



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**  
**FACULTAD DE VETERINARIA**



# **EL ROL CRÍTICO DEL VETERINARIO EN LA GESTIÓN INDUSTRIAL PARA LA MEJORA CONTINUA**

**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS Y ESTRATEGIAS PARA  
ASEGURAR LA CONFIABILIDAD OPERATIVA Y LA CALIDAD DEL PROCESO EN UNA  
PLANTA DE PROCESAMIENTO BOVINO**

**“por”**

**MARTINS ARTIGAS, Marcos Javier**

TESIS DE GRADO presentada como uno de los requisitos para obtener el título Doctor en Ciencias Veterinarias  
Orientación: Higiene, Inspección-  
Control y Tecnología de los  
alimentos.

MODALIDAD: Estudio de caso

**MONTEVIDEO**

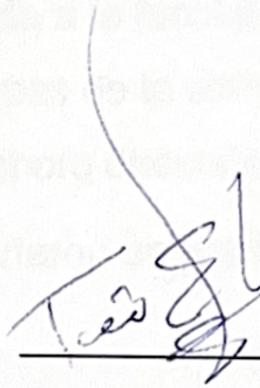
**URUGUAY**

**2024**

**PÁGINA DE APROBACIÓN**

Tesis de grado aprobada por:

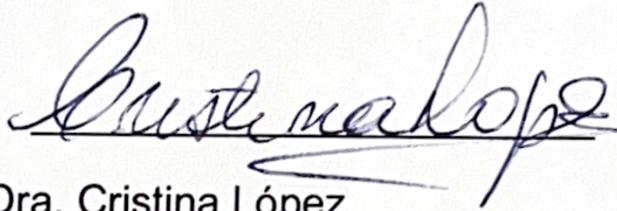
Presidente de mesa:



---

Dr. Tomás Eastman

Segundo miembro (Tutor):



---

Dra. Cristina López

Tercer miembro:



---

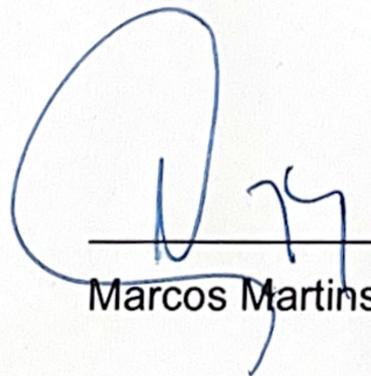
Dr. Javier Román

Fecha:

17/12/2024.

---

Autores:



---

Marcos Martins

## **Agradecimiento**

A la familia y amigos, por el apoyo incondicional y la lucha continua por llevarme adelante, por los esfuerzos y sacrificios que hemos superado para poder llegar hasta aquí, sin duda a la facultad de veterinaria por el apoyo constante en las diferentes etapas de la carrera y la vida, al propietario de la empresa el cual permitió y colaboro directa e indirectamente.

De una u otra forma todos aportaron un granito de arena para ayudarme a cumplir una de mis metas.

## **Resumen**

Este trabajo aborda la necesidad de integrar los conocimientos técnicos y la formación veterinaria, con el fin de capacitar a los profesionales para gestionar y optimizar los procesos de mantenimiento en las plantas procesadoras de alimentos. A través del estudio del caso en una planta de procesamiento en México, se analiza el ámbito donde también se desenvuelve el profesional de la veterinaria, y es necesario identificar las deficiencias en la gestión de mantenimiento que afectan la eficiencia operativa. Se analiza cómo la gestión adecuada del mantenimiento, guiada por la intervención veterinaria, impacta la eficiencia y rentabilidad de la empresa. La definición de rutinas operativas y el control de documentos relacionados con Operación y Mantenimiento se presenta como un factor clave en el desenvolvimiento del proyecto, cuya meta principal es desarrollar un enfoque multidisciplinario, donde el veterinario colabore con ingenieros y técnicos. Esta tesis sostiene que esto mejorará la calidad del producto final y elevará los estándares de la industria, destacando el papel fundamental del veterinario en la gestión de procesos y el mantenimiento preventivo.

## **Palabras clave**

Rol veterinario; procesamiento de alimentos; mantenimiento preventivo; gestión industrial; calidad alimentaria; formación técnica; eficiencia operativa.

## **Abstract**

This work addresses the need to integrate technical knowledge and veterinary training in order to equip professionals to manage and optimize maintenance processes in food processing plants. Through a case study in a processing plant in Mexico, the area in which veterinary professionals operate is analyzed, identifying deficiencies in maintenance management that affect operational efficiency. It examines how appropriate maintenance management, guided by veterinary intervention, impacts the efficiency and profitability of the company. The definition of operational routines and the control of documents related to Operation and Maintenance is presented as a key factor in the project's development, whose main goal is to create a multidisciplinary approach where veterinarians collaborate with engineers and technicians. This thesis argues that this collaboration will enhance the quality of the final product and raise industry standards, highlighting the fundamental role of veterinarians in process management and preventive maintenance.

## **Keywords**

Veterinary role; food processing; preventive maintenance; industrial management; food quality; technical training; operational efficiency.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PÁGINA DE APROBACIÓN</b> .....	2
<b>Agradecimiento</b> .....	3
<b>Resumen</b> .....	4
<b>Palabras clave</b> .....	4
<b>Abstract</b> .....	5
<b>Keywords</b> .....	5
<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	6
<b>LISTA DE FIGURAS Y ANEXOS</b> .....	7
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	10
<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b> .....	13
<b>PAPEL DEL VETERINARIO EN LA GESTIÓN INDUSTRIAL</b> .....	15
Formación del veterinario en relación con el desempeño técnico-industrial .....	15
Impacto del rol del veterinario en la planta de producción.....	17
El veterinario como agente de cambio en la transformación del mantenimiento industrial.....	19
<b>DESENVOLVIMIENTO DE LA GESTION INDUSTRIAL</b> .....	20
Antecedentes de la Empresa.....	21
Valores de la Empresa .....	21
Identificación de problemas de la Empresa .....	22
Metodología para el análisis del caso .....	23
Alcances y limitaciones .....	25
Operativa de Mantenimiento.....	26
Equipos y control de Planta .....	27
Análisis de Criticidad.....	30
Tipos de Mantenimiento .....	32
Modelos de Mantenimiento Posibles.....	34
Gestión de Repuestos .....	36
Clasificación de los Repuestos .....	37

Aspectos para considerar en la selección del repuesto .....	39
Gestión de fallos .....	41
<b>IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE RESULTADOS.....</b>	<b>44</b>
Plan de Mantenimiento .....	44
Clasificación de Trabajos .....	44
Determinación de medidas preventivas.....	45
La Mejora Continua del Plan de Mantenimiento.....	46
Identificación de Repuestos y Equipos Críticos .....	47
Generación de Rutinas Preventivas de Mantenimiento .....	48
Programación de las Rutinas de Mantenimiento.....	49
Establecimiento de Indicadores de Gestión .....	49
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>54</b>

#### LISTA DE FIGURAS Y ANEXOS

<b>Concepto Figuras</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Organigrama	20
Figura 2. Niveles de equipos	28
Figura 3. Códigos de equipos	30
Figura 4. Análisis de criticidad	31
Figura 5. Diagrama de Decisión sobre tipo de	36
Figura 6. Análisis de fallo gestión de los repuestos	40
Figura 7. Formas de actuación ante un fallo	43
<b>Concepto Anexo</b>	
Anexo 1. Mapa de criterios	54
Anexo 2. Ponderación	55
Anexo 3. Valoración	55
Anexo 4. Planta corporativa	56
Anexo 5. Planta alimentos	56
Anexo 6. Corrales de engorda	57
Anexo 7. Sala de deshuese	57
Anexo 8. Sala de valor agregado hamburguesas	58

## INTRODUCCIÓN

En la industria de procesamiento de bovinos, el correcto funcionamiento y mantenimiento de los equipos son esenciales para asegurar una producción eficiente y de alta calidad. En este contexto, la figura del veterinario se vuelve indispensable, no solo por su responsabilidad en la salud y bienestar animal, sino también por su capacidad para gestionar y optimizar los procesos relacionados con el mantenimiento de los equipos de producción. Sin embargo, la formación veterinaria tradicional se ha centrado primordialmente en la salud animal y la calidad e inocuidad alimentaria, relegando o subestimando la comprensión de los aspectos técnicos e industriales relacionados con las plantas procesadoras de alimentos.

Este trabajo analiza la necesidad de promover la integración de conocimientos básicos en ingeniería industrial y mecánica especializada en el mantenimiento y operación de maquinarias dentro de los saberes académicos del veterinario. La carencia de estos conocimientos técnicos puede generar una dependencia innecesaria de personal externo, comprometiendo la capacidad del veterinario para tomar decisiones informadas que impactan la producción, la calidad del producto y la seguridad laboral en las plantas de procesamiento de alimentos. Una mayor integración de estos contenidos en la experiencia académica veterinaria podría mejorar significativamente la eficacia en la toma de decisiones por parte de profesionales en entornos industriales.

Durante la formación académica veterinaria y en los primeros años de experiencia laboral, se enfatiza el aprendizaje de principios fundamentales como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), los Planes de Higiene y Saneamiento (POES) y el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), todos esenciales para garantizar la inocuidad alimentaria. No obstante, se constata una falta de observancia en temas relacionados con la

electrónica, hidráulica, mantenimiento general y otros aspectos técnicos críticos para el correcto funcionamiento de una planta de procesamiento de alimentos. Esta deficiencia se refleja en la escasez de literatura técnica accesible en el ámbito veterinario, lo que sugiere que se le asigna un rol secundario o irrelevante en la academia; sin embargo, la realidad demuestra que la capacidad de los veterinarios para comprender el diseño, mantenimiento y funcionamiento de los equipos industriales es fundamental para la operación diaria y la toma de decisiones críticas dentro de una planta.

