiento que atiende a los equipos productivos del sector picada (Taller de Picada).

FUNCIONAMIENTO DE LOS TALLERES DE MANTENIMIENTO

Como se mencionó anteriormente, la estrategia de mantenimiento que se lleva adelante es la de mantenimiento correctivo, atendiendo las averías o fallas de los equipos cuando estas surgen. Estas actividades se complementan con tareas rutinarias de lubricación de equipos e instalaciones.

Por lo tanto, cada taller es responsable de realizar las tareas de reparación de los equipos bajo su atención. Los mismos cuentan con un supervisor, y técnicos que se desempeñan en diferentes turnos (tres técnicos por turno, dos de especialidad mecánica y uno de especialidad eléctrica).

Las solicitudes de trabajos son recibidas por el supervisor, estas suelen llegar principalmente por un aviso presencial al taller de mantenimiento del personal de producción o por llamado telefónico. El supervisor de mantenimiento es quien se encarga de asignar técnicos para su diagnóstico y posterior realización o programación, en función del diagnóstico que presenta el técnico, luego el supervisor evalúa su criticidad y de acuerdo al resultado de su evaluación decide si avanza con la reparación o debe solicitar autorización al nivel jerárquico superior para tal fin (esto estar condicionado por el alcance en la toma de decisiones de cada nivel jerárquico).

El supervisor de mantenimiento busca en los manuales o en sus propios apuntes de repuesto lo que necesita, se consulta la existencia en depósito y de ser positiva se informa a producción el tiempo estimado de reparación y se coordina la misma.

Una vez realizada la reparación se da aviso a producción que el equipo se encuentra nuevamente operativo.

Esta operatoria trae aparejado que en ocasiones las averías tienen como resultado tiempos muy prolongados de reparación por no prevenirse con actividades rutinaria de control, llevando incluso roturas de varias partes de un equipo, y con las consecuencias de demoras en la línea de producción, de paradas de maquina o hasta de la línea completa.

Los técnicos antes de finalizar su jornada laboral completan un parte diario en papel donde detallan los trabajos que realizaron durante ese período de tiempo. Esta información luego es cargada en una planilla de Excel (Ver Anexo N° 4) para su registro y posterior análisis,

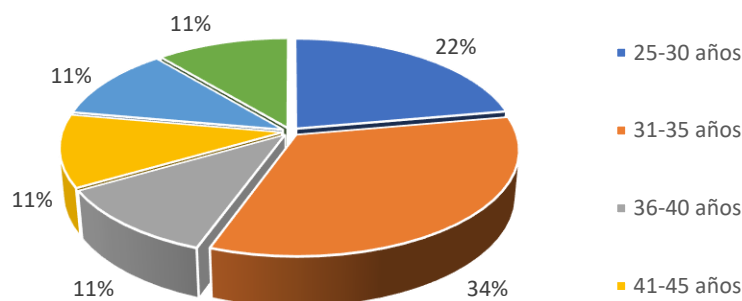
como por ejemplo asignación de recursos, sectores que más atención reciben, equipos con mayor inactividad, etc.

CAPITAL HUMANO DE LOS TALLERES DE MANTENIMIENTO

Para tener un conocimiento de cómo se compone el taller de mantenimiento de picada en cuanto a capital humano, se realizó una encuesta con el fin de conocer detalles como el rango etario, nivel educativo, formación profesional, conocimientos informáticos, etc. para determinar el grado de preparación que tienen para poder utilizar el sistema.

El personal con el que cuenta el taller de mantenimiento es heterogéneo en lo que respecta a edad, como se puede ver la Figura N° 15. La mayor cantidad de técnicos poseen entre 25 y 35 años, esto es un factor importante ya que, al estar más familiarizados con las tecnologías emergentes, los jóvenes pueden adaptarse con rapidez a herramientas informáticas y equipos contemporáneos como, por ejemplo, la integración de tecnologías avanzadas como así también a cambios en las formas de trabajo.

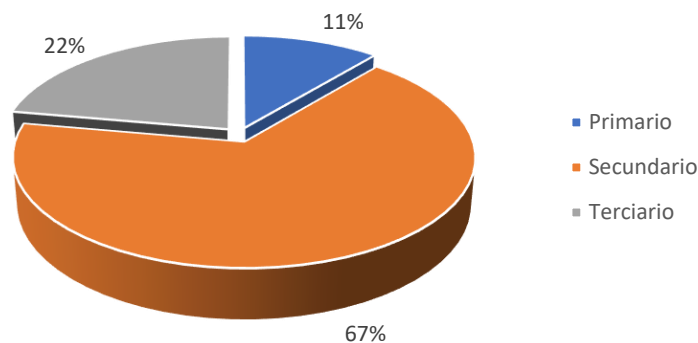
Figura N° 15. Rango Etario.



Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto al nivel educativo se puede observar en la Figura N°16 que el 67% de los técnicos posee formación secundaria, el 11 % finalizó la primaria y el 22 % restante cuanta con estudios terciarios. La educación secundaria y terciaria, por su parte, tiende a ofrecer una instrucción fundamental en disciplinas como matemáticas, física y tecnología, las cuales son cruciales para entender los principios que rigen los procesos de mantenimiento. Esto abarca el uso de herramientas y equipos, la interpretación de planos y diagramas, así como el dominio de conceptos básicos en electricidad, mecánica y otras áreas técnicas.

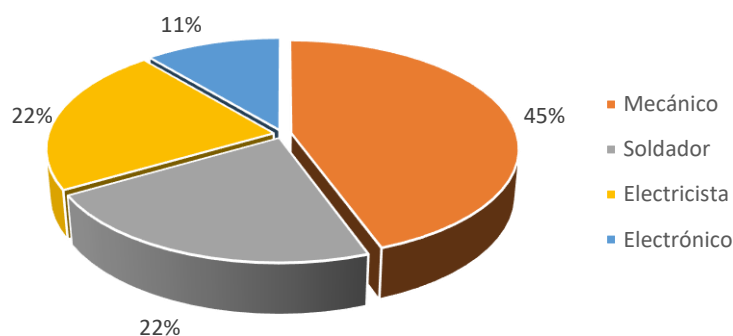
Figura N° 16. Nivel Educativo.



Fuente: Elaboración Propia.

En lo que respecta a la formación profesional (Figura N° 17), la mayor cantidad de técnicos son mecánicos (45 %), a lo que se suman en igual proporción electricistas y soldadores (22 %), electrónicos (11 %). Esta especialización en la formación de los técnicos corresponde con la estrategia que implementa la empresa, donde ante cualquier avería debe presentar rápida respuesta en las reparaciones. Es decir, responde a la necesidad de tener técnicos con conocimientos específicos sobre los equipos que atienden para dar rápida respuesta ante necesidades de reparación, también ayuda identificar riesgos potenciales en los equipos o maquinaria y tomar medidas correctivas antes de que surjan problemas graves.

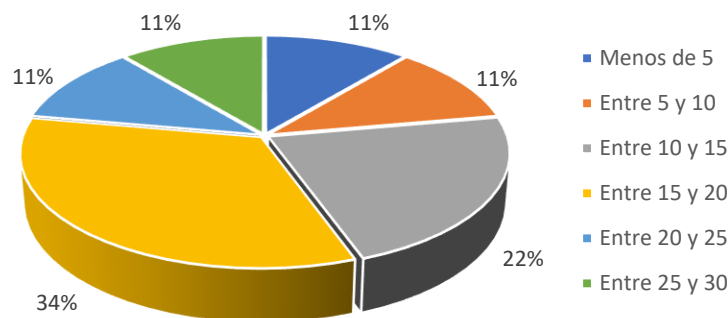
Figura N° 17. Porcentaje por profesión.



Fuente: Elaboración Propia.

Cuando se consultó sobre la antigüedad en la empresa los resultados obtenidos fueron los siguientes (Figura N° 18), el 56 % de los técnicos hace entre 10 y 20 años que se desempeñan en la empresa, el 44 % restante se divide en partes iguales entre los de menos de 5 años, los 5 y 10 años, entre 20 y 25 años y los de 25 a 30 años de actividad en la empresa. Esta antigüedad en la empresa permite a los técnicos tener conocimiento sobre los procedimientos, la historia de los equipos y las prácticas específicas del sector, lo que contribuye a una mejor toma de decisiones, permite a los más experimentados actuar como mentores para los nuevos empleados, reducir la capacidad de cometer errores, etc.

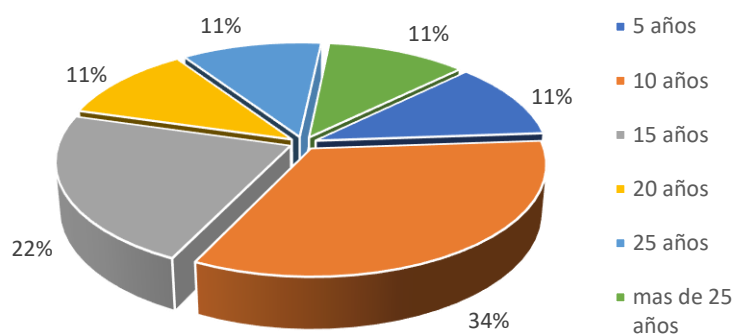
Figura N° 18. Antigüedad en la empresa.



Fuente: Elaboración Propia.

Sobre la antigüedad en el puesto de trabajo como se ve en la Figura N° 19, se encontró que aproximadamente el 56 % del personal hace entre 10 y 15 años que se desempeña en el mismo puesto de trabajo, un 44 % se reparte en igual cantidad entre los que hace 5, 20, 25 y más de 25 años. La formación que presentan los técnicos proporciona el conocimiento necesario para atender la complejidad que presentan los equipos que intervienen, y los años de experiencia permiten aplicar ese conocimiento de manera eficiente.

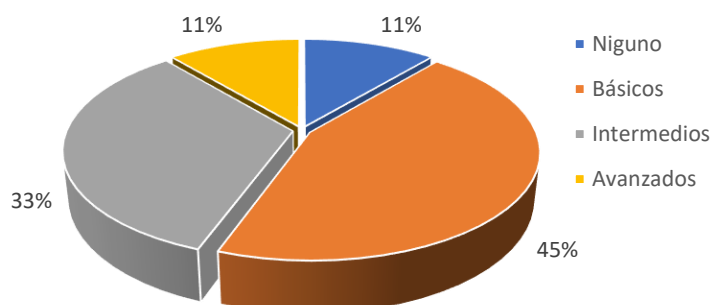
Figura N° 19. Antigüedad en el puesto de trabajo.



Fuente: Elaboración Propia.

Se indagó acerca de los conocimientos en informática que tienen los técnicos, con el fin de obtener una visión general sobre su nivel de competencia en el uso de estas herramientas. Dentro de los resultados (ver Figura N° 20) se pudo encontrar que el 11 % posee habilidades avanzadas, el 33 % de los técnicos posee conocimientos intermedios, el 45 % posee conocimientos básicos, y solo el 11 % no posee ningún conocimiento. Esta respuesta presenta una oportunidad favorable para la implementación de un software de gestión ya que facilitaría la capacitación de los técnicos haciendo que este procedimiento sea más eficiente.

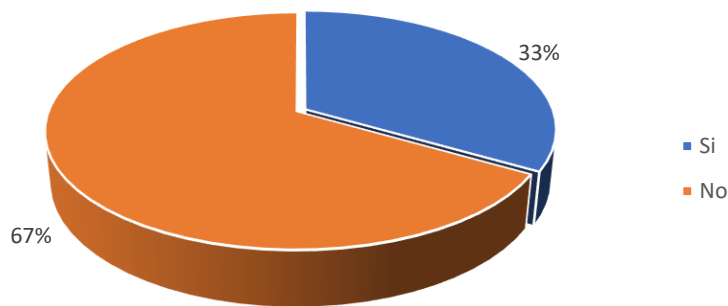
Figura N° 20. Conocimientos en herramientas informáticas.



Fuente: Elaboración Propia.

Se preguntó a los técnicos si tenían presente la existencia del software de gestión de mantenimiento y su funcionalidad, y la respuesta fue como se puede observar en la Figura N° 21, un 67 % de los técnicos no tiene conocimiento y/o desconoce la funcionalidad software y un 33% si sabe de su existencia y/o conoce su finalidad.

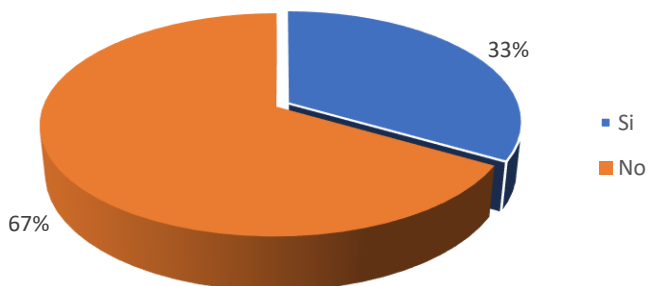
Figura N° 21. Conoce la existencia y funcionalidad del software de gestión de mantenimiento.



Fuente: Elaboración Propia.

Se consultó también si habían utilizado en otra empresa un software de gestión de mantenimiento, donde los técnicos respondieron que el 67 % nunca utilizó un software de gestión de mantenimiento y el 33 % restante si lo utilizó, como se indica en la Figura N° 22, estas dos últimas preguntas conllevan a la necesidad de capacitar al personal para la comprensión de la finalidad y utilización de un software de gestión de mantenimiento.

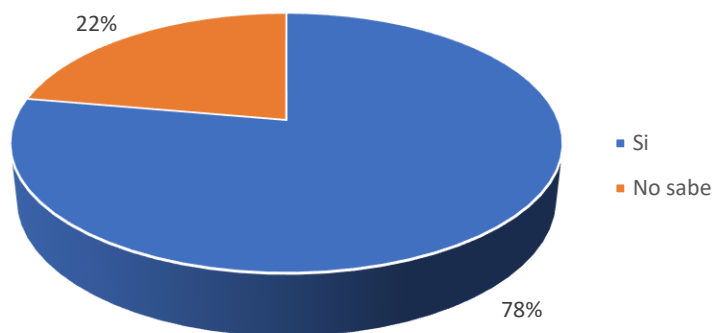
Figura N° 22. Trabajó en alguna empresa que utilice un software de gestión de mantenimiento.



Fuente: Elaboración Propia.

Por último, se preguntó si consideraban que sería beneficioso para sus tareas la implementación de un software de gestión de mantenimiento, previa explicación de su utilización a quienes no lo conocían y en la Figura N° 23 se muestra que el 78 % respondió que si mientras que un 22 % no lo sabe.

Figura N° 23. Considera que sería beneficioso la utilización de un software de gestión de mantenimiento.



Fuente: Elaboración Propia.

RESULTADOS

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO

En el entorno organizacional, se entiende por cambio a las alteraciones en la estructura y funcionamiento de una entidad, las cuales pueden variar en su profundidad e impacto. Es fundamental examinar tanto la naturaleza como las razones que subyacen a estos cambios. Términos como innovación, transformación y transición se utilizan a menudo como sinónimos o complementos del concepto de cambio.

Las motivaciones que impulsan estos cambios suelen incluir la necesidad de adaptarse a un entorno en constante evolución, la respuesta a resultados insatisfactorios que requieren la incorporación de estrategias para su mejora, así como la búsqueda de flexibilidad que permita la exploración de nuevas ideas o procesos que ofrezcan una ventaja competitiva. En el contexto de AliFe, tal como se expuso en la problemática abordada en esta investigación, la exigencia de implementar un cambio está vinculada a la imperiosa necesidad de una planificación efectiva para las actividades de mantenimiento de los equipos de producción. Esta deficiencia puede ocasionar, en ciertas ocasiones, tiempos de inactividad innecesarios, lo que retrasa la disponibilidad de los equipos tanto para las actividades programadas como para situaciones imprevistas, impactando negativamente en el proceso de la cadena de producción.

En consecuencia, tras el diagnóstico efectuado en la sección anterior, se puede entender que la falta de un plan sistemático de actividades y tareas de mantenimiento preventivas para toda la maquinaria o equipo industrial que integra el sistema productivo agrava aún más la situación. Es imperativo establecer un sistema de conservación planificado del equipo o maquinaria mediante un plan de mantenimiento preventivo específico para cada máquina, con el objetivo de asegurar que todas las máquinas se mantengan en condiciones óptimas de funcionalidad y operación. Esto se logrará a través de inspecciones sistemáticas, así como la detección y prevención de fallas inminentes. Además, es fundamental llevar un registro de todas las actividades realizadas en las máquinas mediante un historial de mantenimiento para cada una de ellas, y contar con personal técnico debidamente capacitado para llevar a cabo las tareas de mantenimiento necesarias.

En el ámbito del mantenimiento, se establece una clara diferenciación entre la planificación y la programación. La planificación se ocupa de definir la tarea a ejecutar, describir el método a emplear para su realización y justificar las razones que motivan dicha tarea. En

contraste, la programación se centra en determinar el momento preciso en que se llevará a cabo la tarea, así como las personas o entidades que participarán en su ejecución. En síntesis, la planificación responde a las preguntas de qué, cómo y por qué, mientras que la programación se ocupa de cuándo y quién.

Dado que se trata de un caso de estudio, no se procederá a realizar la programación por diversas razones, en primer lugar, aunque se trate de un caso real, no es imprescindible llevar a cabo todos los procedimientos analizados en este proyecto. En segundo lugar, se desconoce la disponibilidad de la empresa y los tiempos requeridos para realizar las tareas de mantenimiento, así como el cronograma de producción, y no corresponde a este trabajo realizar algunas definiciones propias de la empresa (como, por ejemplo, asignación de responsabilidades, obligaciones, actividades, turnos, etc.).

Para lograr la incorporación del sistema de gestión se deben llevar adelante una serie de etapas de acuerdo lo desarrollado en el marco teórico y que se mencionará a continuación:

ETAPA N° 1: DEFINICION DE OBJETIVOS Y ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.

Es esta primera etapa, es fundamental establecer de antemano los objetivos que se desean cumplir, o redefinirlos como en este caso, alineándolos a los objetivos de organización. Esto implica desarrollar una estrategia alineada con dichos objetivos, es decir, la administración del mantenimiento debe lograr la sincronización de todas las actividades de mantenimiento con la estrategia establecida en los niveles estratégico, táctico y operativo. Como se pudo observar en el diagnóstico realizado en el apartado anterior, la necesidad de la empresa de una planificación adecuada para las actividades de mantenimiento de los equipos de producción, conlleva a definir una nueva estrategia, para este caso la propuesta consiste en comenzar a llevar adelante la **Estrategia de Mantenimiento Preventivo**.

Esta estrategia consta de un proceso basado en un cronograma que se basa en comprobaciones y servicios regulares basados en el calendario para evitar posibles fallos en los equipos, es decir, este enfoque contribuye a minimizar el tiempo de inactividad, el mantenimiento inesperado y los gastos de reparación, al tiempo que potencia la seguridad y la productividad mediante inspecciones periódicas y servicios programados en función del uso o del tiempo transcurrido.

Esta estrategia es utilizada ya que la empresa presenta equipos críticos, con un alto costo de reemplazo. El costo de implementación de esta estrategia al principio será mayor comparado con el mantenimiento correctivo, ya que se tiene que capacitar al personal propio o contratar servicios de terceros, pero a medida que el equipo envejece se presentan

los beneficios, es decir, que las reparaciones tienen menor costo, y el reajuste constante del equipo y reemplazo a tiempo de partes con desgaste, permite extender la vida útil del equipo.

Esta estrategia se fundamenta en un calendario estructurado, una documentación y un registro detallado, así como en un equipo de mantenimiento que esté capacitado en las tecnologías contemporáneas y en las mejores prácticas del sector.

La ejecución de plan de mantenimiento preventivo requiere la jerarquización de los equipos productivos de la empresa para la correcta planificación del mantenimiento, la definición de los objetivos específicos de la estrategia y de indicadores para la medición de estos objetivos, la elaboración y puesta en práctica de un plan de mantenimiento para cada equipo, la distribución de responsabilidades entre los técnicos del equipo, así como la supervisión y modificación constante del plan para garantizar su efectividad.

La implementación de esta estrategia se justifica ya que presenta las siguientes ventajas:

- *Extensión de la vida útil de los activos:*

Su principal ventaja es la prolongación de la vida útil de los activos, al mantener los activos en condiciones óptimas, se logra un aumento en su durabilidad, lo que a su vez disminuye los costos generales de la organización al prevenir fallos y reemplazos innecesarios.

- *Ahorro económico:*

Permite a los encargados de mantenimiento optimizar los horarios de trabajo, planificar con anticipación los pedidos de piezas de repuesto y reducir los costos asociados a paradas de producción y sustitución de activos.

- *Disminución de interrupciones:*

En lugar de interrumpir la producción para atender solicitudes, los técnicos pueden programar el mantenimiento en función de los períodos de inactividad previstos, lo que optimiza la disponibilidad de los equipos. Esto permite a los técnicos concentrarse en los activos que están operativos, asignar personal con las habilidades adecuadas y establecer prioridades según la criticidad de los activos.

- *Incremento de la seguridad laboral:*

Contribuye a la reducción de problemas de seguridad para los trabajadores, tales como incendios, derrames de materiales peligrosos o superficies resbaladizas provocadas por fugas. Las listas de verificación y los procedimientos de mantenimiento preventivo aseguran que todos los trabajadores sigan los protocolos adecuados, como los procedimientos de bloqueo y etiquetado, así como otras medidas de seguridad que refuerzan la protección de los empleados.

- *Minimización del tiempo de inactividad de los equipos:*

Reduce el tiempo de inactividad total, ya que los activos son más confiables y los técnicos pueden programar el tiempo de inactividad necesario para reparaciones en función de los programas de producción.

ETAPA N° 2: DEFINICION DE INDICADORES DE GESTION DE MANTENIMIENTO.

Definida la estrategia a implementar y los objetivos a alcanzar el paso siguiente es el paso siguiente es definir lo correspondientes indicadores para monitorear la evolución de estos. Estos indicadores clave de rendimiento son métricas cuantificables que permiten evaluar y monitorear la efectividad de los procesos de mantenimiento, proporcionando información crucial para su análisis.

Los mismos destacan diversos aspectos del flujo de trabajo operativo, incluyendo la adherencia a enfoques preventivos o reactivos dentro de un marco temporal específico. La claridad que brindan estas métricas es fundamental para desarrollar una estrategia efectiva en la ejecución de trabajos de reparación y mantenimiento regular, asegurando al mismo tiempo una gestión cuidadosa del presupuesto.

Existe varios indicadores de mantenimiento que son vitales para medir el éxito, entre ellos los más importantes son:

- *Tiempo medio de reparación (MTTR)*, que mide la eficiencia con la que se llevan a cabo las reparaciones. Este indicador introduce un aspecto predictivo en la planificación del mantenimiento al mostrar la frecuencia con la que la maquinaria puede operar sin interrupciones. Al medir los intervalos entre fallos, los equipos de mantenimiento pueden anticipar posibles períodos de inactividad y organizar el mantenimiento preventivo de manera adecuada.
- *Tiempo medio entre fallos (MTBF)*, un indicador de la fiabilidad con la que funciona el equipo. Esta métrica ofrece una visión sobre la efectividad del mantenimiento al reflejar el tiempo promedio que un equipo está inoperativo durante las reparaciones. Este indicador revela la competencia del equipo de mantenimiento y el efecto de la estrategia implementada en la operatividad del equipo, es decir evidencia la celeridad y la destreza del personal de mantenimiento para restaurar un activo tras un periodo de inactividad.
- *Eficacia general del equipo (OEE)*, que proporciona una perspectiva integral sobre la eficacia de la producción. La eficacia general del equipo se forma con tres

componentes fundamentales: disponibilidad, eficiencia del rendimiento y calidad. Estos elementos son cruciales y se integran para formar una métrica completa que permite evaluar la productividad de las máquinas. Este indicador se expresa como la proporción entre el tiempo de máxima productividad y el tiempo de producción programado. El tiempo de máxima productividad se refiere a únicamente a la fabricación conforme a la mayor velocidad posible (tiempo de ciclo ideal) sin interrupciones.

- *Porcentaje de mantenimiento planificado (PMP)* refleja la eficacia con la que se ejecuta la planificación del mantenimiento. Es decir, muestra la proporción entre las acciones preventivas y las intervenciones de emergencia en las actividades de mantenimiento. Funciona como un indicador para medir la capacidad de un departamento de mantenimiento para prever y prepararse, al comparar el número de órdenes de trabajo programadas con aquellas que surgen debido a fallos imprevistos en los equipos. Un PMP que se ajusta a las mejores prácticas sugiere una estrategia de mantenimiento que prioriza la prevención, en lugar de limitarse a responder a situaciones de crisis.

En conjunto, estos indicadores ofrecen una perspectiva integral sobre diversos aspectos del mantenimiento, abarcando desde el alcance de las tareas pendientes en la cartera hasta aspectos específicos vinculados a la eficacia del equipo y el rendimiento general del mantenimiento, brindando la información necesaria para que quienes gestionan el mantenimiento pueda realizar los ajustes necesarios para el eficiente desarrollo de las tareas. A medida que su implementación comience a darse y aparezcan nuevas necesidades de la empresa, seguramente serán necesarios nuevos indicadores a sumar.

ETAPA N° 3: LISTADO Y RELEVAMIENTO DE DATOS DE EQUIPOS PRODUCTIVOS.

A continuación, se debe realizar el relevamiento y codificación de los equipos productivos. Es decir, se debe asignar una identificación numérica o alfanumérica para garantizar una identificación precisa y única de cada elemento. La codificación de la maquinaria y el equipo es una cuestión particular la empresa, y se pueden emplear diversos métodos, que varían en complejidad. No obstante, en esta propuesta se siguieron las siguientes directrices generales que orientan este proceso:

- Deben facilitar una identificación ágil del equipo.
- Deben ser breves, claros y fáciles de analizar.

- El costo asociado a su implementación debe ser razonable (pintura, adhesivos, etiquetas de activos fijos, códigos de barras, entre otros).
- La codificación empleada permitirá que todas las áreas identifiquen a un mismo equipo con un único código, facilitando el flujo de información entre las mismas.

Teniendo en cuenta que la empresa dispone de varios equipos similares en el proceso productivo, para la codificación se propone, armar familias por las características de los equipos (por ejemplo, Picadoras, Amasadoras, Emulsores, etc.) indicando con dos letras la familia correspondiente, y luego con un número de dos dígitos se identifica cada equipo, este nivel define la cantidad de equipos por cada tipo de familia.

Esta codificación luego permitirá adosar toda la información de cada equipo, dentro de ella estarán las características generales del equipo, incluyendo el código de activo fijo, denominación, marca, modelo, número de serie, año de fabricación, año de instalación, código o número de catálogo, así como una fotografía, entre otros aspectos. También se incluirá información comercial, como ser los datos necesarios para localizar al proveedor y al representante comercial, ya sea en el país o en la ciudad, abarcando el país y la ciudad de origen, la razón social de la empresa, la dirección, el número de teléfono, el correo electrónico, la página web y el número de pedido.

ETAPA N° 4: JERARQUIZACION Y ANALISIS DE EQUIPOS DE ALTO IMPACTO.

Este análisis permite establecer la jerarquía o prioridades de un proceso, sistema, o equipo, en función de un parámetro de valor denominado "Críticidad", el cual guarda una relación proporcional con el "Riesgo". Este enfoque genera una estructura que favorece la toma de decisiones informadas y efectivas, orientando los esfuerzos y recursos técnico-económicos hacia aquellas áreas y eventos que presentan un mayor impacto en el negocio.

Para esta tarea se puede proponer utilizar un método cualitativo-cuantitativo, este incorpora datos objetivos para elaborar una guía de criticidad cuantificada que considera: la frecuencia de fallas, los impactos en la producción (debido a fallas), los costos de reparación, el tiempo requerido para la reparación, así como los efectos en la seguridad del personal y el impacto ambiental.

El aspecto cualitativo se manifiesta en la creación de una escala o criterio que refleje los resultados de cada elemento medible, así como en la definición final de la jerarquización de la criticidad. El riesgo o criticidad se determina como el producto de la frecuencia y las consecuencias de la falla. La frecuencia se refiere al número de fallas ocurridas en un

periodo específico, para cuantificar la consecuencia de la falla se utiliza la ponderación de varios factores o criterios de importancia en función de las necesidades de la organización. La fórmula quedaría sería:

Riesgo: Frecuencia x Consecuencia

- Frecuencia: Número de Fallas en un tiempo determinado.
- Consecuencia: (Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costos de Mantenimiento + Impacto (Seguridad – Ambiente).

Para ponderar los valores de la fórmula anterior, se puede tomar como referencias los valores de las siguientes tablas de acuerdo con (Parra et al., 2021)

Figura N° 24. Impacto Operacional (Escala 1-10).

Impacto operacional (IO)	Puntuación
Pérdidas inferiores a 10% de producción al mes	1
Pérdidas entre 10% al 24% producción al mes	2
Pérdidas entre 25% al 49% producción al mes	4
Pérdidas entre 50% al 74% producción al mes	6
Pérdidas mayores al 75% de producción al mes	10

Fuente: Parra et al. 2021.

Figura N° 25. Impacto de la Flexibilidad Operacional (Escala 1-4).

Flexibilidad operacional (FO)	Puntuación
Tener unidades en línea, tiempos cortos de reparación y logística.	1
Tener unidades de reserva de gestión disponibles para compensar parcialmente el impacto del tiempo de producción, reparaciones intermedias y logísticas.	2
No se cuenta con unidades de reserva para compensar la producción, tiempos de reparación y logística muy largos.	4

Fuente: Parra et al. 2021.

Figura N° 2629. Impacto en Costos de Mantenimiento (Escala 1-20).

Costo de Mantenimiento (CM)	Puntuación
Costos de mantenimiento inferior a S/	1
Costos de mantenimiento entre S/	5
Costos de mantenimiento entre S/	10
Costos de mantenimiento superior a S/	20

Fuente: Parra et al. 2021.

Para el caso de la tabla de Impacto en costos de mantenimiento, los valores correspondientes a cada una de las escalas lo deberán definir los niveles jerárquicos de la empresa.

Figura N° 27. Impacto de Seguridad Ambiental (Escala 0-40).

Impacto de Seguridad Ambiental (ISA)	Puntuación
No provoca daño al ambiente y a la seguridad	0
Provoca pequeños daños ambientales	8
Provoca accidentes menores en las instalaciones	16
Produce severos daños en las instalaciones	24
Afecta el medio ambiente produciendo daños severos	32
Afecta la seguridad humana interna o externa	40

Fuente: Parra et al. 2021.

Figura N° 28. Factor de Frecuencia de Fallos (Escala 0.5-1).

Frecuencia Fallos (FF)	Puntuación
Excelente: Menos de una falla al año	0.5>
Baja: de 1 a 2 fallas al año	0.5
Promedio: Entre 2 y 4 fallas por año	0.6
Alta: Entre 5 a 9 fallas al año	0.7-0.8
Muy alta: Más de 10 fallas al año	0.9-1.0

Fuente: Parra et al. 2021.

En la frecuencia de fallos (*eje vertical*) el valor máximo es 1 punto en la (escala: 0.5 > al 1), y el valor de consecuencias de fallos (*eje horizontal*) el valor máximo es 74 puntos en la

(escala del 3 al 74). La matriz de criticidad queda de la siguiente manera, como se observa en la Figura N° 29.

Figura N° 29. Matriz Cualitativa de Criticidad y Riesgo.

		Consecuencia					
		3 a 10	11 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 60	61 a 74
Frecuencia	0.5>						
	0.5						
	0.6						
	0.7-0.8						
	0.9-1.0						

	Valor Crítico	C
	Semi Crítico	SC
	No Crítico	NC

Fuente: Parra et al. 2021.

De esta manera se obtiene un orden de criticidad, donde se observarán cuales equipo son más críticos orientando de esta manera el orden de importancia del mantenimiento que se deberán realizar a cada uno, es decir, priorizando las actividades en aquellos equipos críticos.

La información para realizar este paso se puede obtener de los registros de partes diarios que completan los técnicos, complementando esta información con la experiencia que posee el equipo de mantenimiento sobre los trabajos realizados con anterioridad, y la importancia que tenga cada uno de los equipos en el proceso productivo.

ETAPA N° 5: DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO PARA CADA EQUIPO.

Luego de que se realice la jerarquización de los equipos, se deberá realizar el plan de mantenimiento para cada uno de ellos, donde se definirán las diferentes actividades (inspecciones, lubricaciones, reemplazos de componentes, etc.) como así también el tiempo necesario para cada una y su frecuencia. Para el diseño de esos planes se implementará la metodología RCM¹² (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) que

¹² RCM (Reliability Centered Maintenance): esta metodología de análisis establece un enfoque que se basa en la formulación de siete interrogantes, las cuales facilitan la identificación de las verdaderas necesidades de

consiste en la identificación de los modos de falla que pueden anticipar las fallas potenciales de los equipos, así como en la implementación de un proceso sistemático y uniforme para seleccionar las tareas de mantenimiento que se consideren adecuadas y pertinentes.

El resultado de estas preguntas será un conjunto de actividades de mantenimiento sugeridas para cada equipo, donde se establecerá el contenido específico de las tareas a realizar, los procedimientos para llevar adelante dichas actividades y las frecuencias con las que deben llevarse a cabo. Para su implementación se deben realizar una serie de preguntas para cada uno de los equipos que se describen a continuación:

1. *¿Cuáles son las funciones que debe cumplir el activo y cuál es el desempeño esperado en su actual contexto operacional definido?*
2. *¿De qué forma puede fallar completa o parcialmente el equipo?*
3. *¿Cuál es la causa origen del fallo funcional?*
4. *¿Qué sucede cuando ocurre un fallo?*
5. *¿Cuál es la consecuencia de cada fallo?*
6. *¿Qué se puede hacer para prevenir o predecir la ocurrencia de cada fallo funcional?*
7. *¿Qué puede hacerse si no es posible prevenir o predecir la ocurrencia del fallo funcional?*

La información obtenida de las preguntas desarrolladas en esta metodología, se deberá acompañar con las actividades de mantenimiento sugeridas por el fabricante de cada uno de los equipos, esta información se encuentra en los manuales de los mismos. Será importante también incorporar el juicio adquirido por la experiencia de los técnicos de mantenimiento en el diseño de los planes de mantenimiento.

ETAPA N° 6: PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y ASIGNACIÓN DE LOS RECURSOS.

En esta fase, es fundamental llevar a cabo una planificación exhaustiva de todas las actividades de mantenimiento, teniendo en cuenta las necesidades de producción en relación con el tiempo y el coste de oportunidad que esto representa para la empresa durante la realización de las tareas. El objetivo de esta planificación es optimizar la

mantenimiento de los activos dentro de su entorno operativo. Fuente: Cenosco. Disponible en: <https://cenosco.com/es/perspectivas/the-seven-questions-of-reliability-centered-maintenance-rcm>.

distribución de recursos, tanto humanos como materiales, y reducir al mínimo el impacto en la producción. La programación del mantenimiento debe realizarse en tres horizontes temporales: corto plazo (menos de 1 año), medio plazo (de 1 a 5 años) y largo plazo (más de 5 años).