El veterinario promedio, a pesar de su formación en calidad e inocuidad alimentaria, no recibe una preparación suficiente en el funcionamiento de maquinarias e instalaciones técnicas. Esta situación es especialmente relevante, ya que, en muchos casos, el veterinario es responsable de asesorar en la adquisición de equipos o de aprobar intervenciones técnicas en las plantas, sin poseer los conocimientos necesarios para emitir juicios informados. Esto puede derivar en errores en la toma de decisiones que afectan la eficiencia operativa y comprometen tanto la calidad del producto como la seguridad laboral. Es evidente que estos veterinarios no cuentan con las herramientas necesarias para intervenir de manera efectiva en la toma de decisiones industriales dentro de una planta. Para corregir esta deficiencia, es necesario observar la formación técnica relativa a estos aspectos en la educación de los veterinarios, de forma tal de brindar a los futuros profesionales las herramientas que les permitan entender el funcionamiento de los equipos, evaluar intervenciones técnicas y tomar decisiones que aseguren tanto la calidad del producto como la seguridad de los trabajadores.

La imbricación entre la veterinaria y la ingeniería industrial ofrece una excelente oportunidad para optimizar la productividad en las plantas de procesamiento, así como también la mejora en el desempeño de los veterinarios y el bienestar animal. La implementación de un enfoque multidisciplinario puede empoderar a los profesionales con conocimientos que van más allá de la salud animal, permitiéndoles contribuir activamente a la optimización de procesos y a la innovación tecnológica. Esto aumentaría la competitividad de la industria,

además de fomentar una cultura de mejora continua, donde el veterinario juega un papel protagónico en la supervisión de la calidad y eficiencia de los sistemas productivos. En el caso de estudio que se analiza en esta investigación, una planta procesadora ubicada en México, los responsables han identificado, a través de un análisis exhaustivo, deficiencias en el área de Valor Agregado, que incluyen problemas en el monitoreo de indicadores clave, la falta de rutinas operativas claras y deficiencias en el control documental de Operación y Mantenimiento. Estas deficiencias han resultado en fallas recurrentes y paros no programados, afectando la eficiencia operativa y generando pérdidas financieras. Este trabajo busca observar un plan de mantenimiento preventivo e integral que aborde estas deficiencias, pero que también destaque el papel fundamental del veterinario en la mejora de la gestión de mantenimiento y producción.

En un contexto global cada vez más competitivo y exigente en términos de calidad e inocuidad alimentaria, la integración de conocimientos técnicos es necesaria e imperativa. Las normativas y estándares internacionales están evolucionando y demandando profesionales que no solo comprendan las regulaciones, sino que también sean capaces de aplicar soluciones técnicas para garantizar su cumplimiento. Esto implica que los veterinarios deben ser idóneos, y trabajar de manera colaborativa con ingenieros y técnicos, para así asegurar que las decisiones sobre equipos y procesos estén fundamentadas en una comprensión sólida de ambos campos. De esta manera, la implicancia de los veterinarios en estos asuntos se vuelve una estrategia clave para elevar los estándares de la industria y garantiza una producción más segura y responsable

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

A pesar de la creciente importancia que se le da la intersección entre la veterinaria y la gestión industrial en el ámbito de la producción alimentaria, se ha observado una notable escasez de literatura específica que aborde el papel del veterinario en la optimización de procesos de mantenimiento y producción en las

plantas procesadoras de alimentos, y este ha sido también un aliciente para el desarrollo de este trabajo.

La bibliografía consultada incluye obras fundamentales que, aunque relevantes, no abordan de manera directa la integración de conocimientos veterinarios y técnicos en ingeniería industrial. Por ejemplo, el trabajo de Bianchi y Feed (2010) ofrece una introducción a la ciencia de la carne, centrada en aspectos biológicos y técnicos, pero carece de una exploración sobre el papel del veterinario en la gestión del mantenimiento de equipos industriales. De igual manera, Crosby (2007) se enfoca en la calidad desde una perspectiva más general, sin considerar la especificidad del contexto industrial veterinario. Por otro lado, textos como los de Garrido (2003) y Gutiérrez (2009) abordan la organización y gestión del mantenimiento, proporcionando herramientas valiosas, pero no examinan cómo la formación veterinaria puede complementarse con estos conocimientos para mejorar la eficiencia operativa en las plantas procesadoras de alimentos. También, el manual de Van Overbeke (2010) sobre seguridad y calidad de la carne de vacuno refleja la importancia de la calidad en la producción, aunque no aborda la interacción directa entre la veterinaria y los aspectos técnicos del mantenimiento industrial.

La literatura existente, como se puede observar, ofrece una base sobre la ciencia de la carne y la gestión del mantenimiento, pero carece de estudios que vinculen de manera explícita la formación veterinaria con la optimización de procesos industriales. Esta falta de material específico resalta la necesidad de realizar investigaciones que exploren y profundicen en el papel fundamental que los veterinarios pueden desempeñar en la gestión y mejora de los procesos de mantenimiento en la industria alimentaria, para contribuir así al avance del conocimiento en este campo interdisciplinario. Esta revisión bibliográfica evidencia la poca cantidad de material escrito sobre la temática de esta tesis, lo que subraya la relevancia y la oportunidad de abordar la integración de la formación técnica del veterinario en la industria alimentaria desde una perspectiva multidisciplinaria.

De acuerdo a trabajos como los de Aluja (1998) o Grandin (1988), en México, cerca del 90% de la matanza de animales destinados al consumo se lleva a cabo en sitios municipales y clandestinos. Estos entornos, en múltiples ocasiones, carecen de las condiciones adecuadas para garantizar tanto la sanidad de los productos cárnicos como el bienestar de los animales. La falta de regulación y supervisión en estos lugares no solo plantea un riesgo para la salud pública, sino que también resalta la imperante necesidad de implementar estándares más estrictos que aseguren un manejo ético y responsable de los animales. Entre los múltiples factores que obstaculizan el movimiento de los animales hacia las plantas de faena, se encuentran el diseño y la construcción inadecuados de las mangas de manejo y los corrales. Grandin (1996), observa que estas deficiencias pueden causar estrés significativo, excitación y lesiones en los animales, lo que no solo afecta su bienestar, sino que también puede repercutir en la calidad de la carne producida. La falta de capacitación adecuada y de supervisión de los empleados es otro aspecto crítico que contribuye a estas condiciones adversas. En muchos casos, elementos distractores, como reflejos centelleantes en pisos mojados, ruidos estridentes y corrientes de aire, así como un mantenimiento insuficiente de las instalaciones, complican aún más la tarea de mover a los animales de manera eficiente y humanitaria.

Es imperativo desarrollar prácticas mejoradas de manejo que no solo mitiguen el estrés en los animales, sino que también contribuyan a una mayor eficiencia en el proceso de matanza. Una estrategia clave en este sentido es fomentar entre los ganaderos la comprensión de que están manipulando productos alimenticios, lo que implica una responsabilidad ética en cuanto a la higiene, el control de enfermedades y el manejo adecuado de los animales. Esta conciencia debe extenderse tanto a los trabajadores de las granjas como a aquellos involucrados en la faena. Forrest (1979) señala que si estas ideas se arraigan en la cultura ganadera, se podrían reducir significativamente las pérdidas asociadas a decomisos y mejorar la calidad del producto final.

Un aspecto fundamental que influye en el diseño de los modernos mataderos es la higiene. Las normativas vigentes establecen requisitos estrictos que deben cumplirse para asegurar tanto la calidad de la carne como el bienestar

de los animales durante el proceso de matanza. En el contexto del Reino Unido, por ejemplo, los requisitos de construcción, distribución y equipamiento de los mataderos, así como las premisas para la carnización y el almacenamiento a bajas temperaturas de la carne, están claramente especificados en las regulaciones de carne fresca (higiene e inspección) de 1995. Esta legislación no solo establece estándares, sino, como observa Warriss (2003), también otorga la responsabilidad de asegurar el cumplimiento de estas normas tanto a los operadores de los mataderos como a los Veterinarios Oficiales, quienes son responsables de llevar a cabo las inspecciones necesarias.

La revisión de la literatura indica que la implementación de mejores prácticas de manejo y el cumplimiento riguroso de las normativas higiénicas son beneficiosos para los animales e impactan positivamente en la salud pública y en la calidad de los productos cárnicos. De este modo, resulta evidente que es fundamental continuar investigando y desarrollando estrategias que promuevan un enfoque más humanitario y eficiente en la industria cárnica, con el objetivo de satisfacer tanto las demandas del mercado como las expectativas éticas de la sociedad contemporánea.

## **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

### **Hipótesis**

La incorporación de conocimientos técnicos en ingeniería industrial y mantenimiento complementarios a la formación veterinaria potenciará el papel del veterinario en la optimización de los procesos de producción en la industria alimentaria, lo que resultará en una mejora significativa de la eficiencia operativa, la calidad del producto y la seguridad laboral en las plantas procesadoras de alimentos.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar el papel del veterinario en la gestión de mantenimiento y producción en plantas de procesamiento de bovinos, integrando su formación técnica con la gestión de equipos industriales, con el objetivo de optimizar la calidad del producto, maximizar la inocuidad alimentaria y mejorar la eficiencia operativa.