La asignación de los recursos humanos para el desarrollo de las actividades de los planes de mantenimiento la realizará el supervisor de mantenimiento basándose en su experiencia y conocimiento de los técnicos que integran el equipo. Esta asignación luego será evaluada y aprobada por la jefatura de mantenimiento, previo análisis con la gerencia correspondiente, es importante destacar que esta asignación puede evolucionar hasta lograr la combinación más eficiente de recursos.

En función de los planes diseñados, del tiempo que requiera cada plan y de la disponibilidad de los equipos productivos, se deberá definir el momento que estas actividades se puedan desarrollar.

Es necesario, junto con el plan de mantenimiento, se desarrolle el conjunto de procedimientos que describan el alcance y la metodología para llevar a cabo cada una de las tareas especificadas en dicho plan. Al igual que ocurre con cualquier procedimiento, es fundamental que, antes de implementar el nuevo plan, se realice una capacitación en la que se instruya a los operarios involucrados sobre cómo ejecutar cada una de las actividades, utilizando los procedimientos elaborados y garantizando que el personal tenga acceso a estos documentos.

Una vez establecidas las tareas, es fundamental que se clasifiquen según el nivel de dificultad que implican, esto permitirá determinar la calificación del personal que se encargará de ejecutar dichas actividades y, si es necesario, establecer un cronograma de capacitaciones para este propósito.

ETAPA N° 7. EVALUACION Y CONTROL DE LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Una vez puesto en marcha las actividades de mantenimiento, y con el transcurso del tiempo será necesario evaluar el desarrollo de los planes, para detectar posibles desviaciones y realizar los ajustes correspondientes con el fin de alcanzar de manera continua los objetivos establecidos y los valores definidos para los indicadores de mantenimiento elegidos por el área.

El control de la ejecución de las actividades de mantenimiento facilita la retroalimentación y la optimización del diseño de los planes de mantenimiento, lo que contribuye a mejorar tanto su eficacia como su eficiencia, por lo tanto, será imprescindible contar con

información clara, precisa y real de la evolución de los indicadores para el análisis de los desvíos y su posterior corrección en función de los valores a lograr.

Es importante considerar que no solo es relevante entender el valor de un indicador o índice, sino también su trayectoria a lo largo del tiempo, por esta razón, en el informe donde se presenten los valores obtenidos de cada uno de los índices seleccionados, se deberá incluir su evolución, mostrando el valor actual junto con los valores de períodos anteriores (ya sean meses o años) para determinar si la situación está mejorando o deteriorándose. Los indicadores generados deben ser evaluados por el personal jerárquico encargado de la toma de decisiones, ya que son quienes tienen el alcance para luego tomar las medidas correctivas en función de los datos analizados.

ETAPA N° 8. DETERMINACION DEL SOFTWARE DE GESTION DE MANTENIMIENTO A IMPLEMENTAR.

Como se viene desarrollando en párrafos anteriores, se puede decir que el monitoreo y la supervisión de las actividades de mantenimiento pueden representar un desafío significativo la empresa, esto se debe a que requiere una gestión estructurada de herramientas, equipos, maquinarias e instalaciones que son fundamentales para el desarrollo de las operaciones.

Se encuentran en el mercado sistemas que ya están bien establecidos desde el punto de vista conceptual, y al simplemente mencionar sus acrónimos, se puede entender a qué tipo de solución se refieren. Entre estos, se destacan los *ERPs* (*Planificación de Recursos Empresariales*), *EAM* (*Gestión de Activos Empresariales*), *CMMS* (*Sistema Computarizado de Gestión de Mantenimiento*) y lo más sencillo un Excel (*Planillas de Cálculo*).

En el caso de los *ERPs* (*Planificación de Recursos Empresariales*), tiene que ver con la administración de los distintos recursos, negocios, aspectos y cuestiones productivas y distributivas de bienes y servicios en una empresa. Es decir, un *ERP* es un sistema integral que surge de la necesidad de gestionar las actividades administrativas y financieras dentro de las organizaciones. Su ámbito de aplicación es extenso, abarcando áreas como recursos humanos, cuentas por cobrar, cuentas por pagar, finanzas, gestión de inventarios y, en ciertos casos, mantenimiento. Sin embargo, en lo que respecta a los aspectos de mantenimiento, este sistema se enfoca principalmente en la gestión administrativa, lo que puede resultar insuficiente para aquellas empresas que buscan implementar un mantenimiento de alta exigencia. Los *ERP* pueden ser "on-premises" se refiere a la situación en la que el software de una organización se encuentra instalado en los servidores ubicados en sus propias instalaciones. Por otro lado, el software en la nube

implica que el mismo opera en los servidores de un tercero, como puede ser el fabricante o proveedor del *ERP*. En este caso, el software se ofrece como un servicio, lo que se denomina SaaS (software como servicio). Este enfoque abarca no solo el software, sino también el hardware y los servicios de soporte, incluyendo el mantenimiento por parte del proveedor del servicio.

En el caso de los *EAMs* son softwares diseñado para la administración de activos dentro de una organización, este tipo de software de mantenimiento aborda de manera holística el ciclo de vida del activo, abarcando desde su diseño y construcción, pasando por la operación y el mantenimiento, hasta su eventual reemplazo. Se consolidan en una única plataforma la gestión del mantenimiento e incluye: sistemas de control de inventarios, gestión de adquisiciones, administración de documentos, gestión de proyectos, un sistema contable, herramientas para la gestión de múltiples sitios, herramientas de evaluación del desempeño y herramientas de inteligencia empresarial (BI).

La integración de todas estas funcionalidades apoya la planificación estratégica a nivel organizacional. Es especialmente utilizado por empresas con alta intensidad de producción para atender las demandas de toda su operación, ya que las metodologías potenciadas por esta tecnología permiten aumentar la productividad y el rendimiento general de la empresa.

En cuanto a los *CMMS*, consisten en que la filosofía de estos sistemas se centra en los activos o equipos, en torno a los cuales se relacionan todos los elementos que les afectan, tales como: documentos técnicos, órdenes de trabajo, planes de mantenimiento, modificaciones, repuestos, costos, entre otros. El *CMMS* gestiona una base de datos que recopila información sobre todas las actividades de mantenimiento y automatiza: la administración de los activos, el control del inventario de repuestos y herramientas, los proveedores y contratistas, la gestión de solicitudes, el manejo de garantías y documentación, la gestión de tareas y órdenes de trabajo, la mano de obra y el análisis de datos mediante informes de gestión e Indicadores Clave de Desempeño.

Existen dos categorías principales de software *CMMS*: el que se instala en las instalaciones de la empresa y el que opera en la nube. En lo que respecta a la primera opción, el instalado en las instalaciones de la empresa es un sistema cuyo manejo total recae en la propia organización, utilizando su propio hardware, servidores y computadoras. Este enfoque puede considerarse como el método más tradicional para implementar un *CMMS* en una empresa, las ventajas de este sistema en términos de funcionalidad están relacionadas con el diseño del software y la completa confidencialidad de los datos de la empresa. No obstante, presenta desventajas que incluyen la necesidad de mantener, respaldar y

actualizar de manera continua el equipo y los programas informáticos donde se encuentra instalado el software.

El CMMS basado en la nube opera de manera remota y es un sistema que funciona en línea a través de un proveedor de software. Este proveedor es responsable de almacenar todos los datos necesarios. Además, debe garantizar la seguridad y realizar copias de seguridad del sistema para prevenir la pérdida de información. Una de las principales ventajas funcionales es su actualización constante, lo que permite trabajar siempre con la versión más reciente y optimizada desde cualquier computadora, tableta o teléfono inteligente.

Por su parte, *Excel* ofrece una plantilla de mantenimiento preventivo que incluye los elementos necesarios para supervisar las revisiones y controles, ya sean realizados o programados, entre las ventajas de Excel se destaca el ahorro de tiempo en comparación con el uso de documentos en papel; es particularmente eficaz para comunicar resultados o análisis, planificar intervenciones y registrar el calendario de visitas de los técnicos a los equipos. Además, su configuración es sencilla, tiene un costo muy bajo, especialmente para las pequeñas empresas, y proporciona una gran flexibilidad para la introducción de diversos tipos de información. Sin embargo, presenta desventajas, como la reducción de la productividad del equipo, ya que el procesamiento, gestión y análisis de datos se vuelven laboriosos una vez que se alcanza un volumen considerable. El riesgo de cometer errores es también elevado, lo que compromete la fiabilidad de los datos y su utilización. Asimismo, es necesario que una sola persona mantenga la información centralizada, recopilando los datos en documentos de papel proporcionados por los técnicos, esto dificulta el intercambio de archivos en tiempo real y obstaculiza la planificación de acciones colaborativas que son esenciales en la gestión del mantenimiento.

Es necesario aclarar que para esta etapa el investigador referenciará los diferentes tipos de software de gestión de mantenimiento y recomendará cual es el mejor tipo para este caso, pero no realizará el proceso de selección de este ya que excede a su alcance, al tiempo que demanda el proceso de selección y a cuestiones relacionadas a las inversiones necesarias para la adquisición del software.

De acuerdo con lo descrito en los diferentes tipos de software, la mejor opción para las necesidades que presenta AliFe es el CMMS, ya que la mayor diferencia con el resto del software mencionado es que el mismo está diseñado específicamente para las funciones de gestión del mantenimiento.

Además, este tipo de software ofrece una visión integral de los activos de la organización beneficiando a todos, desde los equipos de mantenimiento hasta los directivos. La información recopilada permite a los técnicos identificar rápidamente los activos que requieren atención, priorizando reparaciones críticas y programando automáticamente el mantenimiento preventivo. Los administradores del software pueden acceder al estado y al historial de mantenimiento de los activos, facilitando la documentación para auditorías y eliminando la necesidad de archivos físicos. Incluso, pueden consultar informes sobre horas de mantenimiento y gastos en piezas, lo que proporciona una visión clara de los costos. Es decir, permite generar información para todos los niveles jerárquicos del área:

- A nivel estratégico, permite obtener datos destinados a la toma de decisiones, donde se presentarán indicadores de costo-beneficio relacionados con el mantenimiento de los activos, análisis del rendimiento a partir del estado de los activos y comparativas de costos entre diferentes activos.
- A nivel táctico abarca toda la operativa dentro del CMMS, permite construir una base de datos sólida que contenga información operativa e histórica, esencial para el control y la gestión de los activos.
- A nivel operativo, facilita la operatoria de los técnicos al proporcionar una guía priorizada de las actividades que se deben realizar en los equipos productivos con sus correspondientes procedimientos y frecuencia, lo que luego puede integrarse al software mediante interfaces conectadas a la base de datos central. Estas interfaces pueden incluir entornos web, aplicaciones móviles, software de escritorio, dispositivos de monitoreo, así como notificaciones a través de correo electrónico y mensajería instantánea.

El CMMS les permite a los responsables de decisiones visualizar información entre diferentes instalaciones y tomar decisiones basadas en datos en tiempo real, los informes de los indicadores permiten comparar activos y evaluar la productividad, mientras que los historiales detallados permiten determinar si un activo debe ser reparado o reemplazado.

RETORNO DE LA INVERSION DE LA IMPLEMENTACION DE UN SOFTWARE DE GESTION DE MANTENIMIENTO

El software de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) optimiza las operaciones y representa una inversión significativa. Es fundamental que los altos niveles jerárquicos de la empresa tengan la certeza de que este sistema generará ahorros económicos a largo

plazo, al tiempo que mejora la eficiencia del proceso de mantenimiento. El indicador de retorno de la inversión (ROI) se refiere a la relación entre el valor obtenido de un CMMS y la cantidad de dinero invertido en él durante un período determinado.

El cálculo de este indicador se realiza de la siguiente manera:

$$\text{ROI DE UN CMMS} = \frac{\text{VALOR DEL CMMS} - \text{COSTO DEL CMMS}}{\text{COSTO DEL CMMS}}$$

Donde el costo de CMMS se refiere al precio de adquisición del software, el cual abarca los gastos relacionados con la implementación, capacitación de usuarios y otros servicios adicionales que ronda aproximadamente en U\$S 40000. A esto se suman los costos de permisos de utilización del software de gestión de mantenimiento, la empresa deberá contemplar las licencias de los correspondientes usuarios, para la propuesta de inicio se necesitan 5 licencias, cuyo valor es de U\$S 40 mensuales por usuario, lo que asciende a U\$S 2000 anuales.

Por su parte, para la instalación del nuevo software será necesario la inversión en un nuevo servidor para el funcionamiento del mismos, esto incluye una inversión de aproximadamente U\$S 8000.

En lo que se refiere al costo asociado a la necesidad de nuevo personal para la incorporación del sistema de gestión estaría contemplado por la reconversión de la función de personal de la oficina técnica que comenzaría a ocupar el “rol” de Administrador del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Por otro lado, el valor de CMMS representa el valor monetario de los ahorros potenciales que se pueden generar en diversas áreas de la operación de mantenimiento. Para establecer este valor, es necesario evaluar los costos y los ahorros en cada ámbito de la gestión del mantenimiento. El software CMMS presenta diversas funcionalidades que generan valor al disminuir los gastos asociados a la administración del mantenimiento. A lo largo del tiempo, este valor se traducirá en un retorno considerable de la inversión realizada en el sistema CMMS.

El período de recuperación de la inversión se puede calcular mediante la relación entre el costo del software y el ahorro obtenido luego de su implementación, es decir:

$$\text{Recupero de la Inversión} = \frac{\text{Costo del CMMS}}{\text{Ahorro en Costos}}$$

De acuerdo con lo relevado en documentos analizados, la implementación de un CMMS permite obtener beneficios anuales sobre el costo de mantenimiento de entre 12 a 20 %. Por lo tanto, para el cálculo del ROI se utilizará una posición conservadora para el porcentaje de beneficios más bajo que se obtienen de la implementación de un CMMS y el valor del costo del software, el detallado en párrafos anteriores. Si se parte de un costo anual de mantenimiento US\$ 201000 (ver Figura N° 13) y se tiene como objetivo un beneficio del 14%, el ahorro monetario anual sería de US\$ 28140.

Ahora bien, si se determina que para 5 años el Costo del CMMS es de US\$ 58000 y el Valor del CMMS sería de US\$ 140700, entonces el ROI será de:

$$\text{ROI DEL CMMS} = \frac{\text{US\$ 140700} - \text{US\$ 58000}}{\text{US\$ 58000}} = 1,42 \times 100 = 142 \%$$

Cuando el cálculo del ROI resultan en un valor positivo (como en esta ocasión), indica que la inversión está generando valor y contribuyendo al ahorro de costos. En contraste, un valor negativo sugiere que el valor generado aún no ha alcanzado el nivel de los costos incurridos. Esto no implica que el CMMS no pueda ofrecer valor en el futuro, pero puede ser necesario revisar las expectativas respecto al momento en que se comenzará a observar un retorno.

Por su parte el recupero de la inversión se daría de la siguiente manera:

$$\text{Recupero de la Inversión} = \frac{\text{US\$ 58000}}{\text{US\$ 28140}} = 2,06 \text{ aproximadamente 2 años y 1 mes}$$

Es decir, que en dos años y un mes aproximadamente se recuperará la inversión en el software de gestión de mantenimiento, lo que indica un rápido recupero de la inversión. Como se mencionó anteriormente, este cálculo se toma como referencia, ya que dependiendo del software que adquiera la empresa a futuro los valores implementación, instalación, mantenimiento y soporte (que integran el Costo del CMMS) pueden modificarse dentro de los rangos que ya se indicaron en párrafos anteriores.

ESTIMACION DE BENEFICIOS ESPERADOS E IDENTIFICACION DE RIESGOS POTENCIALES DE LA INCORPORACION DEL SOFTWARE DE GESTION DE MANTENIMIENTO

Dentro de los beneficios esperados con la incorporación de un software de gestión de mantenimiento podemos encontrar:

- La implementación del sistema de gestión de mantenimiento facilitará la optimización de la planificación y programación de las actividades de mantenimiento, permitirá coordinar eficazmente las tareas de mantenimiento garantizando su ejecución en el momento oportuno y reduciendo el impacto en la operatividad de los equipos.
- Favorecerá la disminución de los períodos de inactividad, lo que incrementará la disponibilidad de los equipos. A través de su implementación, se llevará a cabo un registro exhaustivo de todos los activos y equipos, junto con su historial de mantenimiento. Esto permitirá planificar y programar las tareas de manera más eficiente, contribuyendo a prevenir posibles fallas y averías, y así reducir los tiempos de inactividad y las interrupciones en la producción.
- El sistema proporcionará un control exacto y actualizado sobre los inventarios de piezas de repuesto y materiales requeridos para las actividades de mantenimiento. Es posible implementar alertas automáticas que señalen la necesidad de reabastecer el inventario, previniendo de esta manera eventuales situaciones críticas o interrupciones en la producción debido a la escasez de piezas de repuesto.
- La incorporación del sistema permitirá evaluar de manera efectiva el rendimiento de los técnicos de mantenimiento y optimizar la productividad del departamento. Esta herramienta facilitará el registro minucioso de las actividades realizadas por cada técnico, así como el tiempo invertido en cada tarea. Asimismo, se pueden definir indicadores clave de rendimiento para cuantificar la eficiencia y la productividad del área. Con esta información, se pueden reconocer a los técnicos más competentes y valorar su desempeño. También es posible detectar áreas que requieren mejoras y ofrecer formación adicional a aquellos técnicos que lo necesiten. Esto no solo potencia el rendimiento individual, sino que también favorece el aumento de la productividad del departamento en su totalidad.
- El sistema brindará información valiosa sobre los activos y el ciclo de vida de los equipos, estos datos resultan esenciales para la formulación de decisiones estratégicas en relación con la inversión en activos y la gestión del ciclo de vida de

los equipos. Al disponer de datos precisos sobre el rendimiento de los activos, los costos vinculados al mantenimiento y la duración de los equipos, es posible detectar oportunidades de mejora y optimización en la gestión de activos. Esto facilita la toma de decisiones fundamentadas sobre la inversión en nuevos equipos, la sustitución de activos obsoletos, la adopción de planes de mantenimiento, entre otras acciones.