### **Objetivos Específicos**

1. Evaluar las competencias técnicas y habilidades de los veterinarios en el contexto industrial, identificando carencias formativas que limiten su desempeño en el mantenimiento de equipos.

2. Analizar protocolos de intervención veterinaria para abordar problemas específicos, asegurando que su conocimiento se aplique eficazmente en la prevención de fallos y la mejora operativa.

3. Observar un modelo de mantenimiento preventivo que combine los conocimientos veterinarios con las mejores prácticas de ingeniería industrial, adaptado a las necesidades de las plantas de procesamiento de alimentos.

4. Promover una cultura de seguridad alimentaria que fomente la colaboración entre veterinarios y personal de mantenimiento, garantizando el cumplimiento de normativas y estándares de calidad.

## **PAPEL DEL VETERINARIO EN LA GESTIÓN INDUSTRIAL**

### Formación del veterinario en relación con el desempeño técnico-industrial

La formación veterinaria ha sido, desde siempre, un pilar de referencia en lo que respecta a la salud y la prevención de enfermedades en animales; no obstante, en el contexto actual, es imperativo ampliar el enfoque hacia áreas industriales que son cruciales para la seguridad alimentaria y el bienestar tanto de la población humana como de los animales en la industria. En este sentido, se observa la importancia de promover una serie de conocimientos en lo que respecta a la formación técnica industrial, conocimientos que abordarán cuatro aspectos fundamentales: introducción a la ingeniería de planta, funcionamiento de maquinarias en la industria alimentaria, mantenimiento preventivo y correctivo de equipos industriales, y evaluación de riesgos técnicos en procesos de producción. Esos saberes equiparan a los veterinarios con habilidades altamente valoradas en el sector industrial; dado que la industria de procesamiento de carne, en particular, se enfrenta a constantes desafíos relacionados con la bioseguridad, la eficiencia operativa y la calidad<sup>1</sup> del producto final. Un veterinario capacitado en estos aspectos será fundamental para garantizar prácticas seguras y eficientes en las plantas de procesamiento.

A continuación, se observan los cuatro aspectos señalados:

---

<sup>1</sup> “Por ejemplo, ¿qué significa calidad? Hacer que la gente haga mejor todas las cosas importantes que de cualquier forma tiene que hacer, incluye la dirección, dueños, veterinarios. Le corresponde al directivo profesional asumir la responsabilidad de instruir a la alta dirección sobre esta parte de su trabajo. No es ser extremadamente inteligente o valiente para lograrlo solamente se necesita será capaz de explicarlo en términos que no se malentiendan. Aquellos profesionales de cualquier rama que oscurecen sus explicaciones utilizando terminología misteriosa se perjudican a si mismo y sus profesiones”.

Philip B. Crosby. *La Calidad no cuesta* (p. 11).

- Introducción a la ingeniería de planta: proporciona una comprensión básica de los principios de diseño y operación de plantas industriales, y se enfoca en cómo estos influyen en la calidad y seguridad de los productos alimentarios.

- Funcionamiento de maquinarias en la industria alimentaria: capacita en el manejo y operación de maquinaria utilizada en el procesamiento de carne; promueve un entendimiento de su funcionamiento y su impacto en la inocuidad alimentaria.

- Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos industriales: instruye acerca de la importancia del mantenimiento regular de equipos y maquinarias, así como sobre las prácticas correctivas necesarias para minimizar tiempos de inactividad y garantizar la continuidad del proceso productivo.

- Evaluación de riesgos técnicos en procesos de producción: identifica y evalúa los riesgos técnicos que puedan surgir en el proceso de producción, fomentando una cultura de prevención y control que beneficia tanto a la planta como a los consumidores.

La creciente complejidad de los procesos industriales en el sector de alimentos ha puesto de manifiesto la necesidad de fortalecer el papel del veterinario en la garantía de la calidad y eficiencia operativa. A partir de esto, dos preguntas se nos plantean como fundamentales, para determinar la pertinencia del veterinario en el ámbito industrial.

1 - ¿Está el veterinario formado en temas de mantenimiento industriales básicos?

La formación en estos aspectos se adquiere principalmente de manera empírica, a través de la experiencia laboral, o se delega a personal técnico externo. Esta situación limita la capacidad del veterinario para cuestionar o validar con criterio técnico las decisiones que afectan los procesos operativos.

2 - ¿Está el veterinario preparado para tomar decisiones sobre el funcionamiento de maquinarias o instalaciones?

La carencia o mínimo de una formación técnica sólida impide que los veterinarios detecten fallos o intervengan adecuadamente en situaciones críticas, donde el mal funcionamiento de los equipos puede comprometer la producción, la seguridad y la inocuidad del producto. La ausencia de conocimientos técnicos tiene consecuencias directas en la operación de las plantas procesadoras de alimentos. Un ejemplo común es el manejo de máquinas de vacío, cuya correcta operación es crucial para el procesamiento de carnes. Sin la formación adecuada, muchos veterinarios no pueden discernir entre un buen funcionamiento y una falla técnica, lo que puede acarrear riesgos significativos para la producción y la calidad del producto.

Impacto del rol del veterinario en la planta de producción

Una adecuada gestión de mantenimiento mejora la eficiencia operativa y reduce costos. Es así como el rol del veterinario en una planta industrial, especialmente en aquellas vinculadas a productos de origen animal, se ha ampliado significativamente más allá de lo que tradicionalmente se asocia con su formación. En el contexto de las plantas de procesamiento de alimentos, el veterinario no solo se ocupa de la salud y el bienestar animal, sino que también puede desempeñar funciones cruciales en la gestión de equipos y en la toma de decisiones estratégicas relacionadas con el funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones. Esta integración de funciones puede mejorar la eficiencia operativa y la calidad del producto final.

A continuación, se presentan algunos de los roles clave en los que el veterinario puede involucrarse:

- Líder de equipo: como coordinador de un equipo multidisciplinario, el veterinario tiene la responsabilidad de integrar a diversos profesionales, incluidos ingenieros, técnicos y operarios. Su función es asegurar que las tareas relacionadas con el mantenimiento, la producción y la seguridad alimentaria se realicen de manera eficaz, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos. Esta posición requiere habilidades de liderazgo y comunicación, así como una comprensión profunda de los procesos involucrados.

- Responsable o gerente de planta: en este rol, el veterinario supervisa las operaciones diarias y garantiza la implementación adecuada de protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo. Su conocimiento de los riesgos asociados a la salud animal y pública le permite influir en decisiones críticas que afectan el mantenimiento de las instalaciones. Un enfoque proactivo en la gestión del mantenimiento no solo previene interrupciones en la producción, sino que también mejora la seguridad y la calidad de los productos.

- Director de planta: como director, el veterinario asume la responsabilidad general de las operaciones, asegurando la correcta ejecución de las tareas de mantenimiento y la gestión de riesgos. Este papel requiere una visión integral de la planta, donde se garantice el cumplimiento de las normativas sanitarias y de calidad, así como la optimización de los recursos disponibles.

- Diseño de plantas y manuales: un veterinario con comprensión tanto de la producción animal como de los procesos industriales puede contribuir al diseño de plantas que maximicen la eficiencia operativa, minimicen riesgos sanitarios y faciliten las tareas de mantenimiento. Su capacidad para anticipar y prevenir la propagación de enfermedades o la contaminación cruzada es esencial en el diseño de instalaciones, desarrollando análisis de peligros y puntos de control.

## El veterinario como agente de cambio en la transformación del mantenimiento industrial

Es fundamental que el veterinario, en el ámbito que nos compete, comprenda su rol como agente de cambio positivo en la transformación permanente de la industria, desarrollando en la práctica los conceptos de mantenimiento preventivo y correctivo, así como la planificación para la continuidad operativa. Esto no solo le permitirá delegar tareas de manera efectiva, sino que también facilitará la coordinación de equipos, asegurando que la planta funcione de manera segura y eficiente. La habilidad para tomar decisiones informadas y estratégicas se convierte, por ende, en un factor determinante para el éxito operativo.

El veterinario puede y debe involucrarse en roles de liderazgo dentro de la planta, aprovechando su conocimiento técnico y su comprensión de los procesos productivos para asegurar la adecuada realización de todas las tareas, incluidas las de mantenimiento. Este enfoque multidisciplinario no solo potenciará la eficiencia operativa, sino que también garantizará la calidad del producto final y la seguridad de los trabajadores, consolidando así el papel del veterinario como un pilar fundamental en la industria de procesamiento de alimentos.

Es importante observar que, hoy en día, el papel del veterinario en la industria de procesamiento de alimentos va más allá de las funciones tradicionales. Su capacidad para comprender y aplicar los principios de mantenimiento preventivo y correctivo, junto con su habilidad para coordinar equipos y tomar decisiones estratégicas, lo posiciona como un líder clave en el ámbito industrial. Al fomentar un enfoque multidisciplinario, no solo se optimiza la operación de la planta, sino que también se eleva la calidad del producto y se asegura un entorno de trabajo seguro. Así, el veterinario se convierte en un aliado indispensable para lograr la excelencia operativa y el cumplimiento de los estándares de la industria, consolidando su influencia en el desarrollo de procesos eficientes y sostenibles.

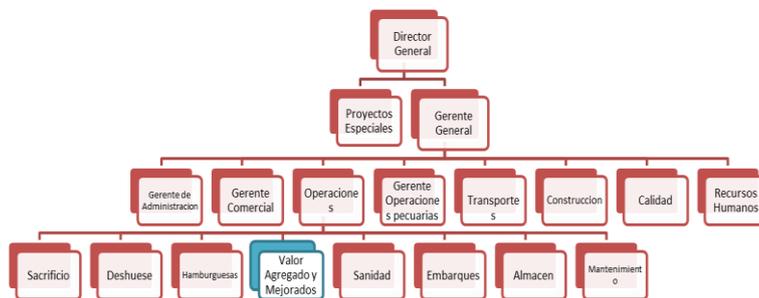


Figura 1 Organigrama

## DESENVOLVIMIENTO DE LA GESTION INDUSTRIAL

El presente estudio se llevó a cabo en la Empacadora (EM), una planta ubicada en México, específicamente en el área de Valor Agregado (VA) de la empresa. Este sector está equipado con una amplia variedad de maquinaria especializada, que incluye sierras para cortes de carne, máquinas detectoras de metales y molinos, entre otros. Estas características hacen que el área de VA sea sumamente versátil y completa, lo que permite la adaptación a las necesidades específicas de cada cliente y garantiza la calidad de los productos procesados. La capacidad operativa de esta área incluye el procesamiento de productos cárnicos marinados, añejados, por porciones y deshidratados, lo que otorga un alto grado de flexibilidad en la producción.

Los productos cárnicos en esta área se pueden empacar al alto vacío en presentaciones individuales (porciones), gracias a la disponibilidad de equipos especializados para estos procesos, lo que optimiza la conservación y calidad del producto final.

## Antecedentes de la Empresa

La Empacadora (EM) es una compañía mexicana con 50 años de experiencia en la producción y comercialización de carne bovina, tanto a nivel nacional como internacional. Fundada en 1968, inició como un negocio dedicado a la crianza y engorda de ganado bovino, expandiendo sus operaciones a diversas regiones del país en la década de 1970 y comenzando a exportar en 1995.

Con el fin de responder a la creciente demanda de productos cárnicos, la empresa inauguró una sala de cuarteo y deshuese en 2005, seguida por un área de procesamiento de productos marinados en 2006. En 2011, se implementó el proceso de carne preformada para hamburguesas y en 2013 se completó la cadena de suministro con la construcción de una línea de sacrificio de bovino. En 2015, se introdujo una sala de inyección de carne bovina, enfocada en productos para los mercados de Estados Unidos y México, garantizando la claridad en el etiquetado de ingredientes y porcentajes para ganar aceptación entre los consumidores bajo la marca propia.

## Valores de la Empresa

Los valores de la empresa se centran en los siguientes puntos:

- Misión: producir, procesar y comercializar productos cárnicos de bovino y sus derivados, ofreciendo calidad y precios competitivos para tiendas de autoservicio y consumidores finales, en conformidad con las normas nacionales e internacionales y garantizando entregas puntuales.

- Visión: posicionarse entre los líderes nacionales e internacionales en ventas de productos cárnicos de calidad total.

- Política de Calidad: se fundamenta en:

- Cumplir con los requisitos legales aplicables y las expectativas de clientes y partes interesadas.
- Satisfacer las necesidades de los clientes mediante la provisión de productos inocuos y de alta calidad.
- Mejorar de manera continua todos los procesos a nivel organizacional.
- Mantener: Una comunicación efectiva entre colaboradores y partes interesadas.

### Identificación de problemas de la Empresa

Durante la realización del proyecto, se identificaron varios problemas clave que deben ser abordados para asegurar la eficiencia y efectividad del proceso de Operación y Mantenimiento (O&M) en el área de Valor Agregado. Estos problemas han sido priorizados de acuerdo con su impacto en la operación y se detallan a continuación:

- Deficiente control de documentos y seguimiento de procesos O&M: la falta de un control adecuado de la documentación relacionada con O&M, junto con un seguimiento riguroso de la ejecución y cierre de procesos, ha dado lugar a inconsistencias que afectan la eficiencia operativa.
- Falta de actualización en sistemas informáticos de equipos: la ausencia de actualización constante en los sistemas en relación con la criticidad de los equipos y la identificación de repuestos críticos ha resultado en una gestión ineficaz de los recursos, afectando la disponibilidad y operatividad de los equipos.
- Falta de revisión y definición de rutinas operativas: las rutinas operativas para los equipos no se actualizan ni se revisan adecuadamente, lo que puede comprometer el rendimiento de los procesos.

- Deficiente monitoreo y planes de acción para los Indicadores clave de desempeño: la falta de seguimiento y planes de acción efectivos para los indicadores clave de desempeño limita la capacidad de la empresa para la mejora continua.
- Falta de control de calidad en el mantenimiento preventivo: la carencia de un control de calidad riguroso en las actividades de mantenimiento preventivo puede conducir a fallos en los equipos y a una reducción de la eficiencia operativa.

Esta identificación de problemas se utilizará para fundamentar futuras mejoras en los procesos del área de Valor Agregado, buscando optimizar la producción y asegurar la calidad del producto final.

#### Metodología para el análisis del caso

La presente investigación se desarrolló mediante una metodología rigurosa y estructurada, orientada a examinar el papel del veterinario en la gestión de mantenimiento y producción en la planta. Esta metodología se fundamenta en la hipótesis de que la integración de conocimientos técnicos en ingeniería industrial y mantenimiento optimiza la eficiencia operativa, la calidad del producto y la seguridad laboral.

A continuación, se observan las partes del proceso, las cuales permiten establecer los pasos dados en el estudio de caso.

#### Recopilación de información:

Se llevaron a cabo diversas sesiones colaborativas con un equipo multidisciplinario, centradas en la recolección de información pertinente a los procesos operativos de la planta. Este enfoque colaborativo permitió documentar de manera exhaustiva todos los aspectos relevantes, destacando la importancia de establecer un historial confiable, tal como lo sugieren las normas ISO 9000,

que enfatizan la sistematización y estandarización de los procedimientos operativos.

#### Evaluación de Competencias:

Se realizó un diagnóstico exhaustivo de las competencias técnicas y habilidades de los veterinarios involucrados en el proceso industrial. A través de entrevistas y encuestas, se identificaron carencias formativas que podrían limitar su desempeño en el mantenimiento de equipos. Este análisis fue complementado con una revisión crítica de los protocolos de intervención veterinaria, con el fin de garantizar que el conocimiento especializado se aplique eficazmente en la prevención de fallos y la mejora operativa.

#### Análisis de Indicadores de eficiencia:

Se implementó el uso del indicador de Efectividad Global del Equipo (OEE) como herramienta para evaluar la eficiencia de los procesos de producción. El OEE permite desglosar el rendimiento de los equipos en tres componentes fundamentales: disponibilidad, rendimiento y calidad. Para asegurar un análisis preciso, se establecieron criterios para clasificar las paradas en programadas y no programadas, además de definir métricas precisas para calcular la disponibilidad, lo cual es crucial para identificar oportunidades de mejora en el proceso productivo.

#### Implementación de un Modelo de mantenimiento preventivo:

La investigación culminó en el desarrollo de un modelo de mantenimiento preventivo que integra los conocimientos veterinarios con las mejores prácticas de ingeniería industrial. Este modelo se fundamenta en un análisis exhaustivo del historial de fallas de los equipos, permitiendo identificar las partes más vulnerables al deterioro y establecer rutinas de mantenimiento documentadas en listas de verificación. La experiencia de operarios y técnicos fue crucial para

enriquecer este análisis, y se procedió a actualizar las rutinas existentes según las necesidades detectadas en el campo.

#### Promoción de una cultura de seguridad alimentaria:

Se promovió una cultura de seguridad alimentaria que fomenta la colaboración entre veterinarios y personal de mantenimiento. Se llevaron a cabo capacitaciones dirigidas y se establecieron protocolos de comunicación que garantizan el cumplimiento de normativas y estándares de calidad en el manejo de productos alimentarios. Esta sinergia busca optimizar los procesos y fortalecer el compromiso colectivo con la seguridad y la calidad en la industria alimentaria.

Este enfoque metodológico integral no solo permite identificar y abordar problemas existentes, sino que también establece las bases para una mejora continua en la eficiencia operativa y la calidad del producto en las plantas procesadoras de alimentos. La aplicación de esta metodología refuerza la hipótesis central de la tesis, evidenciando que la fusión de conocimientos técnicos en ingeniería industrial y mantenimiento potencia significativamente el papel del veterinario en la industria alimentaria.

#### Alcances y limitaciones

La implementación de un plan de mantenimiento diseñado para garantizar los mecanismos necesarios que aseguren el cumplimiento efectivo del proceso de Operación y Mantenimiento (O&M) en el área de Valor Agregado es fundamental y necesaria. Este plan se centra en mantener la confiabilidad tanto de los equipos como de los procesos, con miras a reducir la incidencia de paros no programados de la operativa, minimizar las averías menores y mitigar la falta de rendimiento en los equipos. Además, se busca fomentar una cultura de prevención entre los operarios, promoviendo el cuidado proactivo de los equipos

e instalaciones, lo que a su vez contribuirá a mejorar la rentabilidad de la empresa.