- El sistema se convierte en un aliado para optimizar la seguridad laboral, ya que asegura el cumplimiento de normativas de mantenimiento, es decir permite un control riguroso de las actividades de mantenimiento, programando inspecciones regulares y documentando acciones, lo que es vital en sectores con maquinaria de alto riesgo. Facilita la detección y solución de fallas en equipos, reduciendo riesgos de accidentes y minimizando el tiempo de inactividad, lo que mejora la seguridad de los empleados y la eficiencia operativa. Además, al mantener un registro detallado, se pueden generar informes que ayudan a evaluar el rendimiento de los equipos y a identificar problemas recurrentes, apoyando la toma de decisiones y la implementación de acciones correctivas.
- La incorporación del software proporciona ventajas significativas en la comunicación y coordinación entre los diversos equipos y departamentos que participan en el mantenimiento de una organización. Al implementar dicho sistema, se crean canales de comunicación definidos que promueven la colaboración entre los técnicos de mantenimiento, los responsables de la adquisición de repuestos, los supervisores y otros actores relevantes. La comunicación efectiva es esencial para abordar los problemas de mantenimiento de forma oportuna y eficiente. Con un sistema de gestión de mantenimiento, se pueden registrar y asignar tareas de manera rápida y precisa, lo que previene malentendidos y retrasos.

Por su parte, es importante el correcto análisis y selección del software para establecer las mejores estrategias para mitigar los siguientes riesgos potenciales:

- La ausencia de apoyo por parte del proveedor del CMMS es crucial, ya que permite que los usuarios se sientan cómodos y orientados durante la fase de implementación, que comienza con la capacitación y la introducción de datos en los distintos módulos del software. Para facilitar este proceso, es fundamental que el personal de soporte del proveedor de CMMS guíe a los usuarios en la realización de acciones dentro de los módulos, y que la experiencia del usuario del software sea sencilla e intuitiva.

- Poca funcionalidad a nivel estratégico, el CMMS debe ir más allá de la gestión operativa del mantenimiento, proporcionando herramientas que permitan a los líderes del área tomar decisiones basadas en indicadores clave de rendimiento, lo que les ayudará en aspectos presupuestarios, en la selección de proveedores adecuados, en la gestión de costos y niveles de inventario, en el conteo de personal del área de mantenimiento y en el cumplimiento de contratos con clientes, entre otros.
- Necesidad de capacitación, el proveedor de CMMS debe ofrecer recursos digitales y personalizados, como tutoriales en video y webinars, para capacitar a toda la estructura organizacional del área de mantenimiento en el uso del CMMS, garantizando además atención 24/7 para resolver cualquier requerimiento relacionado con el software.
- Plataformas poco intuitivas para su utilización, es esencial que la plataforma seleccionada sea amigable y requiera un tiempo de adaptación mínimo, de modo que los usuarios no se sientan abrumados por la complejidad de la introducción de información y el manejo de los módulos, permitiendo así que los beneficiarios comiencen a experimentar los beneficios del software de manera temprana.
- Falta de claridad en los objetivos de mantenimiento, los objetivos estratégicos del área de mantenimiento deben ser definidos con precisión en el contexto empresarial. Si la estrategia se basa en reparar solo cuando hay fallas, un CMMS no tendrá un impacto significativo en la gestión. Sin embargo, si la estrategia se orienta hacia la gestión de procesos de mantenimiento preventivo y proactivo, el CMMS podrá demostrar su máximo potencial, evidenciado en los resultados de la estrategia implementada y en el retorno de inversión (ROI) de su adquisición.
- Deficiencia en la comunicación con los técnicos, es fundamental que el CMMS sea ampliamente conocido en toda la organización, desde la alta dirección hasta los técnicos operativos responsables de llevar a cabo las órdenes de trabajo. La comunicación debe ser clara y precisa, estableciendo las metas a corto, mediano y largo plazo que se pretenden alcanzar con la implementación del software. El liderazgo del área de mantenimiento debe insistir constantemente al personal técnico sobre la utilización del CMMS y gestionar todos los requerimientos que surjan en relación a su uso, en colaboración con el proveedor del CMMS.
- Información deficiente en el historial de activos, el software debe poseer la flexibilidad y capacidad necesarias para introducir toda la información requerida para la elaboración de una orden de trabajo. Debe ser posible describir todas las

tareas con el apoyo de herramientas de campo, de modo que se disponga de un historial completo del activo, incluyendo detalles sobre el trabajo realizado y el historial de modos de falla.

Luego de identificar los riesgos a los que están expuestos los proyectos de software, lo siguiente es establecer estrategias que permitan anticiparse y evitar la materialización de estos.

Si bien en este estudio no se profundizará en dichas estrategias, como se mencionó al comienzo de este apartado, si es necesario tener presente que estos se deben priorizar y evaluar a través de las variables de impacto y frecuencia, para darles un tratamiento en caso de que ocurran mediante planes de acción que permitan mitigarlos y evitarlos.

RECOMENDACIONES QUE DEBERÁ TENER PRESENTE LA EMPRESA PARA LA INCORPORACION DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO

Para realizar una correcta puesta en funcionamiento del software de gestión, se deben realizar las fases que se describen a continuación:

- **Fase de Evaluación:** aquí se toman decisiones relacionadas con la funcionalidad del sistema y se identifican los datos necesarios para cumplir con dicha funcionalidad. Este análisis puede servir para desarrollar una especificación técnica precisa del software, que contemple todas las características obligatorias y opcionales. También se deben considerar otros aspectos, como la infraestructura informática existente, la estructura del sistema actual, el nivel de formación del personal, la cantidad de usuarios del sistema y el grado de aceptación por parte del personal.
- **Fase de Selección:** la cantidad de características que puede incluir un CMMS varía, y la elección de estas características dependerá de las necesidades del usuario, quien puede estar interesado en una automatización total del sistema de gestión o en una automatización parcial. Una vez que se han definido las especificaciones del sistema, se podrá optar por un software adecuado, ya sea uno comercial, uno adaptado a las necesidades de la organización o uno diseñado específicamente para el usuario.
- **Fase de Obtención de Datos:** previo a la implementación de del software, es necesario realizar un estudio y un análisis detallado de todos los datos disponibles en la empresa, así como de la nueva información que debe ser incorporada antes de la instalación.
- **Fase de Instalación:** el software se instalará en un servidor en equipos terminales y en otros dispositivos necesarios, o el modelo SaaS (Software como Servicio), lo que

permite su uso en la nube como un servicio, de acuerdo con la selección que crea conveniente la empresa.

- **Fase de Configuración y Personalización:** la configuración y personalización de los mecanismos y procedimientos existentes se lleva a cabo antes de la carga de datos en el sistema. Esta configuración puede incluir elementos como un flujo de trabajo simplificado, así como aspectos relacionados con el acceso, la seguridad y las preferencias del usuario. Por otro lado, la personalización se refiere a los requisitos funcionales y técnicos que debe cumplir el sistema.
- **Fase de Carga de Datos al Software:** en esta fase se realiza la carga inicial de datos en campos estandarizados, que incluyen categorizaciones e información sobre los activos, determinados por su naturaleza, como el número de serie, el modelo, la ubicación y la codificación, entre otros. Se registran también los inventarios de bienes fungibles y herramientas, así como la información de clientes y usuarios que utilizarán el sistema, junto con las clasificaciones basadas en sistemas de nomenclatura. Durante esta etapa, se definen los niveles de seguridad para los usuarios y las contraseñas correspondientes, así como los tipos y niveles de acceso. Una vez que se ha introducido un conjunto inicial de datos, se procede a verificar la funcionalidad integral del sistema, probando, entre otras cosas, las funciones de creación de solicitudes de mantenimiento, generación de órdenes de trabajo, ejecución de estas órdenes, pedidos de repuestos y elaboración de informes. La introducción de datos se considera finalizada cuando se ha confirmado que el CMMS opera correctamente.
- **Fase de Capacitación del Personal Involucrado:** es fundamental que todo el personal técnico esté familiarizado y tenga un dominio completo de todas las funcionalidades del software. Se recomienda iniciar la capacitación del personal en las etapas iniciales de implementación para facilitar la aceptación del sistema y aumentar la confianza del equipo. La empresa y el proveedor del software deben establecer capacitaciones ya que resultan esenciales para garantizar que todos los usuarios del sistema y del área reciban el entrenamiento necesario en el uso del software. *Es crucial evitar que queden personas sin esta formación, ya que la falta de capacitación puede llevar a errores en la gestión, lo que podría generar sobrecostos en la implementación del software. La mayoría de los proveedores ofrecen diversas modalidades de capacitación, como en el sitio, a través de la web, formación masiva y videos tutoriales, que son recursos valiosos para asegurar una implementación efectiva.* La capacitación garantiza un manejo coherente por parte de todos los usuarios y un uso adecuado de la aplicación en las operaciones diarias. Uno de los principales retos será superar la resistencia al cambio,

por lo que es fundamental llevar a cabo una gestión del cambio de manera adecuada para lograr una transformación en la cultura organizacional. Se recomienda establecer cronogramas para grupos pequeños, alineados con los roles en la jerarquía de mantenimiento, para proporcionar un enfoque personalizado al proceso de capacitación y así asegurar que el 100% del equipo de trabajo esté cubierto.

Es muy importante que estas fases se realicen a conciencia y tomando los recaudos necesarios para evitar futuros problemas en el funcionamiento del software y que la selección realizada sea la mejor opción para la empresa ya que utilizada correctamente es una herramienta eficiente para la gestión del mantenimiento.

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE DE GESTION DE MANTENIMIENTO

La implementación de un software de gestión de mantenimiento exige una planificación detallada que busque optimizar las operaciones sin alterarlas. Es fundamental establecer, en primer lugar, las expectativas tanto de la organización como del proveedor, mediante un plan claro que contemple el compromiso y las actividades programadas del cliente, así como los requisitos de tiempo de actividad y los picos en la demanda de mantenimiento. Una asistencia e instalación adecuadas y de calidad son esenciales para garantizar un inicio exitoso del proceso de implementación y la continuidad en el uso del proceso.

El tiempo requerido para este proceso puede variar según el tamaño de la organización, la cantidad de activos disponibles, ya sean propios, de terceros o de clientes, el número de usuarios en el área de mantenimiento y el conjunto de elementos que se integren en el mapa de procesos de mantenimiento dentro del software.

Mediante un diagrama de Gantt a continuación se mostrará una guía para el proceso de implementación, ver Figura N° 30:

Figura N° 37. Tiempo de Implementación del Software de Gestión de Mantenimiento.

Fase	Tiempo de Implementación											
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Evaluación												
Selección												
Obtención de Datos												
Instalación												
Configuración												
Carga de Datos												
Capacitación												

Fuente: Elaboración Propia.

Los usuarios de del software deberán mantener una comunicación continua con el proveedor a lo largo de todo el proceso, que abarca desde el diagnóstico y la instalación

hasta la capacitación y la evaluación continua. Este compromiso facilitará una implementación organizada que se adapta a criterios específicos, asegurando una transición fluida y sin inconvenientes después de la implementación, con el personal capacitado y habilitado para utilizar la aplicación en su máximo potencial.

CAMBIO CULTURAL PARA LA IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA

Cuando una empresa se propone llevar adelante un cambio en alguno de sus procesos o formas que se realizan ciertas actividades, es natural que surja cierta resistencia a estos cambios. Por lo tanto, es importante como se transite este proceso para lograr los objetivos de la propuesta a implementar.

Se torna necesario destacar que este proceso no siempre es lineal y puede requerir iteraciones y ajustes a medida que avanza el cambio, además el éxito de la gestión del cambio depende en gran medida del liderazgo, la comunicación efectiva y la participación de los empleados.

Aunque la empresa goza de una buena posición a nivel local, la falta de mantenimiento y la consiguiente imprevisibilidad de los fallos pueden ser considerados resultados negativos que llevan a la implementación de la propuesta desarrollada en este trabajo. Generalmente, el proceso de transición debe realizarse de la manera más suave y menos traumática posible para toda la organización. Es común observar resistencia al cambio, ya que existe una tendencia natural a mantener la situación anterior debido a la búsqueda de estabilidad, la protección del status quo y la incertidumbre respecto al impacto final.

Además, las funciones y roles actuales dentro de la empresa se verán alterados por la implementación de estas modificaciones. Por lo tanto, es fundamental que cada puesto tenga claridad sobre sus tareas, las responsabilidades asignadas, a quién deben informar sobre los diferentes eventos y qué habilidades son requeridas para cada rol.

Por consiguiente, de acuerdo a lo mencionado en párrafos anteriores y como primer paso será necesario definir que personas deben participar del proceso, comenzando por los responsables con altos cargos jerárquicos (Gerentes Jefes y Supervisores de las áreas involucradas) como así también el personal no jerárquico que esté implicado en las tareas cotidianas de mantenimiento y sector informático para dar soporte en todo el proceso de implementación.

Definida las personas involucradas, el proceso continua con la comunicación de las razones del cambio para evitar que se vea como una decisión arbitraria, aquí es recomendable aplicar indicadores clave de rendimiento visibles en la planta para evidenciar la insatisfacción por el mantenimiento de equipos. El siguiente paso es fomentar el deseo

de intervención, abandonando viejos patrones organizativos para explorar nuevos enfoques. Es crucial mantener el impulso para lograr resultados intermedios y transmitir un mensaje de éxito, esto incluye la notificación de responsabilidades en mantenimiento, capacitación del personal, implementación de rutinas de mantenimiento preventivo, actualización semanal de indicadores y medición de nuevos indicadores. Aquí será imprescindible el compromiso de los responsables del cambio, para fortalecer la aceptación del mismo y transmitir la aplicación de estas nuevas prácticas al resto del personal de mantenimiento.

En lo que respecta a la puesta en funcionamiento del software, se llevará a cabo una presentación inicial dirigida a los usuarios implicados en cada uno de los procesos. Se procederá a ejecutar el mismo y a exhibir el entorno visual de desarrollo, se explicará la funcionalidad de cada módulo, utilizando una base de datos de pruebas, realizando ejercicios relacionados con órdenes de trabajo específicas, tanto de emergencia como programadas, así como los diversos recursos que deben ser integrados. Resulta crucial comunicar desde la gerencia hasta el personal técnico las ventajas que aportará la implementación del CMMS, los objetivos que la organización ha establecido en relación al mantenimiento y las metas que se pretenden alcanzar mediante el uso continuo del software.

Luego con los resultados que surjan de los indicadores, continuará la evaluación de los mismos y la búsqueda de soluciones a los desvíos encontrados con sus correspondientes propuestas de mejora.

Es necesario comprender que este proceso estará en constante evolución hasta que el equipo de trabajo logre la madurez necesaria y el proceso transcurra eficientemente, para ello será muy importante la fluidez de la comunicación en todos los sentidos, y de este modo garantizar que la implementación de la propuesta sea exitosa.

RELEVANCIA DE LA INTEGRACION DE LA PROPUESTA PARA EL DESEMPEÑO DE LAS AREAS DE LA EMPRESA

Al evaluar la incorporación de un software de gestión de mantenimiento en una organización, es crucial considerar las áreas que estarán vinculadas a dicha implementación, dado que la información generada por el software contribuirá al desarrollo de actividades y a la toma de decisiones para alcanzar los objetivos específicos de cada área y de la organización en su conjunto.

En lo que respecta a la **Gerencia General**, la obtención de informes sobre las diversas acciones, procesos y decisiones realizadas proporcionará una visión clara de la

disponibilidad de maquinaria y de la capacidad operativa, lo que facilitará la posterior toma de decisiones.

Para la **Gerencia Financiera**, la creación de información sobre los gastos del departamento de mantenimiento permitirá establecer políticas de presupuestos anuales y evaluar cómo estos gastos impactan en la producción. El sistema de gestión de mantenimiento no solo simplificará la programación y el seguimiento de las tareas de mantenimiento, sino que también recopilará y almacenará datos valiosos sobre los activos y el ciclo de vida de los equipos. Esta información es esencial para la toma de decisiones estratégicas relacionadas con la inversión en activos y la gestión del ciclo de vida de los equipos; al disponer de datos precisos sobre el rendimiento de los activos, los costos asociados al mantenimiento y la vida útil de los equipos, se podrán identificar oportunidades de mejora y optimización en la gestión de activos. Esto permite realizar decisiones informadas sobre la inversión en nuevos equipos, el reemplazo de activos obsoletos, la implementación de planes de mantenimiento, entre otras acciones.

A la **Gerencia de Producción**, el intercambio de información con la Gerencia de Mantenimiento será crucial, ya que el nivel de producción dependerá de la disponibilidad de las maquinarias. Esta interrelación es fundamental para la programación y cumplimiento de los tiempos de producción.