Una de las principales limitaciones del proyecto es la existencia de documentación incompleta. En algunos casos, los documentos y manuales de los equipos son inexistentes o no están actualizados, lo que podría dificultar la implementación óptima del plan de mantenimiento. Además, el alcance del proyecto no puede garantizar la eliminación total de fallas y demoras, dado que los imprevistos son inherentes a la operación industrial y pueden surgir factores externos que impacten el rendimiento de los equipos y procedimientos.

### Operativa de Mantenimiento

Según Garrido (2003), el mantenimiento se define como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la máxima disponibilidad y rendimiento.

Las funciones básicas del mantenimiento se pueden resumir en garantizar que los equipos e instalaciones cumplan los requisitos normales del proceso. Esta definición depende de varios factores, como el tipo de industria, su tamaño, la política empresarial, las características de producción y el emplazamiento. Tal como señala León (1998), las responsabilidades del departamento de mantenimiento deben estar claramente definidas para evitar confusiones o superposiciones de funciones, lo que podría llevar a conflictos de autoridad. Entre las principales funciones del departamento de mantenimiento se incluyen:

- Mantener los equipos e instalaciones en condiciones operativas eficaces y seguras, para así asegurar que todos los equipos e instalaciones estén óptimos para su operación, garantizando eficiencia y seguridad.
- Controlar el estado de los equipos y realizar un monitoreo constante para asegurar que los equipos estén siempre listos para su uso.

- Reducir el número de averías e implementar estudios e investigaciones que identifiquen y mitiguen las causas principales de desperfectos.
- Prever los repuestos necesarios, lo que implica planificar el inventario de repuestos basado en datos históricos y análisis de tendencias.
- Intervenir en proyectos de modificación y participar en planes que busquen modificar o mejorar el diseño de equipos e instalaciones.
- Modificar o reparar equipos para ejecutar las tareas necesarias para el mejor desempeño de la planta, reparación o actualización de equipos.
- Asesorar a los mandos de producción, lo que permite proporcionar apoyo técnico en las mejores prácticas de mantenimiento y operación.
- Realizar el seguimiento de costes de mantenimiento, gestionar y monitorear los costos asociados al mantenimiento buscando eficiencia económica.
- Proveer equipamiento adecuado al personal, de forma de asegurar que el personal cuente con el equipamiento necesario para realizar sus tareas de manera segura y eficiente.

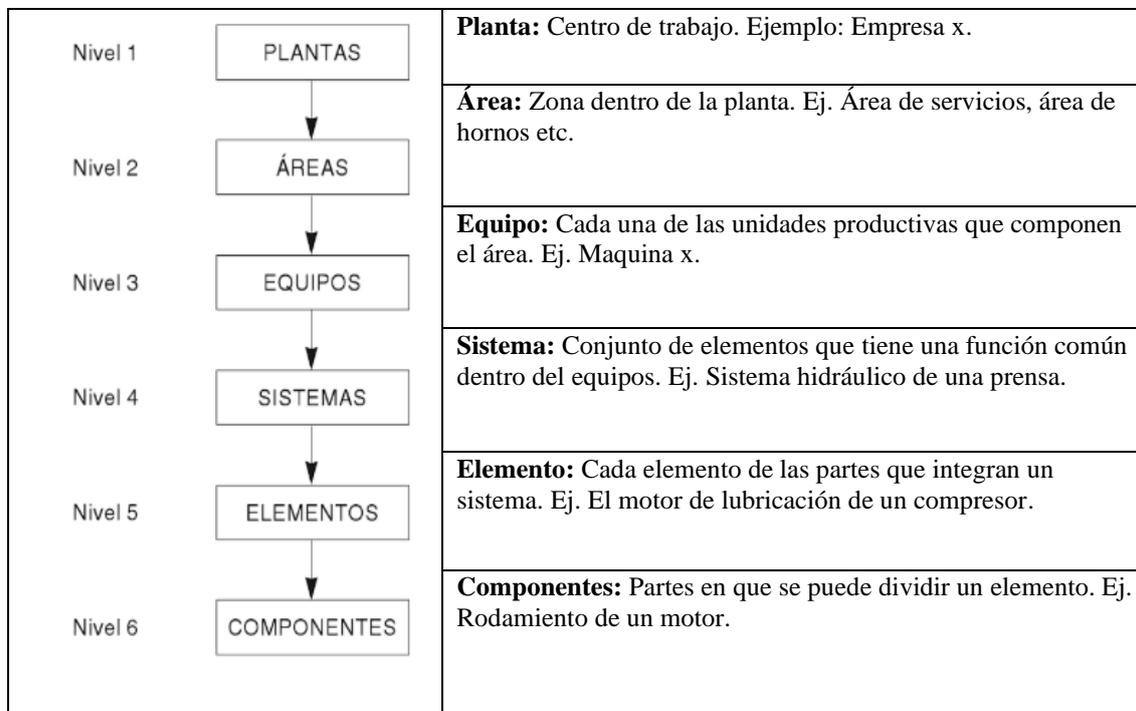
El mantenimiento tiene como objetivo principal asegurar la disponibilidad y confiabilidad de las operaciones, alineándose con la gestión de calidad, así como con las normas de seguridad y medio ambiente. Un buen mantenimiento es esencial para que la empresa se mantenga operable con el grado adecuado de eficacia y eficiencia en su activo fijo.

Garrido (2003) sostiene que no es justificable aplicar un único tipo de mantenimiento a toda la planta, ya que cada equipo tiene características específicas que requieren un enfoque individualizado. Esto implica que diferentes equipos, aunque similares, pueden necesitar diferentes tipos de mantenimiento.

### Equipos y control de Planta

Para ser útil, un listado de equipos debe estructurarse de manera que muestre las relaciones entre ellos y su funcionalidad para la planta industrial. Es

posible distinguir varios niveles de equipos, como motores, bombas, sensores, etc. La organización de esta información en forma de estructura arbórea facilitará la gestión y el análisis del mantenimiento requerido.



<sup>2</sup> Figura 2 Niveles de equipos

Una vez elaborada la lista de equipos, en relación con los distintos niveles observados, es fundamental asignar un código único a cada uno de ellos. Esta codificación facilita la localización de los equipos, su referencia en órdenes de trabajo y planos, y permite la creación de registros históricos sobre fallos e intervenciones. Además, proporciona una base para el cálculo de indicadores relacionados con áreas, equipos, sistemas y elementos, así como para el control de costos asociados.

Existen dos enfoques principales para la codificación de equipos:

<sup>2</sup> Garrido (2003), p. 8.

- Sistemas de codificación no significativos: estos sistemas asignan un número o código correlativo a cada equipo sin proporcionar información adicional. Aunque son fáciles de implementar, carecen de utilidad informativa.
- Sistemas de codificación significativos o inteligentes: en este caso, el código asignado incluye información relevante sobre el equipo, lo que facilita su identificación y gestión. Según Garrido (2003), este enfoque es preferible, ya que contribuye a una gestión más eficaz.}

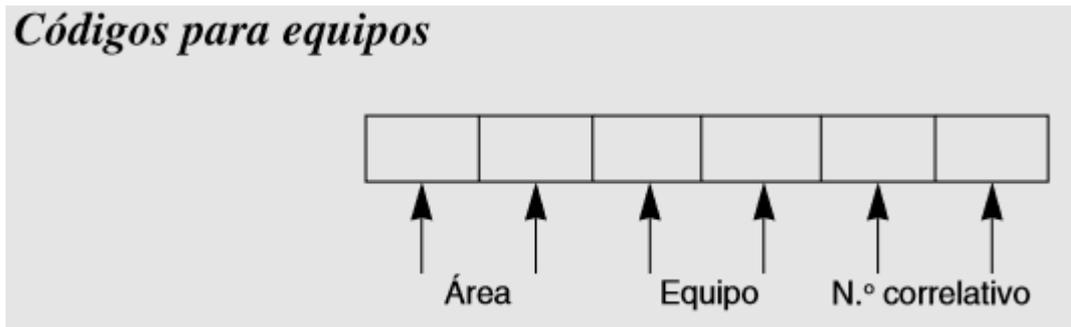
El código de un equipo debe incluir la siguiente información esencial:

- Planta: indica a cuál planta pertenece el equipo.
- Área: especifica el área dentro de la planta donde se ubica el equipo.
- Tipo de equipo: define la categoría o función del equipo.

Adicionalmente, los elementos que forman parte de un equipo deben contener información complementaria que facilite su gestión:

- Equipo al que pertenecen: identifica el equipo principal al que están asociados.
- Sistema: dentro del equipo, indica el sistema específico en el que están incluidos.
- Familia: clasifica el elemento dentro de una familia de equipos o componentes relacionados.

Este enfoque sistemático para la codificación de equipos no solo mejora la organización y la eficiencia operativa, sino que también optimiza el mantenimiento y la gestión de recursos en la planta.



<sup>3</sup> Figura 3 Códigos de equipos

### Análisis de Criticidad

No todos los equipos en una planta industrial poseen la misma relevancia. Es un hecho que algunos equipos son más cruciales para el funcionamiento y los resultados de la empresa que otros. Garrido (2003) observa que, dado que los recursos destinados al mantenimiento son limitados, es fundamental asignar la mayor parte de estos recursos a los equipos más críticos, reservando solo una pequeña porción para aquellos que tienen un impacto menor en la operación general de la planta.

El Análisis de Criticidad permite clasificar los equipos de la planta en diferentes niveles de importancia, lo que facilita una gestión más eficiente de los recursos. A continuación, se presentan los niveles de criticidad.

A) Equipos críticos: son aquellos cuya parada o mal funcionamiento tiene un impacto significativo en los resultados productivos de la empresa. La interrupción de estos equipos puede causar pérdidas económicas considerables y afectar la continuidad de las operaciones.

B) Equipos importantes: estos equipos también influyen en la producción, pero sus fallas o paradas pueden ser asumidas sin generar consecuencias

---

<sup>3</sup> Garrido (2003), p. 14.

devastadoras. Aunque su funcionamiento es relevante, la empresa puede tolerar cierta flexibilidad en su operatividad.

C) Equipos prescindibles: son aquellos que tienen un impacto mínimo en los resultados generales de la planta. Su interrupción no afecta de manera significativa a la producción y, en muchos casos, pueden ser reemplazados o prescindidos temporalmente sin consecuencias importantes.

### ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.

Figura 4 Análisis de criticidad

Este análisis es crucial para priorizar acciones de mantenimiento y asegurar que los recursos se utilicen de manera óptima, maximizando la

eficiencia operativa de la planta. Para el veterinario, que pueda estar a cargo de alguna de las áreas de estas instalaciones, estar al tanto de estos conocimientos es especialmente relevante, ya que su papel en la industria alimentaria no se limita a garantizar la salud y bienestar animal. La comprensión del análisis de criticidad le permite identificar qué equipos son fundamentales para el proceso productivo y, por ende, para la calidad del producto final. Al conocer la criticidad de los equipos, el veterinario puede colaborar de manera más efectiva con los equipos de mantenimiento, priorizando intervenciones en aquellos sistemas cuyo mal funcionamiento podría comprometer tanto la seguridad alimentaria como la eficacia operativa.

Además, esta familiaridad con la criticidad de los equipos permite al veterinario participar en la toma de decisiones estratégicas, optimizando la planificación de recursos y asegurando que las inversiones en mantenimiento se dirijan a áreas donde su impacto será más significativo. Este enfoque contribuye a una gestión más eficiente y también refuerza el papel del veterinario como un profesional clave en la mejora continua de los procesos industriales, facilitando la integración de la salud animal, la calidad del producto y la sostenibilidad operativa de la planta.

### Tipos de Mantenimiento

La clasificación de los tipos de mantenimiento puede variar según las funciones que se le atribuyan, pero tradicionalmente se distingue un enfoque basado en la metodología y la filosofía de planteamientos. Desde esta perspectiva, se reconocen los siguientes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Es importante destacar que ninguno de estos tipos se utiliza de forma aislada; en cambio, se recomienda una combinación adecuada que forme lo que se conoce como mantenimiento planificado. Este enfoque consiste en seleccionar correctamente los equipos y plantas a los que se aplicará cada tipo de mantenimiento, optimizando así los recursos disponibles<sup>4</sup>.

#### Mantenimiento Correctivo:

El mantenimiento correctivo, también conocido como mantenimiento "a rotura" (*breakdown maintenance*), se activa únicamente cuando se produce un fallo en los equipos. Aunque este enfoque puede parecer pasivo, es común en muchas industrias, especialmente en aquellas donde los componentes afectados tienen un bajo costo y los equipos son auxiliares en lugar de críticos para la producción, tal como señala León (1998). Sin embargo, es crucial que los veterinarios comprendan los riesgos asociados con este tipo de mantenimiento, ya que la parada de equipos auxiliares puede afectar indirectamente la calidad y seguridad de los productos alimentarios.

#### Mantenimiento Preventivo:

El mantenimiento preventivo está diseñado para anticiparse a fallos potenciales mediante la programación de intervenciones en los puntos vulnerables de los equipos. Esta práctica requiere un análisis cuidadoso para determinar los periodos de inspección, ya que intervalos inadecuados pueden resultar en fallos inesperados o costos excesivos, tal como observa Garrido (2003). La participación del veterinario en este tipo de mantenimiento es relevante, ya que su conocimiento sobre la salud y el bienestar animal permite garantizar que los equipos relacionados con la producción cárnica se mantengan en óptimas condiciones, minimizando el riesgo de contaminación o problemas de calidad.

---

<sup>4</sup> León (1998), p. 25.

### Mantenimiento Predictivo:

Autores como León (1998) y Garrido (2003) observan que el mantenimiento predictivo busca monitorizar continuamente el estado de los equipos mediante la evaluación de variables físicas, como temperatura y vibración. Señalan que aunque ofrece la ventaja de anticipar problemas, su implementación puede ser compleja, ya que no existe un solo parámetro que refleje con precisión el estado de una máquina. Aquí, el veterinario puede desempeñar un papel clave al contribuir con su experiencia en la identificación de indicadores que afectan la salud del ganado y la calidad del producto, garantizando que los equipos esenciales para la producción se mantengan en condiciones óptimas.

### Mantenimiento Productivo Total (TPM):

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía que integra todos los aspectos del mantenimiento y la producción, enfatizando la participación de todos los empleados. Según León (1998), este enfoque no solo busca mejorar la efectividad de los equipos, sino también mantener altos estándares de calidad y seguridad en el entorno laboral. La participación del veterinario en el TPM es esencial, ya que su perspectiva sobre la salud animal puede influir en la implementación de prácticas de mantenimiento que aseguren condiciones adecuadas para la producción y la manipulación de alimentos.

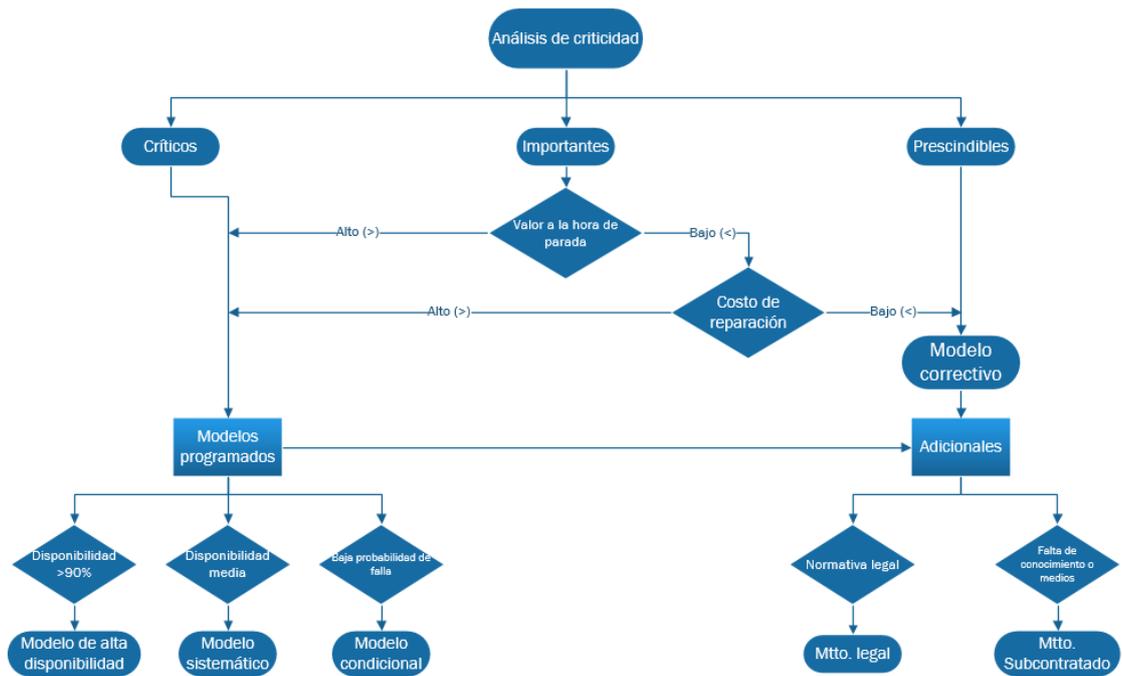
### Modelos de Mantenimiento Posibles

La selección del modelo de mantenimiento adecuado es un paso crítico, y el veterinario debe estar involucrado en esta decisión para garantizar que se alineen las prácticas de mantenimiento con los estándares de calidad y seguridad alimentaria.

- Modelo Correctivo: se aplica a equipos de bajo nivel de criticidad, con una mínima repercusión en la producción.
- Modelo Condicional: incluye inspecciones y pruebas que condicionan futuras intervenciones, ideal para equipos poco utilizados pero críticos.
- Modelo Sistemático: adecuado para equipos de disponibilidad media que requieren un enfoque más proactivo.
- Modelo de Alta disponibilidad: se aplica en equipos que no pueden permitirse fallos, donde el veterinario puede ayudar a identificar los equipos críticos que afectan la calidad del producto.
- Mantenimiento Legal: en equipos regulados, el veterinario debe asegurarse de que se cumplan las normativas de seguridad alimentaria.
- Mantenimiento Subcontratado: puede incluir la participación de veterinarios en la capacitación de personal externo para asegurar que se mantengan los estándares de salud y seguridad.

#### Selección del Modelo de Mantenimiento:

La identificación de la criticidad del equipo es esencial para determinar el modelo de mantenimiento más adecuado. Aquí, el veterinario juega un rol clave al ofrecer su experiencia en la evaluación de riesgos asociados a la salud animal y la calidad del producto, asegurando así que la selección del modelo de mantenimiento esté alineada con las mejores prácticas en la industria alimentaria. Se utilizan tanto métodos cuantitativos como cualitativos para tomar decisiones informadas, garantizando que los recursos se asignen de manera eficiente y efectiva.