En cuanto a la **Gerencia de Mantenimiento**, el software facilitará el acceso a información esencial para diversas áreas, incluyendo historiales de máquinas, requerimientos de compras y reportes de mantenimiento. Además, permitirá al Gerente de esta área tener una visión clara del estado de los equipos e instalaciones, lo que le ayudará a realizar proyecciones basadas en las solicitudes de otras áreas. La implementación del software proporcionará datos que permitirán evaluar de manera eficiente el desempeño de los técnicos de mantenimiento, ya que esta herramienta posibilita llevar un registro detallado de las tareas realizadas por cada técnico y el tiempo que les toma completarlas. Asimismo, se podrán establecer indicadores clave de rendimiento (*KPIs*) para medir la eficiencia y productividad del departamento. Con esta información, los responsables del área de mantenimiento podrán identificar a los técnicos más eficientes y reconocer su buen desempeño, así como detectar áreas de mejora y ofrecer capacitación adicional a aquellos técnicos que lo requieran. Esto no solo optimiza el rendimiento individual de los técnicos, sino que también contribuye a aumentar la productividad del departamento en su conjunto. En el ámbito de Higiene y Seguridad Industrial, el software de gestión de mantenimiento permite un control exhaustivo de las actividades de mantenimiento, programar revisiones periódicas, realizar un seguimiento de las tareas ejecutadas y documentar las acciones

realizadas, lo cual es especialmente relevante en industrias que operan con maquinaria y equipos de alto riesgo. Asimismo, este software facilita la detección y rectificación oportuna de posibles fallas o desgastes en los equipos, ayudando a disminuir los riesgos de accidentes laborales y a reducir los tiempos de inactividad no programados, lo que se traduce en una mayor seguridad para los trabajadores y una mejora en la eficiencia operativa.

En relación con el **Depósito de Repuestos**, esta herramienta permite gestionar de manera efectiva los repuestos y materiales requeridos para las actividades de mantenimiento, evitando así la escasez de inventario y los retrasos en la reparación de los equipos, lo que resulta en una mayor disponibilidad de estos.

Para la **Gerencia de Compras**, este software proporciona un control preciso y actualizado de los repuestos y materiales necesarios para llevar a cabo las labores de mantenimiento. Esto previene pérdidas y optimiza el uso de los recursos, asegurando que siempre se disponga de los materiales necesarios para realizar las tareas de mantenimiento de forma oportuna, lo que se traduce en una mayor eficiencia en la ejecución de dichas tareas y en la reducción de costos relacionados con la adquisición y gestión de inventarios.

Se puede entender que un software de gestión de mantenimiento aporta beneficios significativos en términos de comunicación y coordinación entre los distintos equipos y departamentos involucrados en el mantenimiento de una empresa. Al implementar un sistema de gestión de mantenimiento, se establecen canales de comunicación claros y se facilita la colaboración entre los técnicos de mantenimiento, los responsables de compras de repuestos, los supervisores y otros actores clave de la empresa. Por lo que queda en evidencia que la incorporación de los activos intangibles (como el software de mantenimiento) tienen un impacto significativo en la mejora del rendimiento de los activos tangibles y, aún más, en la competitividad global de la organización.

CONSIDERACIONES QUE DEBERÁ TENER PRESENTE LA EMPRESA IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA

Dentro de los aspectos que deberá evaluar el personal de la empresa, que no serán analizados por el investigador en este trabajo por cuestiones de tiempo, se encuentran:

- Si la estructura organizativa, es la más apropiada en función a esta nueva estrategia propuesta, ya que en algunas instalaciones es más beneficioso contar con un único departamento central, mientras que en otras resulta más eficaz tener un departamento central junto con varios departamentos autónomos.

- La empresa deberá considerar la necesidad de emplazar terminales informáticas para la generación de las solicitudes de trabajo mediante un administrador de solicitudes por parte de los responsables de producción, lo que facilita todo el proceso de gestión de pedidos de trabajo y su posterior asignación de la orden de trabajo.
- Si el horario de trabajo del taller de mantenimiento se ajusta de manera óptima a las necesidades operativas, o si este debe modificarse para que se ajuste eficientemente a la nueva propuesta.
- Si la organización funcional (organigrama) es capaz de satisfacer adecuadamente las demandas, es fundamental examinar las necesidades, determinar qué puestos son imprescindibles y reorganizar el departamento en consecuencia.
- Si la cantidad de personal es la adecuada, o será necesario incorporar o redistribuir el personal para que se pueda implementar la propuesta desarrollada anteriormente.
- Determinar si es necesario la subcontratación del mantenimiento, debido a sobrecargas (paradas anuales, ...), trabajos para lo que existen empresas más preparadas y mejor dotadas (reparaciones específicas, soldaduras especiales, etc.), trabajos muy especializados para los que se requiera herramental específico (rebobinados de transformadores, recargues duros, rectificadores especiales), reducción de costes, al pasar unos costes fijos a variables, inspecciones reglamentarias con empresas homologadas.
- El proceso de formación deberá alinearse con las necesidades y responsabilidades específicas del personal, no es necesario capacitar a todos los operarios en todos los aspectos. La capacitación debe ser adaptada a cada rol, explicando la necesidad del cambio y la fuente de dicho cambio. Es fundamental evitar la capacitación prematura; esta debe sincronizarse con la fase de implementación. Los participantes en la formación deben aplicar de inmediato los conocimientos adquiridos. Se recomienda que la capacitación se realice lo más cerca posible del inicio del proyecto y que las sesiones sean breves.
- La empresa deberá considerar la necesidad de incorporar o determinar dentro del personal técnico un administrador del software de gestión seleccionado.
- La empresa deberá analizar y determinar donde instalará el software, es decir si el mismo se instala en un servidor en la propia empresa o se trabaja con un sistema en la nube.

Una vez que se hayan revisado todos estos aspectos y puesto en funcionamiento la estrategia, es necesario realizar las evaluaciones parciales para realizar las correcciones

necesarias ante cualquier desajuste y de esta manera reorganizar los recursos para que se alineen con las necesidades identificadas y los objetivos planteados.

CONCLUSION

Como se expresó en este trabajo, el contexto actual de las organizaciones con una considerable dotación de activos revela que las demandas de mantenimiento han incrementado en los últimos años. Por lo tanto, resulta pertinente que la evaluación de las estrategias de mantenimiento, la selección de las tareas y, en consecuencia, la gestión integral del mantenimiento dentro de la organización se realice de manera formal y responsable, evitando la improvisación y la aleatoriedad. Asimismo, los objetivos de la unidad responsable de la gestión del mantenimiento se establecerán en función del plan estratégico y del modelo de negocio de la organización. Es fundamental que la estrategia de mantenimiento se mantenga siempre en consonancia con los planes de negocio de la empresa, ya que su éxito depende de la consecución de los objetivos de mantenimiento y, a su vez, de los propios objetivos del plan de negocio de la organización.

Esta investigación partió de la problemática que presenta una empresa productora de embutidos cárnicos correspondiente a la falta de planificación del mantenimiento de sus equipos productivos, con todas las consecuencias que esto trae como se mencionó al inicio de este trabajo.

Para atender a esta problemática se desarrolló una propuesta en base al siguiente objetivo:

- ✓ *Objetivo General: Proponer la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento computarizado con el fin de disminuir las fallas y mejorar la disponibilidad en los equipos de planta de elaboración de productos cárnicos embutidos.*

Para lograr este objetivo se llevó a cabo un estudio con un enfoque mixto, fundamentado en la naturaleza de los datos recolectados y su análisis, para abordar la problemática de la investigación. En primer lugar, se realizó un análisis cualitativo con el fin de entender el funcionamiento del área de mantenimiento dentro de la empresa y establecer un diagnóstico sobre la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento. Además, se llevó a cabo un análisis bibliográfico que permitió profundizar en los temas relacionados a las estrategias de mantenimiento existentes y su influencia en la disponibilidad de los equipos. También se investigaron diversos sistemas computarizados para la gestión de mantenimiento, con el propósito de formular una propuesta que contemple los requerimientos, características y procedimientos necesarios para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora (CMMS).

En lo que respecta al análisis cuantitativo, se recopiló información disponible en la empresa para identificar la etapa del proceso en la que se presentan la mayor cantidad de fallas en los equipos, lo que permitió definir la unidad de análisis. Asimismo, se realizó una encuesta a los técnicos de mantenimiento del taller encargado de los equipos de la unidad de análisis, con el fin de evaluar su nivel de preparación para utilizar el sistema propuesto.

En términos de alcance, el presente estudio abarcó el proceso de producción de picado de embutidos cárnicos, excluyendo el proceso de matadero y faena de porcinos, así como la compra de insumos, materias primas y los procesos logísticos y administrativos.

Para alcanzar este objetivo principal, se plantearon los siguientes objetivos específicos donde se desarrollaron las etapas que se describen a continuación.

- *Objetivo específico N° 1: Diagnosticar el estado actual del sistema de gestión de mantenimiento en la planta.*

Para el logro de este objetivo, se llevaron a cabo entrevistas con los distintos responsables del departamento de mantenimiento, se examinó la información disponible en el taller de mantenimiento relacionada con los registros de las órdenes de trabajo internas, también se observaron las actividades realizadas por el supervisor del taller, con quien se revisaron los manuales de los equipos que son atendidos en dicho taller. Asimismo, se analizaron las funciones desempeñadas por los técnicos de mantenimiento durante los diferentes turnos de trabajo. Finalmente, se realizó una encuesta al personal técnico de mantenimiento con el objetivo de evaluar su nivel de preparación para utilizar el sistema. De este análisis surgió, que el sector de mantenimiento trabaja bajo una estrategia de mantenimiento correctivo, donde los equipos que mayor porcentaje de reparaciones tienen corresponden al proceso de picado, siendo también estos los que mayor porcentaje de horas de reparación necesitan. Sumado a esto se observó que no manejan indicadores de gestión de mantenimiento, y que los escasos registros que llevan que permitieron relevar la información anterior corresponden a los partes diarios que entregan los técnicos de mantenimiento a los supervisores finalizada la jornada laboral.

Con toda esta información obtenida se determinó cual es la situación actual del mantenimiento en la empresa AliFe, precisamente en el sector de picado, lo que sirvió de base para luego analizar la propuesta a desarrollar.

- *Objetivo específico N° 2: Evaluar las estrategias de mantenimiento y su impacto en la disponibilidad de los equipos.*

Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un estudio bibliográfico con el fin de ampliar el entendimiento acerca de las estrategias de mantenimiento, donde se examinaron las

diversas estrategias de mantenimiento, considerando sus beneficios y desventajas. Este análisis permitió sentar las bases teóricas que sustenten la propuesta.

Como respuesta a la misma surge la propuesta de implementación de la estrategia de mantenimiento preventivo, ya que la misma aplicada correctamente permite garantizar que los activos operen de manera confiable en todo momento. La necesidad de implementar mantenimientos preventivos se sustenta en que contribuye a prolongar la vida útil de los activos, reducir su depreciación, incrementar su fiabilidad y prevenir problemas de rendimiento.

Para la implementación de esta estrategia se definieron una serie de etapas a adoptar, donde se describieron la forma y herramientas que se deben aplicar para su puesta en marcha. También se desarrollaron una serie de recomendaciones para que la empresa pueda implementar la propuesta desarrollada.

Dentro de los principales desafíos que los encargados del mantenimiento tendrán en la implementación de esta estrategia se pueden definir de la siguiente manera:

1. Adopción de la cultura de mantenimiento preventivo,
2. Concientización sobre la importancia del cambio de estrategia,
3. Creación de procedimientos operativos,
4. Definición de responsabilidades y alcances,
5. Formación del personal,
6. Organización de actividades y monitoreo de las actividades,
7. Documentación de trabajos y condición de los equipos,
8. Generación de informes de mantenimiento,
9. Inventario de componentes y repuestos.

En la práctica, la puesta en marcha de estas estrategias de mantenimiento requiere de una considerable inversión de tiempo en la planificación, redacción de informes, elaboración de calendarios, así como en el registro de actividades y la gestión de las hojas de vida de los equipos. Se puede afirmar que la implementación de una estrategia de mantenimiento preventivo facilita una gestión más profesional, ya que proporciona un proceso que permite mantener bajo control la maquinaria sujeta a mantenimiento, así como la documentación oficial, fotografías o firmas que validen nuestro trabajo.

Como recomendaciones para la aplicación del mantenimiento preventivo se puede mencionar:

- Como se desarrolló en la teoría, la primera recomendación es tener bien en claro los objetivos del área y que estos estén alineados con los objetivos de la empresa,
- Es importante la correcta elección de indicadores para poder evaluar el proceso de mantenimiento preventivo y de este modo realizar los ajustes que sean pertinentes,
- Para el diseño de las actividades de mantenimiento preventivo es relevante tener en cuenta las sugerencias de los manuales brindados por los fabricantes de los equipos, en los mismos no solo se encuentra información sobre los repuestos, sugerencias de reemplazo de piezas y lubricantes y planos con las ubicaciones de las piezas de recambio, sino que también presentan un listado de posibles fallas y soluciones,
- Es necesario tener en cuenta la experiencia de los operadores de los equipos para avisos previos de ruidos extraños, ya que son ellos quienes están toda la jornada laboral en cercanías del equipo y pueden dar avisos mediante un superior ante alguna anomalía,
- Es clave la trayectoria que presentan los técnicos de mantenimiento atendiendo los equipos productivos, ya que se deberá tener presente en el diseño de las actividades de mantenimiento y sus correspondientes frecuencias,
- La información que puedan brindar los fabricantes y vendedores de repuestos y lubricantes sobre las opciones que presentan para cada una de las necesidades, ya que de esta manera se pueden ajustar frecuencias y hasta realizar mejoras,
- La formación del equipo de mantenimiento será clave para optimizar la productividad. Su participación en el proceso es esencial, ya que los beneficios superan los costos, un programa de capacitación bien diseñado puede reducir gastos, mejorar la calidad de los trabajos y fomentar un ambiente laboral positivo.

Se deberá tener en cuenta que, inicialmente, el costo de implementación de esta estrategia supera al del mantenimiento correctivo, dado que es necesario capacitar al personal interno o recurrir a servicios externos. Sin embargo, a medida que el equipo se deteriora, comienzan a manifestarse los beneficios.

- *Objetivo específico N° 3: Diseñar una propuesta para la implementación de un sistema computarizado de gestión de mantenimiento (CMMS).*

Para lograr este objetivo, se llevó a cabo una revisión de diferentes fuentes documentales y referencias disponibles acerca de los softwares de gestión de mantenimiento computarizados. Posteriormente, se realizó un análisis de la información recopilada con el fin de identificar el tipo de software de gestión de mantenimiento más adecuado para proponer.

Dentro de los diferentes tipos de software de gestión de mantenimiento existente, se planteó la utilización de un CMMS ya que este tipo de software facilita la planificación, el seguimiento y la optimización de las actividades de mantenimiento, asegurando que se lleve a cabo un mantenimiento proactivo cuando sea necesario. De este modo, se garantiza que los activos operen a su máxima capacidad, lo que a su vez contribuye a alcanzar niveles óptimos de productividad.

En síntesis, los CMMS no solo son esenciales para la administración del mantenimiento, sino que también constituyen una herramienta clave para fomentar una cultura de registro, la cual es indispensable para que la empresa optimice sus procesos y aproveche de manera eficiente los recursos disponibles.

Es imprescindible tener en cuenta que un CMMS representa una inversión significativa, lo que llevará a la empresa a evaluar el retorno de la inversión de la propuesta desarrollada, por lo tanto, si el software carece de una definición clara de éxito, se corre el riesgo de generar confusiones, por esta razón, es fundamental establecer requisitos precisos de éxito para que el CMMS seleccionado sea efectivo.

Aunque el software de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) optimiza las operaciones de mantenimiento, también implica un costo para la empresa. En este contexto, los encargados de su implementación deben asegurarse de que el sistema no solo genere ahorros económicos a largo plazo, sino que también mejore los procesos de mantenimiento.

Un indicador que utilizó para analizar la adquisición de un CMMS o para evaluar su impacto tras un periodo de uso es el ROI (Retorno de la Inversión), que permite evaluar el valor obtenido de la implantación del software de gestión en relación con la inversión realizada en un periodo determinado. Como se indicó en párrafos anteriores los valores de los CMMS que se utilizaron son los obtenidos en las páginas de los proveedores de softwares, y el Costo de Mantenimiento determinó en función a la información brindada por la empresa. Como el resultado obtenido es positivo, indica que la inversión en el mismo es beneficiosa para la empresa.

Por último, en el cuadro que se observa a continuación se expresa un resumen de las principales mejoras que se esperan en las funcionalidades de la empresa antes y después de la aplicación del CMMS, Figura N° 31:

Figura N° 31. Mejoras en las funcionalidades del área de mantenimiento con la implementación de un CMMS.

Funcionalidad	Antes del CMMS	Después del CMMS
Ordenes de trabajo	Gestión manual, con errores, sistemas deficientes	Automatización del flujo de trabajo, asignación y seguimiento eficiente
Programación mantenimiento preventivo	Sin programación	Programación de actividades automaizada bajo calendario
Registro de activos	En papel, con errores	Información centralizada, con actualización en tiempo real, identificaciones únicas
Integraciones	Ingreso manual de información	Flujo de datos automático, menos errores, eficiencia en el flujo de información, mejora en el análisis.
Análisis de datos e informes	No se realizan con normalidd, solo casos puntuales	Análisis automatizados, informes programables, indicadores precisos
Monitorización de activos	Limpieza, lubricaciones, inspecciones visuales. Sin informes en tiempo real	Información en tiempo real, planificación de las rutinas de control, diagnsticos precisos
Solicitudes de mantenimiento	Sistema manual, mediante llamado telefónico o aviso verbal	Asignación progmada, actualización en tiempo real
Planificaciónn y seguimiento	Falta de planificación y seguimiento de las actividades	Planificación basada en datos, con planes de control yevaluación de resultados

Fuente: Elaboración Propia.

La propuesta planteada introduce un cambio de paradigma en la concepción del mantenimiento para la empresa, se transita de un enfoque centrado exclusivamente en el mantenimiento correctivo a un modelo que busca mejoras mediante la implementación de mantenimiento preventivo. Esto implica una transición de operar los equipos hasta su fallo, lo que genera tiempos de inactividad, a un enfoque que maximiza el valor de los equipos y permite anticipar fallos, facilitando así la programación de los tiempos de inactividad en beneficio de la empresa.

La gestión de la información y los datos relacionados con los equipos se incrementa significativamente gracias a las mejoras propuestas, la adopción de decisiones fundamentadas en evidencia representa otro de los cambios significativos que este proyecto introduce. La recopilación de información, la evaluación de indicadores y el análisis de fallos permiten abordar situaciones que, de otro modo, quedarían fuera de control. Cuando la propuesta tome la madurez necesaria podrá hacerse extensiva la incorporación de los equipos correspondientes a las demás áreas en el software de gestión

mantenimiento, lo que favorecerá la proyección de la empresa a niveles que no serían alcanzables en su estado original, llegado este momento, requerirá seguramente nuevas para su implementación.

Por su parte la implementación de la propuesta presenta las siguientes limitaciones:

- *Resistencia al cambio del personal técnico:* los técnicos de mantenimiento pueden preferir métodos tradicionales (papel o experiencia propia) y no adoptar fácilmente el uso del sistema.
- *Datos iniciales incompletos o incorrectos:* para que el sistema funcione bien, necesita información precisa sobre equipos, historial de mantenimiento, repuestos, etc. Si no se cuenta con estos datos, su efectividad se reduce.
- *Curva de aprendizaje:* el personal necesita capacitación para usar correctamente el sistema, lo que puede consumir tiempo y recursos.
- *Integración con otros sistemas empresariales:* puede ser difícil vincular el sistema de gestión de mantenimiento CMMS con otros sistemas informáticos como compras o gestión de recursos humanos, etc.
- *Falta de mantenimiento del propio sistema:* Si no se actualiza o audita el sistema regularmente, puede volverse obsoleto o ineficaz con el tiempo.
- *Sobrecarga administrativa:* Si no se automatizan bien los procesos, el sistema puede generar más trabajo administrativo que operativo.
- *Dependencia tecnológica:* Si falla el software, la red o el servidor, el mantenimiento puede verse paralizado temporalmente si no hay un plan de contingencia.

Para finalizar, el investigador entiende como condición importante para la implementación de la propuesta el compromiso de todo el personal involucrado para dicho cambio, desde la alta gerencia de la empresa, pasando por los responsables de su diseño y los encargados de su ejecución, ya que de este compromiso dependerá el éxito de la propuesta.

RECOMENDACIONES:

- Como primera recomendación, una vez que se ha llevado a cabo la implementación de la estrategia de mantenimiento preventivo, es fundamental realizar un seguimiento continuo de este proceso. Esto permitirá que el mantenimiento no sea un procedimiento estático, sino que se adapte de manera dinámica a las necesidades cambiantes de la empresa, las cuales dependen de factores como la producción, el entorno en el que están ubicadas las máquinas, el nivel de conocimiento sobre ellas y la experiencia del personal técnico, entre otros.
- Por su parte, el encargado de la implementación de esta propuesta deberá dar a los ejecutores un tiempo prudencial, ya que todo cambio requiere de un período de adaptación y aceptación, más aún cuando este personal arrastra varios años desarrollando las tareas de la misma manera.
- Una vez que la propuesta este implementada y funcione correctamente, esta se deberá hacer extensiva a los equipos que se emplean en los demás sectores productivos hasta abarcar la totalidad de la empresa.
- Será necesario mejorar la comunicación interna entre los departamentos de mantenimiento, producción, y almacén. Esto permitirá asegurar el cumplimiento de los mantenimientos en las fechas establecidas en el plan anual, evitando así la pérdida de la planificación y la prolongación de los períodos de ejecución. De esta manera, se protegerán los procesos productivos y se mantendrán los sistemas de manutención, garantizando la operatividad y el funcionamiento de los equipos y maquinarias, y previniendo paradas inesperadas o interrupciones debidas a la falta de mantenimiento preventivo programado.
- Es aconsejable realizar un inventario detallado de todos los repuestos y materiales que forman parte de los equipos críticos, dado que la información disponible sobre estos es limitada. Además, en algunos casos, se han incorporado componentes de diferentes marcas y especificaciones a los originales de los equipos, lo que incrementa el riesgo de fallos o interrupciones inesperadas.
- Es aconsejable desarrollar un presupuesto anual destinado a los gastos operativos de los equipos esenciales de la empresa, así como realizar una proyección de los costos

asociados al mantenimiento correctivo y a la reposición de componentes, insumos o piezas. Esto permitirá un seguimiento detallado de los gastos generados por los mantenimientos preventivo, y correctivo, facilitando así la evaluación de su comportamiento a lo largo de los años.

- Por otro lado, a futuro será importante acompañar la estrategia propuesta con actividades de mantenimiento predictivo, aquí la premisa fundamental de esta metodología es llevar a cabo una intervención únicamente cuando sea necesario sustituir una pieza o componente que presenta signos de deterioro que podrían comprometer el rendimiento del equipo. Se sugiere aplicar este enfoque en situaciones donde el costo de reemplazo de los equipos es elevado o cuando la función del equipo es crítica para la operación de la empresa. Para evaluar la condición del equipo, se realiza un monitoreo periódico de ciertas variables, se analizan las tendencias y se comparan con patrones o valores de referencia establecidos. A partir de las desviaciones observadas, es posible "predecir" el nivel de desgaste actual del equipo. Con el conocimiento de la condición presente y la vida útil restante del componente, se determina el momento más adecuado para su reemplazo. Es importante señalar que el costo de implementación de este enfoque es superior al del mantenimiento preventivo, ya que requiere la intervención de personal especializado y el uso de instrumentos para la medición y registro de variables. Entre los instrumentos más comunes se encuentran los que miden vibraciones, sonidos, temperaturas, análisis de aceite y presión. Estas tareas pueden ser contratadas a terceros que brinden este servicio, no necesariamente debe ser implementadas por el personal de la empresa, ya que los equipos a utilizar son muy costosos.

BIBLIOGRAFIA

- Asociación Española de Normalización . (2018). *Unión Normalización Española*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2024, de <https://www.une.org>
- Behar Rivero, D. (2008). *Metodología de la Investigación*. Caracas, Venezuela: Shalom. Recuperado el 06 de Agosto de 2024, de <http://187.191.86.244/rceis/wp-content/uploads/2015/07/Metodolog%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n-DANIEL-S.-BEHAR-RIVERO.pdf>
- Cabello, J. (2002). *Propuesta doctrinal para la elección de un programa de mantenimiento*. Universidad de Málaga. Málaga: Universidad de Málaga. Recuperado el 28 de Septiembre de 2024, de <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/2572>
- Cáceres, M. (2004). Cómo Incrementar la Competitividad del Negocio mediante Estrategias para Gerenciar Mantenimiento. *VI Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento*. Distrito Federal: <https://www.mantenimientomundial.net/>. Recuperado el 05 de Julio de 2024, de <https://www.mantenimientomundial.net/notas/competitividad.pdf>
- Cárcel Carrasco, J. (2012). Modelo de Mantenimiento Operativo en Explotación, Orientado a la Mejora de la Fiabilidad y Eficiencia Energética , Basado dn las Técnicas de Gestión del Conocimiento. *Doctorado de la Universidad Politécnica de Valencia*. Recuperado el 10 de Julio de 2024, de <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/16549>
- Cholasuke, C., Bhardwa, R., & Antony, J. (2004). The status of maintenance management in UK manufacturing organizations: Results from a pilot survey. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 10(1), 5-15. doi:<https://doi.org/10.1108/13552510410526820>
- Corral de Franco, Y., Muñoz, I., & Corral, A. (2019). *La invstigación: datos, normas, acopio de datos e informe final* (1° ed.). Caracas, Venezuela: Fondo Editorial. Recuperado el 05 de Agosto de 2024, de https://www.academia.edu/44419217/LA_INVESTIGACI%C3%93N
- Crespo Márquez, A., & Gupta, J. (2006). *Contemporary Maintenance Management: Process, Framework and Supporting Pillars* (Vol. 34). Omega. Recuperado el 24 de Septiembre de 2024, de <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.11.003>
- Cuatrecasas Arbós, L. (2012). *Gestión del mantenimiento de los equipo productivos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- CXP Group. (2018). *Digital Industrial Revolution with Predictive Maintenance*. Londres: CXPgroup. Recuperado el 30 de Septiembre de 2024, de https://www.ge.com/digital/sites/default/files/download_assets/PAC_Predictive_Maintenanc_e_GE_Digital_Executive_Summary_2018_1.pdf
- Erbes, A., Gutman, G., Lavarello, P., & Robert, V. (2019). *Industria 4.0: oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Recuperado el 17 de Octubre de 2024, de <https://hdl.handle.net/11362/44954>
- Etchegno, R. D. (2013). Tesis Posgrado Universidad Nacional del Sur. *Mantenimiento Basado eb la Ingeniería Argentina*. Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional del Sur. Recuperado el 5 de Junio de 2024, de <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/3736>
- Eurofins. (30 de Abril de 2024). www.eurofins-environment.es. Recuperado el 30 de Octubre de 2024, de <https://www.eurofins-environment.es/es/cmms-mantenimiento-que-es/>

- Facultad Ciencias Exactas y Naturales de Córdoba. (Marzo de 2022). *Facultad Ciencias Exactas y Naturales*. (U. d. Digital, Ed.) Recuperado el 10 de Octubre de 2024, de <https://fcefyn.unc.edu.ar/facultad/secretarias/extension/unidad-transformacion-digital/novedades-utd/industria-40-en-argentina/>
- Fracttal. (s.f.). *Fracttal*. Recuperado el 01 de Noviembre de 2024, de <https://www.fracttal.com/es/guias-mantenimiento/que-es-un-cmms>
- Fraener, J. (16 de Junio de 2021). El estado actual de la función de mantenimiento. *Las industrias manufactureras se enfrentan a problemas urgentes en medio de un resurgimiento*. (S. d. PLanta, Entrevistador) Recuperado el 01 de Octubre de 2024, de <https://www.plantengineering.com/articles/the-current-state-of-the-maintenance-function/>
- García Garrido, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mnatenimiento*. Madrid, España: Díaz de Santos S. A. Recuperado el 10 de Junio de 2024, de https://drive.google.com/file/d/1wKg7rnVW_64u4tcO_I6-oCpfTvsvEnZx/view
- García Sierra, J., Cárcel Carrasco, J., & Mendoza Valencia, J. (2019). Importancia del mantenimiento, aplicación a una industria textil y su evolución en eficiencia. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 8(2). doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n2e30.50-67>
- Gobierno de Argentina. (1967). *CODIGO ALIMENTARIO ARGENTINO*. Recuperado el 01 de Agosto de 2024, de NORMAS PARA PRODUCCION, ELABORACION Y CIRCULACION DE ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO EN TODO EL PAIS: <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>
- Gobierno de Canadá;. (2000). *Sistemas de Gestión de Mantenimiento*. (E. s. Canadá, Ed.) Recuperado el 22 de 07 de 2024, de : <http://publications.gc.ca/collection/Collection/P25-5-2-2000E>
- Gómez Mendoza, A., Deslauriers, J.-P., & Piedrahita, M. (2015). *Cómo dirigir trabajos de grado, tesis de maestría y doctorado*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Recuperado el 11 de Agosto de 2024, de https://www.researchgate.net/publication/332082556_COMO_DIRIGIR_TRABAJOS_DE_GRADO_TESIS_DE_MAESTRIA_Y_DOCTORADO_Representacion_proceso_y_oficio
- Gonçalves, T. (2023). <https://fiixsoftware.com/>. Recuperado el 05 de Noviembre de 2024, de <https://fiixsoftware.com/blog/15-benefits-of-a-cmms/>
- González Fernández, F. (2005). *Teoria y practica del mantenimiento industrial avanzado* (2ª ed.). Madrid, España: Fundación Confemetal. Recuperado el 15 de Agosto de 2024, de https://www.academia.edu/40352169/Teoria_y_Practica_Del_Mantenimiento_Industrial_Avanzado_2a_Ed?sm=b
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed.). Distrito Federal, México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. Recuperado el 07 de Agosto de 2024, de <https://www.digitalrepositorio.com/items/show/2>
- Kans, M. (2008). An approach for determining the requirements of computerised maintenance management systems. *Computers in Industry*, 59(1). doi:<https://doi.org/10.1016/j.compind.2007.06.003>.
- Khairy, A., & Prabhakar Murthy, D. (2008). *Complex System Maintenance Handbook*. Londres: Springer London.

- Kobbacy, K., & Murthy, D. (2008). *Manual de Mantenimiento de Sistemas Complejos* (1 ed.). Londres: Springer Londres. doi:10.1007/978-1-84800-011-7
- Labib, A. (2004). A decision anlysis model for maintenance policy selection using a CMMS. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 10(3). doi:DOI:10.1108/13552510410553244
- Lara, A. (Enero de 2021). *Amperonline.com*. Recuperado el 20 de Junio de 2024, de CMMS – Sistema de Mantenimiento Preventivo Computarizado: <https://amperonline.com/papers/cmms-sistema-de-mantenimiento-preventivo-computarizado/>
- Maresma Hernández, Y. (Septiembre de 2016). Contabilidad de costos ambientales en la industria cárnica, recomendaciones para su desarrollo. *Ciencias Holguin*, 22(03), 1-14. Recuperado el 06 de Julio de 2024, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181546432001>
- Medrano Márquez, J., González Ajuech, V., & Díaz León Santiago, V. (2017). *Mantenimiento Técnicas y Aplicaciones Industriales*. Ciudad dev México, México: Grupo Editorial Patria. Recuperado el 22 de Agosto de 2024, de https://www.academia.edu/107073274/MANTENIMIENTO_TECNICAS_Y_APLICACIONES_1
- Monje, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa*. Neiva, Colombia: Universidad Surcolombiana. Facultad de Ciencias Sociales y Periodismo. Recuperado el 10 de Agosto de 2022, de <http://carmonje.wikipaces.com/file/messages/Monje+Carlos+Arturo+-+Guía+didáctica+Metodología+de+la+investigación.pdf>
- Montilla Montaña, C. (2016). *Fundamentos de mantenimiento industrial* (1° Ed. ed.). Pereira, Colombia: Editorial Universidad Tecnológica de Pereira. doi:<https://doi.org/10.22517/9789587224092>
- Mora Gutiérrez, A. (2009). *Mantenimiento - Planeamiento, Ejecución y Control* (1° ed.). Distrito Federal, México: Alfaomega Grupo Editor. Recuperado el 26 de Agosto de 2024, de https://www.academia.edu/37071909/Libro_Mantenimiento_Alberto_Mora_1ed_1_
- Motta, J., Moreno, H., & Ascúa, R. (2019). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Recuperado el 10 de Marzo de 2024, de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45033-industria-40-mipymes-manufactureras-la-argentina>
- Olarte, W., Botero, A., & Cañón, B. (2010). Importancia de mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia Et Technica*, 16(44). doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316066>
- Pérez Rondón, F. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial* (Primera ed.). Bucamranga, Colombia: Ediciones USTA. Recuperado el 03 de Junio de 2024, de <https://repository.usta.edu.co/>
- Pillado Portillo, M., Castillo Pérez, V., & Riva Rodríguez, J. (Junio de 2022). Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la confiabilidad de las máquinas. *Revista Iberoamerican pra la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(24). doi:<https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1218>
- Pintelon, L., Sirivas Kumar, P., & Vereecke, A. (2006). Evaluación de la eficacia de las estrategias de mantenimiento. *Revista de Calidad en Ingeniería de Mantenimiento*, 12(1). doi:<https://doi.org/10.1108/13552510610654501>

- Rao, M. (16 de Febrero de 2025). *Facilio*. Recuperado el 17 de Febrero de 2025, de Sistema de gestión de la máquina GMAO. Precios de CMMS: una guía completa sobre los costos de gestión de mantenimiento.: <https://facilio.com/blog/cmms-pricing/>
- Rojas Soriano, R. (1981). *Guía para relizar investigaciones sociales* (6ª ed.). México, México: UNAM. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Recuperado el 12 de Agosto de 2023
- Scianca Luxen, F. (2013). Tesis de Posgrado MBA - Escuela de Negocios. *PREDITECH: Plataforma de Gestión de Mantenimiento Integral*. Ciudad Autonoma de Buenos Aiores, Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 07 de Julio de 2024, de <https://repositorio.udea.edu.ar/jspui/bitstream/10908/23468/1/%5bP%5d%20%5bW%5d%20MBA%20Scianca%20Luxen%2c%20Fernando%20David.pdf>
- Software Development UK. (20 de Septiembre de 2024). *Softwaredevelopment.co.uk*. Recuperado el 18 de Enero de 2025, de <https://www.softwaredevelopment.co.uk/blog/what-is-the-cost-of-cmms-software/>
- Suñagua Flores, W. (Junio de 2022). Gestión del Mantenimiento en la Empres La Estrella SRL. *Basado en el empleo del Sistema Computarizado y Administración del Mantenimiento (CMMS)*. La Paz, Bolibia: Universidad Mayor de San Andrés. Recuperado el 10 de Junio de 2024, de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/30675>
- Tavares, L. (2000). *Administración Moderna de Mantenimiento* (1ª ed.). Río de Janeiro, Brasil: eBook. Recuperado el 20 de Agosto de 2024, de https://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/22147/mod_resource/content/1/Lourival%20Tavare%20-%20administracion-moderna-de-mantenimiento.pdf
- Tavella, A. (2022). Maestría en Gestión de Operaciones. *Planificación y Programación del Mantenimiento Preventivo Anual para garantizar la sustentabilidad de las operaiones*. Recuperado el 2024 de Julio de 18, de <https://riu.austral.edu.ar/handle/123456789/2045>
- Villada Duque, F. (10 de 1998). El Mantenimiento Como Estrategia Competitiva. *Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia*, 10(17). doi:<https://doi.org/10.17533/udea.redin.325795>
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristianpoller, F., Barbera , L., & Crespo, R. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento. *Revista Chilena de Ingeniería*.
- Zafra Rodriguez, C., Méndez Martín, F., & Reyes Moreno, A. (Julio de 2017). *Consortio Latinoamericano y del Caribe de Instituciones de Ingeniería*. Recuperado el 04 de Junio de 2024, de LACCEI: https://laccei.org/LACCEI2017-BocaRaton/work_in_progress/WP33.pdf

ANEXOS

ANEXO N° 1: ENTREVISTA GERENTE DE MANTENIMIENTO

1. ¿Cuál es su formación académica y experiencia profesional en el área de mantenimiento?