<sup>5</sup>Figura 5 Diagrama de Decisión sobre tipo de Mantenimiento<sup>5</sup>

## Gestión de Repuestos

La gestión de repuestos es un proceso crítico que involucra la planificación y control de la adquisición de piezas necesarias para el mantenimiento de equipos en una planta industrial. Mantener un stock óptimo de repuestos es esencial, ya que un manejo ineficiente puede afectar significativamente la operatividad, la calidad del producto y, en última instancia, la seguridad alimentaria. En este contexto, el veterinario juega un papel fundamental, no solo en la supervisión del bienestar animal, sino también en la optimización de procesos que garantizan la calidad y seguridad de los productos alimentarios. La capacidad del veterinario para identificar y priorizar los equipos críticos permite una mejor planificación de los repuestos, asegurando que estén disponibles en momentos clave.

<sup>5</sup> Garrido (2003), p.30.

## Clasificación de los Repuestos

Los repuestos pueden clasificarse en seis categorías fundamentales, cada una con implicaciones específicas para la gestión y el mantenimiento:

1. Piezas sometidas a desgaste: elementos como cojinetes y juntas que son críticos en la operación y deben ser monitoreados para evitar fallos que puedan afectar la calidad del producto.
2. Consumibles: artículos de vida útil corta, como filtros y lubricantes, cuya disponibilidad es esencial para garantizar un mantenimiento preventivo efectivo.
3. Elementos de regulación y mando mecánico: válvulas y componentes que permiten el control de los procesos, donde la intervención veterinaria puede garantizar que operen dentro de los estándares de seguridad alimentaria.
4. Piezas móviles: engranajes y ejes que, al fallar, pueden provocar paradas inesperadas en la producción, comprometiendo la calidad del producto.
5. Componentes electrónicos: a pesar de su fiabilidad, cualquier fallo en estos puede resultar en paradas costosas, lo que resalta la importancia de un mantenimiento predictivo en colaboración con el veterinario.
6. Piezas estructurales: generalmente resistentes, pero su monitoreo es crucial para evitar incidentes que podrían afectar la seguridad del personal y la operación.

### Necesidad de Stock en Planta:

La correcta categorización de los repuestos en función de su criticidad es fundamental. Se deben dividir en tres grupos:

1. Repuesto A: piezas esenciales que deben mantenerse en stock para asegurar la operatividad de los equipos críticos.
2. Repuesto B: piezas que deben estar localizadas y disponibles en caso de ser necesarias, lo que permite una respuesta rápida ante contingencias.
3. Repuesto C: piezas de bajo impacto que no requieren previsión, pero cuyo conocimiento puede ser útil para la gestión del mantenimiento.

La participación del veterinario es clave en la identificación de los repuestos críticos, asegurando que la calidad y la seguridad de los productos alimentarios no se vean comprometidas.

### Clasificación por Tipo de Aprovisionamiento:

La gestión de repuestos también implica considerar el tipo de aprovisionamiento, que se divide en tres categorías:

1. Pieza estándar: accesibles a múltiples proveedores, lo que permite flexibilidad y rapidez en la reposición.
2. Pieza específica del fabricante: diseñadas para máquinas específicas, requieren un manejo cuidadoso para evitar interrupciones en la producción.

3. Pieza específica a medida: construidas bajo especificaciones, su aprovisionamiento debe ser planificado para evitar retrasos que afecten la producción.

#### Aspectos para considerar en la selección del repuesto

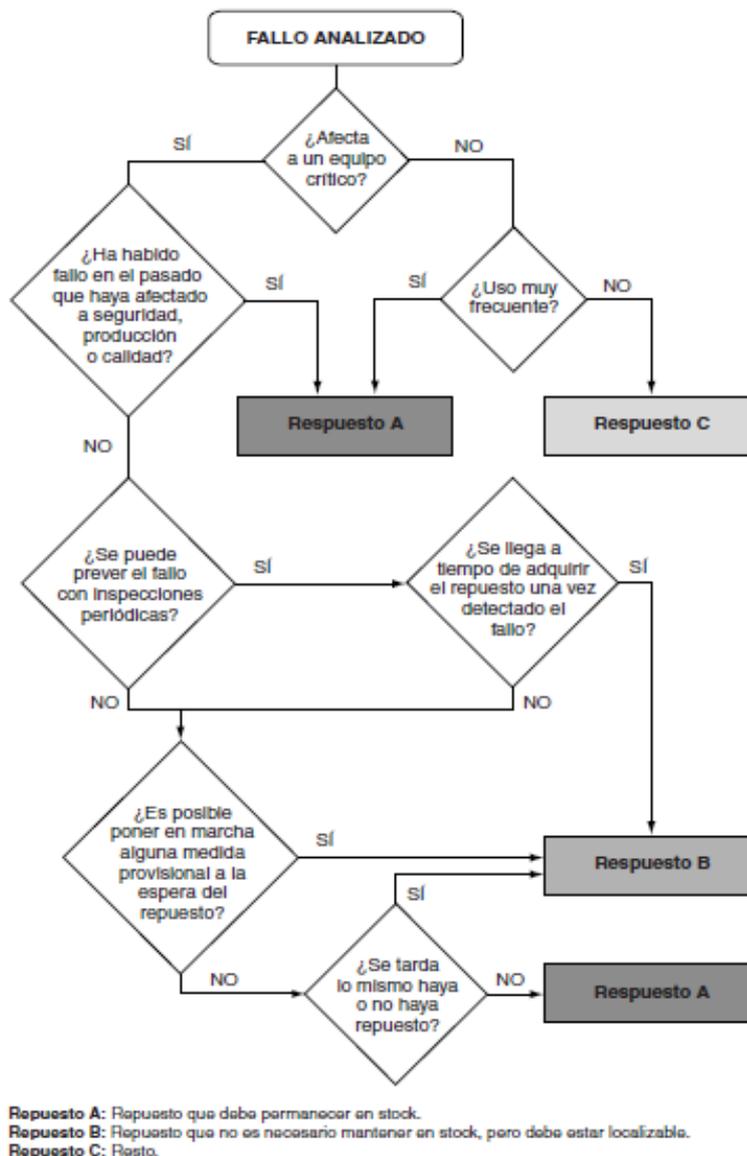
La selección de repuestos debe tener en cuenta varios factores, donde la intervención del veterinario puede aportar un enfoque adicional:

- Criticidad del equipo: los equipos A deben tener prioridad en el almacén, dado su impacto directo en la calidad y seguridad alimentaria.
- Consumo: repuestos de bajo costo y alto consumo, como filtros y retenes, deben estar siempre disponibles para evitar paradas innecesarias.
- Plazo de aprovisionamiento: las piezas críticas con largos tiempos de entrega deben ser almacenadas estratégicamente para minimizar el riesgo de paradas.
- Coste de la pieza: piezas costosas deben gestionarse a través de un mantenimiento predictivo, y su uso debe ser planificado con cuidado.
- Coste de la pérdida de producción: la evaluación del impacto económico de un fallo en equipos críticos debe guiar la decisión sobre la cantidad y tipo de repuestos a mantener en stock.

Los repuestos clasificados como A son los que deben mantenerse en planta, divididos en:

- Repuestos de gran rotación: principalmente consumibles, son esenciales para el mantenimiento diario.
- Material estándar: repuestos de uso común que pueden aplicarse a varios equipos, optimizando así la disponibilidad y el uso eficiente de los recursos.

La gestión de repuestos es una función integral en la operación de una planta de procesamiento de alimentos. La participación activa del veterinario en este proceso no solo asegura un enfoque más holístico en la calidad y seguridad del producto, sino que también contribuye a una gestión más efectiva de los recursos, maximizando la eficiencia operativa y garantizando el bienestar animal. La colaboración entre los equipos de mantenimiento y los veterinarios es crucial para establecer un modelo de mantenimiento integral que responda a las exigencias de la industria alimentaria moderna.



<sup>6</sup> Figura 6 Análisis de fallo gestión de los repuestos

<sup>6</sup> Garrido (2003), p. 124.

## Gestión de fallos

### Determinación de fallos funcionales y fallos técnicos:

Los fallos funcionales y técnicos son fundamentales en la gestión del trabajo en el mantenimiento de equipos. Un **fallo funcional** se define como aquel que impide que el equipo o sistema desempeñe su función principal. Por ejemplo, en un sistema de lubricación, un fallo funcional se manifestaría cuando "el sistema no lubrica". Para identificar un fallo funcional, es necesario comprender cuál es la función que el equipo debe cumplir y definir el fallo como su "anti-función". Por otro lado, un fallo técnico es aquel que, aunque no interfiere con la función principal del equipo, indica un funcionamiento anormal. Siguiendo con el ejemplo del sistema de lubricación, un fallo técnico podría ser una "fuga de aceite". Aunque estos fallos técnicos no detienen la operación del equipo, pueden causar un desgaste acelerado y, eventualmente, transformarse en fallos funcionales. La atención a estos fallos es esencial para garantizar la eficiencia y la durabilidad de los equipos.

Para identificar y analizar los fallos y sus modos, se pueden utilizar diversas fuentes de información, entre las cuales se destacan:

- **Histórico de averías:** el análisis del comportamiento de una instalación, equipo o sistema, a través de la revisión de documentos que registran averías e incidencias pasadas, proporciona información valiosa para la identificación de fallos recurrentes y patrones de fallo.
- **Personal de mantenimiento:** interactuar con los miembros del equipo de mantenimiento es fundamental, ya que su experiencia puede ofrecer perspectivas sobre incidentes comunes y recomendaciones para su prevención.
- **Personal de producción:** la consulta con el personal de producción permite identificar los fallos que generan mayores inconvenientes en la operación

diaria, contribuyendo así a un enfoque más práctico en la gestión de mantenimiento.