Rta.: Ingeniero Mecánico, hace más de 20 años que me desempeño en el área de mantenimiento, 10 ya ocupando puestos de mandos medios y altos.

2. ¿Cuántos años hace que trabaja en AliFe?

Rta.: En AliFe hace 5 años que me desempeño en la posición de Gerencia.

3. ¿Siempre se desempeñó en este puesto?

Rta.: Sí, desde que ingresé me desempeño en este puesto.

4. ¿De qué nivel jerárquico son sus decisiones dentro del área?

Rta.: Las decisiones que tomo son de nivel estratégico, llevado adelante formulación de la estrategia del sector, junto con la determinación de los objetivos, gestionando el presupuesto asignado al mantenimiento, maximizando el uso de los recursos y garantizando la compra de piezas de repuesto y equipos imprescindibles. Además, tomo decisiones sobre la adopción de nuevas tecnologías y procedimientos con el fin de incrementar la eficiencia y la fiabilidad de las operaciones de mantenimiento. Trabajo en conjunto con otros departamentos de la empresa para coordinar proyectos y solucionar inconvenientes.

5. ¿Cómo es el organigrama del área de mantenimiento?

Rta.: El área de mantenimiento se forma de la siguiente manera, Gerente Mantenimiento; Jefe Mantenimiento; Supervisores del Taller Central (uno turno mañana y uno turno tarde), Supervisores de Talleres Satélites 1, 2 y 3 (uno por cada taller en un solo turno); Supervisores Taller Electricidad (uno turno mañana y uno turno tarde); Supervisor de Almacenes (uno en un solo turno) y los colaboradores correspondientes a cada uno de los talleres y almacén.

6. ¿Tienen definidos los objetivos del área de mantenimiento?

Rta.: Sí, los objetivos del área están implícitamente definidos.

7. ¿Qué estrategia están implementando actualmente en la empresa?

Rta.: La estrategia de mantenimiento que se está aplicando es la de mantenimiento correctivo. Esto nos esta generando ineficiencias en el área, como demoras en las reparaciones, muchas horas de reparación por no tener los repuestos disponibles, etc.

8. ¿Piensa que la estrategia implementada es la adecuada o podría implementar otra estrategia?

Rta.: No, pienso que deberíamos comenzar a aplicar otro tipo de estrategia que este acorde las nuevas exigencias de la empresa para mejorar/mantener la disponibilidad de los equipos.

9. ¿En caso de comenzar a implementar otra estrategia, cuál sería?

Rta.: Pienso que podríamos aplicar una estrategia de mantenimiento preventivo, donde a través de planes de mantenimiento podamos generar rutinas de actividades de mantenimiento, bajo calendario, para garantizar la disponibilidad de los equipos productivos.

10. ¿Trabajan con un plan de mantenimiento general o por equipos?

Rta.: No, no tenemos planes de mantenimiento con actividades rutinarias de control para los equipos productivos.

11. ¿Llevan algún tipo de registros de mantenimiento para generar indicadores del área?

Rta.: No, se llevan registros de indicadores. Solo se generan partes diarios donde los técnicos registran los trabajos que realizaron en la jornada. Pero actualmente no tenemos una gestión de indicadores de mantenimiento.

12. ¿Utilizan indicadores para la medición del rendimiento de mantenimiento?

Rta.: Como se mencionó en la pregunta anterior, no estamos trabajando con indicadores.

13. ¿Qué tecnologías implementa o piensa implementar en el área de mantenimiento para mejorar la eficiencia, como la automatización, IoT o el mantenimiento predictivo?

Rta.: En este momento, considero que sería conveniente implementar un software que facilite la gestión de las actividades de mantenimiento. Esto nos permitiría recopilar y manejar el flujo de información generado, lo cual es fundamental para la toma de decisiones, y en el futuro, posibilitaría la creación de indicadores de gestión.

14. ¿Utilizan algún tipo de software de gestión mantenimiento? ¿Cuál?

Rta.: No, no utilizamos software de gestión de mantenimiento.

15. ¿Considera necesario la utilización de un software de gestión de mantenimiento? ¿Por qué?

Rta.: Si, considero que sería necesario. Esto permitiría eficientizar la gestión del mantenimiento en la empresa y mejorar la toma de decisiones, la respuesta de nuestros técnicos ante las reparaciones y el manejo de la información.

16. ¿Conoce los diferentes tipos de software de gestión de mantenimiento?

Rta.: Si, conozco que existen diferentes opciones. Entiendo que existen softwares estándar o que se adaptan a las necesidades y requerimientos de cada empresa. También que existen diferentes modalidades en cuanto a su ubicación in situ o en la nube como otras aplicaciones.

17. En caso de no utilizar, ¿Qué tipo de software utilizaría?

Rta.: Para determinar el tipo de software a utilizar deberíamos hacer un análisis de las diferentes opciones disponibles en el mercado de acuerdo a nuestras necesidades y también los costos de implementación de estos softwares.

ANEXO N° 2: ENTREVISTA JEFE DE MANTENIMIENTO

1. ¿Cuántos años hace que trabaja en AliFe?

Rta.: Hace 5 años que trabajo en la empresa.

2. ¿Siempre se desempeñó en este puesto?

Rta.: Si, siempre me desempeñé en esta posición.

3. ¿De qué nivel jerárquico son sus decisiones dentro del área?

Rta.: Llevo a cabo actividades de nivel táctico en el sector.

4. ¿Cuáles son las funciones y responsabilidades clave que desempeña como jefe de Mantenimiento?

Rta.: Las funciones que desempeño incluyen la coordinación con otras áreas para asegurar la disponibilidad de equipos o instalaciones necesarias para las tareas de mantenimiento. Además, gestiono la asignación de recursos para el desarrollo de las actividades del sector, defino el perfil del personal a contratar y se coordina el trabajo con terceros. También superviso las labores realizadas, estableciendo prioridades para los supervisores y colaborando con ellos para identificar las necesidades de capacitación de los colaboradores de nivel operativo en el sector.

5. ¿Cómo es la operatoria del área de mantenimiento?

Rta.: El Gerente se encarga de las actividades estratégicas, yo de las actividades tácticas colaborando con los supervisores quienes se encargan de la gestión de actividades de los técnicos que tienen a su cargo, estos últimos se encargan de las tareas operativas del sector.

6. ¿Cómo coordina con otros departamentos (producción, calidad, etc.) para asegurar que las operaciones de mantenimiento se alineen con las necesidades de la empresa?

Rta.: Se realizan reuniones de coordinación con las demás áreas para tratar los eventos ocurridos y los pedidos que surgen de acuerdo a las necesidades de las diferentes áreas.

7. ¿Como le llega el pedido de reparación a cada taller?

Rta.: Los pedidos llegan por pedidos verbales presenciales, es decir personal que necesita de mantenimiento se acerca al taller correspondiente o a través de un llamado telefónico.

8. ¿Cómo es la gestión cuando se presenta una avería?

Rta.: Normalmente cuando un técnico detecta una avería, informa a su superior mediante un diagnóstico y luego el superior en función de la severidad del problema

toma directamente una decisión de avanzar o se comunica con el jefe para tomar una determinación de como continuar.

9. ¿Presentan un solo taller o varios?

Rta.: Contamos con un taller central, donde se atienden diferentes trabajos a toda la planta desde las instalaciones de los diferentes servicios, como así también la parte eléctrica y mecánica de los equipos productivos y de servicio.

10. ¿Cómo se componen los talleres?

Rta.: cada taller tiene uno o dos supervisores y diferentes cantidades de técnicos repartidos entre los tres turnos para asistir a los sectores productivos que tienen a su cargo.

11. ¿Tienen definidos cuáles son los equipos críticos de cada sector?

Rta.: No explícitamente, si tomamos como equipos prioritarios o importantes a aquellos equipos donde no hay un back-up y pueden provocar una parada en la línea de producción.

12. Actualmente, ¿Se llevan adelante trabajos rutinarios en los equipos productivo?

Rta.: Solo algunas lubricaciones, limpiezas y actividades de apoyo a producción como el armado y desarmado de equipos (actividad que estamos por dejar de hacer, para que la realice producción). El resto son actividades correctivas de reparación y/o reemplazo de componentes cuando la situación los amerite.

13. ¿Tienen definido un procedimiento para realizar las reparaciones de los equipos?

Rta. No tenemos un procedimiento definido formalmente, es decir un documento o plan para realizar los diferentes trabajos que se requieren.

14. ¿Utiliza algún sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (CMMS)?

Rta.: No, en la empresa no utilizamos ningún sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora.

15. ¿Conoce los diferentes tipos de sistemas de gestión asistido por computadora (CMMS)?

Rta.: Si, tengo conocimiento de la existencia de diferentes softwares y sus características principales.

16. En caso de no implementar un CMMS, ¿Considera que sería beneficioso para el área la implementación de un sistema de gestión asistido por computadora?

Rta.: Si considero que sería una gran mejora para nuestras actividades la implementación de un software de gestión de mantenimiento, esto nos permitiría

mejorar no solo en las actividades directas de mantenimiento, sino también en nuestros informes y el manejo de información para la toma de decisiones.

ANEXO N° 3: ENTREVISTA SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

1. ¿Cuántos años hace que trabaja en AliFe?

Rta.: Aproximadamente 10 años hace que trabajo en la empresa.

2. ¿Siempre se desempeñó en este puesto?

Rta.: Si, siempre me desempeñé en el mismo puesto de trabajo.

3. ¿De qué nivel jerárquico son sus decisiones dentro del área?

Rta.: Las decisiones que tomo en este puesto son de carácter táctico y operativo.

4. ¿Cuáles son las funciones y responsabilidades clave que desempeña como jefe de Mantenimiento?

Rta.: Dentro de las funciones que realizó puedo mencionar que asigno tareas al equipo técnico, establezco los horarios laborales y superviso el cumplimiento de los plazos establecidos para las diferentes actividades que se planifican. Además, llevo a cabo evaluaciones del rendimiento tanto individual como grupal, identificando las necesidades de formación, y gestionando la resolución de conflictos mediante la mediación entre los integrantes del equipo. También soy responsable del control de inventarios de repuestos y herramientas, realizando pedidos cuando es necesario, así como de la gestión del stock para optimizar el funcionamiento del sector. Sumado a todo lo mencionado, efectúo las inspecciones pertinentes para asegurar el cumplimiento de las normativas de seguridad y participo en la investigación de incidentes y accidentes.

5. ¿Cómo define usted la estrategia de mantenimiento dentro de la empresa y cuál es su impacto en la eficiencia operativa?

Rta.: La estrategia de mantenimiento actualmente implementada es la de mantenimiento correctivo. Esta situación está provocando ineficiencias en el área, tales como retrasos en las reparaciones y un elevado número de horas dedicadas a la reparación debido a la falta de repuestos disponibles, entre otros inconvenientes.

6. ¿Cuáles son los principales retos que enfrenta el taller de mantenimiento en la alineación con los objetivos estratégicos de la empresa?

Rta.: Actualmente el mayor reto es mejorar nuestra gestión para aumentar la disponibilidad de los equipos, es decir tomar las acciones necesarias para garantizar el funcionamiento continuo de los equipos evitando las paradas no programadas de los mismos. Es decir, realizar actividades que permitan

anticiparnos a las roturas o fallas de los equipos, para que estos estén en las mejores condiciones para las necesidades de producción.

7. ¿Qué tecnologías o herramientas de software utilizan en el área de mantenimiento?

Rta.: Actualmente no estamos utilizando softwares específicos de mantenimiento. Los trabajos que se van realizando se detallan en el parte diario que completa los técnicos de mantenimiento finalizada la jornada laboral, luego estos se cargan en una planilla de Excel.

8. ¿Cómo cree que podría impactar la digitalización (IoT, inteligencia artificial, big data) en la gestión de mantenimiento?

Rta.: Creo que permitiría mejorar la gestión del mantenimiento. Entiendo que estas herramientas permiten por ejemplo la recopilación de datos en tiempo real, los dispositivos IoT con sensores recogen información crítica sobre el rendimiento de los equipos. El monitoreo continuo, permite supervisar activos de forma remota, identificando fallos tempranamente. A su vez, mediante el mantenimiento predictivo se analizan datos para prever necesidades de mantenimiento y programar intervenciones proactivas.

Con el uso de Inteligencia Artificial se logran procesar grandes volúmenes de datos, identificando patrones y anomalías; utilizando modelos predictivos para anticipar fallos y aplicar medidas preventivas. Mediante Big Data se logra almacenar y procesar grandes conjuntos de datos generados por IoT. Todos estos beneficios tecnológicos conllevan a la reducción de costos.

9. ¿Cómo es la metodología de trabajo del taller?

Rta: Los talleres tienen la responsabilidad de llevar a cabo las tareas de reparación de los equipos que están bajo su supervisión. Cada uno de estos talleres cuenta con un supervisor y un equipo de técnicos que trabajan en diferentes turnos, compuesto por tres técnicos por turno: dos especializados en mecánica y uno en electricidad.

Recibo las solicitudes de trabajo, generalmente son avisos de manera presencial por parte del personal de producción o a través de llamadas telefónicas. Luego de analizar la solicitud asigno a los técnicos para que realicen el diagnóstico y, posteriormente, la ejecución o programación de las reparaciones, basándome en el diagnóstico proporcionado por el técnico. A continuación, evalúo la criticidad de la situación y decido si se procede con la reparación o si es necesario solicitar autorización al nivel jerárquico superior para avanzar con la reparación, lo cual está condicionado por el ámbito de decisión de cada nivel jerárquico. En lo que respecta

a repuestos, consulto en los manuales o apuntes propios para identificar las piezas necesarias, verificando luego la disponibilidad en el depósito y, si hay existencias, informa a producción sobre el tiempo estimado para la reparación y coordina el proceso. Una vez que se completa la reparación, se notifica a producción que el equipo está nuevamente en funcionamiento

10. ¿Cuántos técnicos tiene a su cargo? ¿Todos en un solo turno?

Rta.: Superviso tres técnicos por turno, dos de especialidad mecánica y uno de especialidad eléctrica. La empresa trabaja en tres turnos de 8 hs (Rotativos) de Lunes a Viernes y tres turnos de 6 hs los Sábados.

11. ¿Como es la jornada laboral del Taller?

Rta.: las funciones principales de los técnicos del sector son realizar el armado y desarmado de los equipos de producción en el primer y último turno, como así también los reemplazos de consumibles de acuerdo a los pedidos de producción (trabajo que realizan los mecánicos). Los mecánicos realizan las actividades de rectificado y afilado de discos y cuchillas para tenerlos en condiciones para su uso cuando sea requerido. Tanto mecánicos como electricistas, asisten a producción realizando las reparaciones que surgen a diario en equipos e instalaciones correspondientes al sector al que brindan servicio. También realizan reparaciones de reductores y motores que se tienen en el taller para repuesto.

Básicamente todas las actividades que se realizan son correctivas.

12. ¿Tienen registrados los repuestos de los equipos en algún tipo de base de datos?

Rta.: No, no tenemos base de datos donde se encuentren datos sobre los equipos que tenemos en la empresa con sus respectivos repuestos. Esto se encuentra en los manuales entregados por el fabricante, y en los correos donde se realizan los pedidos de repuestos.

ANEXO N° 4: ENCUESTA TECNICOS DE MANTENIMIENTO

1. ¿Cuál es su edad?
2. ¿Cuál es su nivel educativo?
3. ¿Cuál es su formación profesional?
4. ¿Cuántos años hace que trabaja en AliFe?
5. ¿Cuánto hace que se desempeñó en el mismo puesto?
6. ¿Tiene conocimientos informáticos?
7. ¿Conoce la existencia y funcionalidad del software de gestión de mantenimiento?
8. ¿Utilizó o trabajo en alguna empresa que utilice un software de gestión de mantenimiento?
9. ¿Le parece beneficioso para sus tareas la utilización de un software de gestión de mantenimiento?

ANEXO N° 5: PARTE DIARIO MANTENIMIENTO

Figura N° 32. Parte Diario Mantenimiento.

Taller de Mantenimiento N°.....		PARTE DIARIO DE TRABAJOS REALIZADOS		FECHA
			LEGAJO N°	
TIEMPO EMPLEADO		TRABAJO REALIZADOS		SECCIÓN
Desde	Hasta			
Firma del obrero		Gerente de departamento	Jefe de departamento	Vº Bº Supervisor Mec.

Fuente: Alife.

ANEXO N° 7: DETALLES DE LOS PROCESO PRODUCTIVO

- *Embutidos Frescos:*

El proceso, cuyo Diagrama de flujo se observa en la Figura N° 33, comienza con la recepción de las materias primas e insumos que son necesarios para la producción, y su ubicación en los correspondientes almacenes. Luego se realiza el *pesaje de carne porcina*, para estos productos, se utilizan recortes de carne porcina con una proporción de 80/20 (80% carne y 20% grasa). Estos recortes son extraídos de la cámara de almacenamiento de materias primas refrigeradas y, en la sala de despostada, se procede a pesar la cantidad requerida.

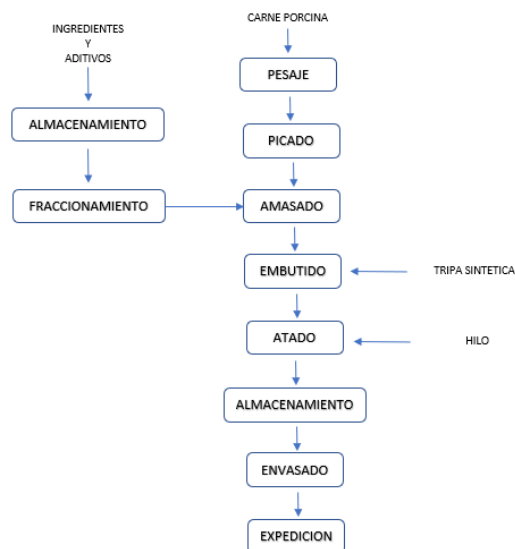
Posteriormente ocurre el *fraccionamiento ingredientes y aditivos* en el depósito de correspondiente, se lleva a cabo el pesaje de los componentes y aditivos conforme a lo estipulado en la fórmula. A continuación, se trasladan a la sala de elaboración a la espera de ser adicionados a la carne picada. En la sala de elaboración, al mismo tiempo comienza el *picado* de los recortes de carne porcina son procesados en la picadora, cayendo posteriormente en un carro de acero inoxidable.

Estos carros de carne picada se vuelcan en las mezcladoras mediante elevadores de carro junto con los ingredientes y aditivos que han sido fraccionados previamente, y se procede al *amasado* en la sala de elaboración. Una vez que se obtiene una mezcla homogénea, esta se traslada a la embutidora. Esta se carga en la tolva con la pasta picada, por un lado, y por el otro se coloca la tripa sintética del calibre determinado para realizar el embutido.

La tripa embutida se coloca sobre una mesa de acero inoxidable, donde se procede a realizar el *atado* con hilo proveniente del depósito de insumos. Una vez completado el atado, los embutidos frescos se cuelgan en un carro con ganchos y son trasladadas desde la sala de elaboración hasta la cámara de almacenamiento, permaneciendo allí a temperaturas entre 2 y 5°C hasta su expedición.

Las operaciones siguientes son el *envasado y etiquetado*, donde los productos se trasladan hasta la sala de expedición y se colocan en los envases con las correspondientes etiquetas, quedando disponibles para la *expedición* a los destinos que corresponda.

Figura N° 3458. Diagrama de Flujo Embutidos Frescos.



Fuente: Elaboración Propia.

- *Embutido Secos:*

El proceso comienza con la extracción de las medias reses de ganado vacuno de la cámara de almacenamiento y estas se trasladarán a la sala de despostada para su *desposte* donde se procede a su despiece y se eliminan el exceso de grasa. Los cortes destinados a la producción de embutidos secos se almacenan en la cámara de materias primas congeladas a la espera de su utilización.

Luego se realiza el *pesaje*, es decir previo a su traslado a la cámara de almacenamiento de materias primas congeladas, los cortes de carne vacuna son colocados en bandejas y pesados, lo que permite fraccionar la cantidad de carne a procesar conforme a lo estipulado en la fórmula de cada tipo de embutido seco.

La operación siguiente ocurre en el depósito de ingredientes y aditivos, donde se procede al *fraccionamiento* de los componentes y aditivos de acuerdo con las especificaciones de la fórmula de cada embutido seco. Posteriormente, estos son trasladados a la Sala de elaboración, pasando previamente por el Depósito de insumos. Los residuos generados, principalmente bolsas vacías, son retirados de la planta una vez al día a través de la puerta de la Sala de descarga.

Luego tiene lugar el *trozado* de los cortes de carne, tanto vacuna como porcina, son extraídos de la cámara de almacenamiento de materias primas congeladas y llevados a la

sala de elaboración, donde se procesan de manera separada en la cortadora guillotina. Y se almacena en carros previo pesaje de acuerdo a la fórmula, quedando a la espera de la siguiente operación.

Posteriormente, el tocino es extraído de la cámara de almacenamiento de materias primas congeladas y procede al *cubeteado* de la misma en la tocinera, que se encuentra en la sala de elaboración. Estos cubos de tocino son pesados y colocados en cajas plásticas de acuerdo a la fórmula de cada embutido seco.

El proceso de *picado y mezclado* que se da a continuación se lleva a cabo en un cúter ubicado en la sala de elaboración. Primero, se añaden la carne vacuna y porcina trozada, seguidas de los ingredientes y aditivos, y finalmente se incorpora el tocino cortado. Tanto la carne de ambas especies como el tocino se utilizan en estado congelado, lo que asegura un picado adecuado y evita el aumento de temperatura que podría favorecer el crecimiento de microorganismos.

En el área de producción, la mezcla generada en la cortadora es transportada en un carro de acero inoxidable hacia la máquina de embutir donde se hace efectivo el proceso de *embutido*. En la salida de esta máquina, se coloca la tripa sintética de un calibre que corresponde al tipo de embutido seco que se está elaborando.

La tripa embutida se coloca sobre la mesa de acero inoxidable, donde se procede a realizar el *atado* utilizando hilo proveniente del depósito de insumos. Posteriormente, los embutidos se cuelgan en un carro equipado con ganchos y son transportados desde la sala de elaboración hacia los secaderos.

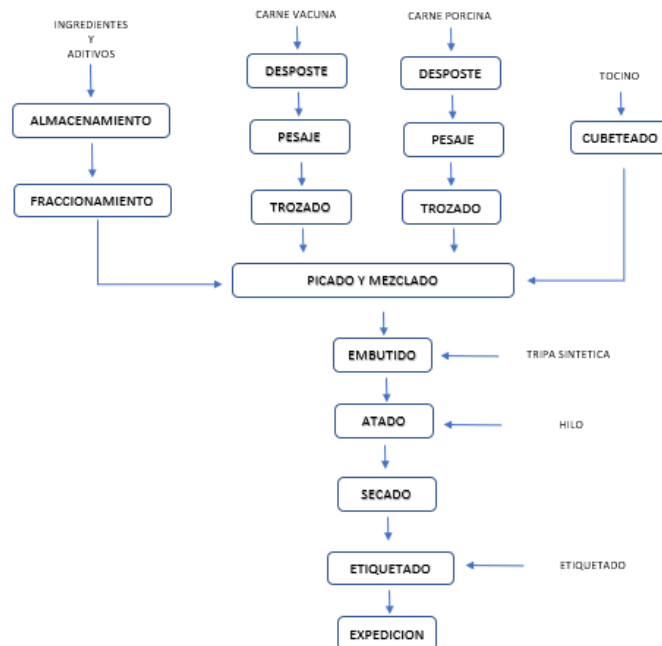
Una vez que los embutidos están colgados en los secaderos, permanecen allí durante un periodo específico, el cual varía según el tipo de producto. Durante esta fase de *secado*, se establecen diversas condiciones de temperatura y humedad ambiental, lo que provoca la deshidratación y el desarrollo de características organolépticas en el producto.

En la fase de *etiquetado*, se aplica una etiqueta autoadhesiva en cada unidad. Las etiquetas son suministradas desde la sala de expedición.

Los embutidos secos y etiquetados, listos para el consumo, se cuelgan en un carro con ganchos y son trasladados a la sala de expedición, donde se colocan en canastos plásticos. Posteriormente, son enviados desde la planta para su expedición.

El proceso puede observarse en el siguiente diagrama de flujo, Figura N° 34:

Figura N° 3565. Diagrama de Flujo Embutidos Secos.



Fuente: Elaboración Propia.

- *Embutidos Cocidos:*

El proceso comienza con la extracción de la carne vacuna de las bandejas con los cortes de carne se mantienen en la cámara de *almacenamiento* de materias primas refrigeradas, a temperaturas de 2 a 5°C.

En esta clasificación existen productos que llevan tocino (ej.: mortadela y otros que no llevan pre j.: salchicha de Viena). Ver Figura N° 35.

Continuación se realiza el *pesaje* de carne vacuna, las bandejas con los cortes de carne refrigerada se retiran de la cámara de almacenamiento de materias primas refrigeradas, se llevan a la Sala de despostada y se pesan; de esta manera, queda fraccionada la cantidad de carne vacuna a procesar de acuerdo a lo establecido en la fórmula de este producto.

Posteriormente tiene lugar el *picado* de la carne vacuna La carne vacuna recién pesada se pica en una picadora ubicada en la sala de elaboración.

En el depósito de ingredientes y aditivos se lleva adelante el *fraccionamiento* de ingredientes y aditivos se pesan los ingredientes y aditivos, según lo establecido en la fórmula del producto y luego se los traslada a la sala de elaboración.

El procedimiento continuo con el *desmenuzado* de carne porcina, esta se retira de la cámara de almacenamiento de materias primas congeladas, se lleva a la sala de elaboración y se pasa por la desmenuzadora. La carne desmenuzada, después continua por el *pesaje*, donde se pesa en la balanza de la sala de elaboración; de esta manera,

queda fraccionada la cantidad de carne porcina a procesar de acuerdo a lo establecido en la fórmula de este producto.

Al mismo tiempo que las actividades anteriores, se da el *cubeado* de tocino. Este se retira de la cámara de almacenamiento de materias primas congeladas y se corta en la tocinera, para luego realizar el *pesaje*, y de esta manera, queda fraccionada la cantidad de tocino a procesar de acuerdo con lo establecido en la fórmula de este producto.

Una vez pesado el tocino, este debe ser *lavado*, entonces se coloca en un carro de acero inoxidable y se traslada a la olla de tocino, donde se realiza el lavado con agua caliente y su posterior enfriado en otro carro con agua fría.

El *picado- mezclado* se realiza en la sala de elaboración, primero en el cúter, se agregan la carne vacuna picada y la carne porcina desmenuzada; luego se incorporan algunos ingredientes y los aditivos y se comienza a agregar el hielo en forma lenta, hasta obtener la crema; en ese momento, se adicionan los otros ingredientes, luego la pasta se retira del cúter y se lleva a la mezcladora.

En la amasadora se da la etapa de *mezclado*, a la pasta se le agrega el tocino cortado en cubos previamente lavado y enfriado. Una vez que se logra una mezcla homogénea, la pasta se lleva a la embutidora.

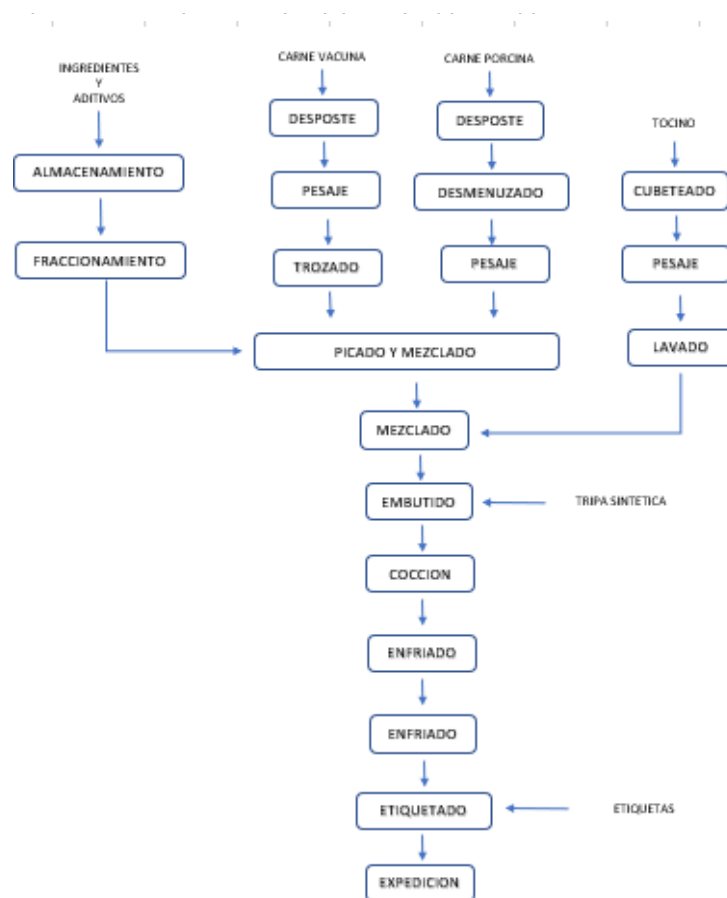
La pasta obtenida en la mezcladora es llevada en un carro de acero inoxidable hasta la embutidora, donde se lleva adelante el *embutido* propiamente dicho de esta pasta en las tripas sintéticas. La pasta se carga en una tolva que alimenta al embutidor, y en estas se colocan las triplas sintéticas. El producto embutido, se coloca luego en unos carros para su *cocción*.

Para la operación de *cocción*, el carro con productos colgados se traslada hasta la sala de *cocción*. En ese sector, los carros se introducen en el horno y se realiza su *cocción*. Luego de la *cocción*, los productos se retiran del horno y pasa por unas duchas de agua fría hasta lograr la temperatura deseada para cada producto, lo que se denomina *enfriado*.

Los productos enfriados se trasladan en un carro de acero inoxidable hasta la antecámara y se realiza el *envasado* al vacío en bolsas impresas y el *etiquetado*, estas provienen de la sala de expedición.

Luego del *envasado*, continua el *almacenamiento*, donde los productos se llevan a la cámara de productos elaborados, permaneciendo allí (a temperaturas entre 2 y 5°C) hasta su expedición.

Figura N° 36. Diagrama de Flujo Embutido Cocido.



Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO N° 8: FUNCIONES DE LOS TECNICOS DE MANTENIMIENTO DEL TALLER PICADA

TURNO NOCHE

- Armar equipos para producción,
- Atender las solicitudes de trabajos que surjan en el turno,
- Informar novedades en cuadernillo/pizarra,
- Solicitar repuestos/consumibles a través de cuadernillo/pizarra,
- Hacer cambio de lametas en porta lameta de picadoras cuando se solicita,
- Hacer cambio de cuchillas diariamente en cúter de corte
- Reparación de reductores,
- Reparación de motores eléctricos,
- Lubricación de equipos productivos,
- Completar los partes diarios con los trabajos realizados en el turno,
- Retirar consumibles del sector rectificado y llevar a Taller Picada.

TURNO MAÑANA

- Destapar y lavar discos,
- Llevar discos a rectificar al Taller Central,
- Afilar cuchillas cúter,
- Cambio de insertos en porta insertos de emulsores cuando se solicita,
- Retirar de Deposito lo solicitado en cuadernillos/pizarra por el turno noche,
- Reparación de reductores,
- Reparación de motores eléctricos,
- Atender las solicitudes de trabajos que surjan en el turno,
- Completar los partes diarios con los trabajos realizados en el turno,

TURNO TARDE

- Desarme de equipos de producción,
- Garantizar la existencia en taller de los consumibles para el armado del turno noche,
- Controlar estado y stock de consumibles en Taller de Picada,
- Buscar en Depósito lo solicitado en cuadernillo/pizarra por el turno mañana,
- Reparación de reductores,
- Reparación de motores eléctricos,

- Atender las solicitudes de trabajos que surjan en el turno,
- Completar los partes diarios con los trabajos realizados en el turno,

ANEXO N° 9: FUNCIONES DEL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO DEL TALLER PICADA

- Al recibir un pedido de trabajo, junto con el personal se presenta en el sector productivo para obtener la información necesaria para la realización del trabajo.
- Sigue las indicaciones de su supervisor inmediato respecto a la tarea a realizar y la fecha límite para su finalización.
- Evalúa la solicitud de trabajo y verifica que la cantidad y calidad de los recursos disponibles (humanos, físicos y técnicos) sean adecuados para completar la tarea con éxito.
- Distribuye las tareas y asigna a cada técnico de su área de responsabilidad las actividades que deberá llevar a cabo. Finalmente, se dirige junto con su equipo al lugar donde se llevará a cabo el trabajo.
- Organiza las actividades para que cada técnico inicie las tareas que le han sido asignadas.
- En diversas ocasiones a lo largo del día, se acerca a cada técnico para verificar si enfrenta dificultades en alcanzar los niveles de productividad y calidad esperados.
- Cada día, reporta a su superior las actividades, incidentes y eventos ocurridos durante el día, tales como ausencias, permisos, o la falta de herramientas y materiales.
- De manera ocasional, brinda apoyo a su jefe inmediato para identificar qué técnicos dentro de su área de responsabilidad requieren mejorar sus conocimientos y habilidades, especificando en qué, por quién y cuándo.
- Con la frecuencia necesaria, proporciona instrucción teórica y práctica a los técnicos que lo necesiten.
- Controla los stocks mínimos de repuestos junto con el Supervisor de Depósito.
- Analiza los requerimientos de equipos y herramientas para su taller a cargo.