- Documentación del equipo: la documentación técnica del equipo suele incluir secciones que detallan los fallos más comunes y los procedimientos recomendados para abordarlos, lo cual es esencial para una gestión eficaz.

La clasificación de los fallos se basa en sus consecuencias, lo que nos ayuda a decidir si deben ser evitados o si es suficiente con mitigar sus efectos. Esta clasificación puede dividirse en dos categorías:

1. Fallos por evitar: estos son aquellos cuya consecuencia es inadmisibles. Implican un costo elevado y/o una complejidad en su prevención, por lo que se reservan para equipos de alta disponibilidad. La estrategia aquí es tomar medidas proactivas para evitar que el fallo ocurra.
2. Fallos a mitigar: en este caso, aunque las consecuencias del fallo no sean críticas, es prudente implementar estrategias para minimizar sus efectos en caso de que se produzcan. Esto implica una gestión más flexible y menos costosa, adecuada para equipos con menor criticidad.

La gestión efectiva de los fallos funcionales y técnicos, así como la correcta identificación de fuentes de información, son esenciales para mantener la operatividad y eficiencia en las plantas industriales. La participación del veterinario, con su enfoque en la seguridad y bienestar en el contexto de la producción alimentaria, es crucial para garantizar que se implementen estrategias de mantenimiento adecuadas, para proteger los equipos, la calidad y la seguridad de los productos finales.

#### FORMAS DE ACTUACIÓN ANTE UN FALLO

- *Equipos con modelo de mantenimiento de Alta Disponibilidad*
  - Fallos funcionales: A EVITAR
  - Fallos técnicos: A AMORTIGUAR
- *Equipos con modelo de mantenimiento Sistemático*
  - Fallos funcionales: A EVITAR
  - Fallos técnicos: A AMORTIGUAR
- *Equipos con modelo de mantenimiento Condicional*
  - Fallos funcionales: A AMORTIGUAR
  - Fallos técnicos: A AMORTIGUAR
- *Equipos con modelo de mantenimiento Correctivo*
  - No se estudian

<sup>7</sup> Figura 7 Formas de actuación antes un fallo

---

<sup>7</sup> Garrido (2003), pág. 42.

## **IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE RESULTADOS**

Según Gómez de León (1998), “a menudo la detección de los efectos o problemas en los equipos mediante un adecuado sistema de mantenimiento genera en poco tiempo un ahorro de dinero muy superior al costo de la implantación del sistema” (p. 47). Esta afirmación subraya la importancia de un plan de mantenimiento bien estructurado, no solo desde un enfoque técnico, sino también desde la perspectiva económica y operativa.

### **Plan de Mantenimiento**

De acuerdo a Plaza Tovar (2009), un Plan de Mantenimiento se define como un conjunto de tareas programadas que deben llevarse a cabo en una planta para garantizar niveles óptimos de disponibilidad operativa. Este plan no solo busca prevenir fallos, sino también optimizar los recursos y asegurar la continuidad de la producción, un aspecto crucial en el contexto industrial.

### **Clasificación de Trabajos**

La clasificación de trabajos en el mantenimiento es esencial para organizar y priorizar las tareas a realizar:

- Pequeños trabajos no rutinarios: tareas con una duración menor a 4 horas.
- Trabajos rutinarios: tareas repetitivas y previsibles, ejecutadas por un equipo fijo asignado a cada instalación.
- Trabajos de mantenimiento diversos: la mayoría de los trabajos de mantenimiento, que aparecen con cierta regularidad, pero no con gran variabilidad.

- Trabajos de ayuda a producción: ajustes y cambios de formato, que son vitales para mantener la fluidez en las operaciones.

## Determinación de medidas preventivas

Una vez identificados los modos de fallo de cada equipo, el siguiente paso es definir las medidas preventivas que permitirán evitar los fallos o minimizar sus efectos. Según Garrido (2003), estas medidas pueden clasificarse en cuatro tipos:

a. Tareas de mantenimiento: son acciones específicas que ayudan a prevenir fallos o mitigar sus efectos. Estas pueden incluir:

- Inspecciones visuales.
- Lubricación.
- Verificaciones con instrumentos del equipo: Incluye mediciones de parámetros como presión, temperatura y vibraciones.
- Verificaciones con instrumentos externos: Evaluaciones que requieren herramientas especiales, divididas en simples y complejas.
- Limpiezas y ajustes condicionales y sistemáticos: Realizadas en función del estado del equipo.
- Sustitución sistemática de piezas.
- Grandes revisiones: Incluyendo el reemplazo de todas las piezas sometidas a desgaste.

b. Mejoras y/o Modificaciones de la Instalación: Algunas fallas pueden prevenirse modificando la instalación o introduciendo mejoras, tales como:

- Cambios en materiales.
- Rediseño de piezas para evitar puntos de tensión.

- Instalación de sistemas de detección.
- Rediseño de la instalación.
- Modificaciones en condiciones externas.

c. Cambios en los Procedimientos de Operación: La formación del personal operativo es crucial, ya que su comportamiento puede influir significativamente en la incidencia de fallos. Modificar los procedimientos de operación es una medida económica y eficaz para reducir averías.

d. Cambios en los Procedimientos de Mantenimiento: La correcta ejecución de las tareas de mantenimiento es esencial. La redacción de procedimientos claros, que incluyan tolerancias y ajustes, es fundamental para garantizar intervenciones efectivas.

#### La Mejora Continua del Plan de Mantenimiento

El Plan de Mantenimiento debe ser un documento dinámico, que evolucione con el tiempo. Garrido (2003) sostiene que, si un plan permanece inalterado durante más de seis meses, es probable que no esté siendo utilizado efectivamente. A medida que se realizan las tareas de mantenimiento, es fundamental identificar oportunidades de mejora, ajustar frecuencias de tareas y eliminar aquellas que no aportan valor. Las modificaciones en el mantenimiento correctivo también pueden enriquecer el plan, así como los cambios en la planta, como la adquisición de nuevas máquinas o cambios en el Plan de Producción.

#### Indicadores de Gestión (KPIs)

Los KPIs son herramientas esenciales para medir la eficiencia operativa y los costos relacionados con el mantenimiento. Algunos indicadores clave incluyen:

- Medición de eficiencia.
- Beneficio y margen.
- Planificación y presupuesto.

- Automatización.
- Negociación con proveedores.
- Reducción de desperdicio.
- Capacitación del personal.

De acuerdo a Merchandise (2023), la monitorización de estos indicadores permite a la empresa optimizar los costos operativos, mejorar la rentabilidad y mantener o incluso elevar la calidad de los productos y servicios ofrecidos.

#### Confiabilidad de los Equipos:

Gutiérrez (2009), observa que la confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo cumpla satisfactoriamente con sus funciones durante un tiempo específico y bajo condiciones normales de operación.

#### Curva de Confiabilidad:

La curva de confiabilidad representa gráficamente el funcionamiento de un equipo a lo largo del tiempo, proporcionando una visión clara de su desempeño y ayudando a identificar áreas de mejora.

#### Identificación de Repuestos y Equipos Críticos

El análisis de criticidad realizado sobre los equipos en el área de Valor Agregado ha permitido identificar y seleccionar los repuestos críticos necesarios para asegurar la operatividad continua de la maquinaria. Este proceso incluyó la evaluación de equipos con un alto índice de criticidad, considerando no solo aquellos catalogados como críticos o importantes, sino también aquellos de menor relevancia que podrían ocasionar impactos significativos en la producción y en el mantenimiento. Estos impactos se pueden manifestar a través de su influencia operacional, costos de reparación, y frecuencia de fallas.

La identificación y selección de refacciones críticas se llevó a cabo con el respaldo de manuales técnicos, la experiencia acumulada por los técnicos especializados y el análisis histórico del desempeño de la maquinaria. Este enfoque permitió identificar puntos de deterioro recurrentes, en particular en componentes sujetos a desgaste o que desempeñan funciones críticas en la transmisión de movimiento. Entre estos elementos se incluyen componentes que conectan piezas fijas y móviles, así como partes en contacto con fluidos, tales como cojinetes, casquillos, retenes, juntas, rodetes, ejes, correas y bielas. Estos componentes son particularmente vulnerables a desgaste, abrasión y corrosión

### Generación de Rutinas Preventivas de Mantenimiento

La formulación de rutinas preventivas se realizó a partir del análisis de historiales de fallas de la maquinaria, lo que permitió identificar aquellas partes que presentan fallas con mayor frecuencia o que requieren un cuidado particular. Este proceso fue complementado con la revisión de manuales técnicos y directrices proporcionadas por los proveedores. En el caso de aquellas máquinas que ya contaban con rutinas preventivas establecidas, se procedió a una revisión y actualización de estas, eliminando o incorporando tareas según se considerara necesario.

Cada máquina fue asignada con actividades específicas, determinadas según el índice de criticidad definido en el análisis previo. Las actividades planificadas fueron organizadas y documentadas en listas detalladas que especifican las tareas a realizar. Estas incluyen inspecciones visuales, verificaciones del correcto funcionamiento, lubricaciones, limpiezas, y el cambio de piezas. Asimismo, se estableció un cronograma de realización para cada actividad, en función del nivel de atención que cada equipo requiere, priorizando aquellos considerados críticos e importantes

## Programación de las Rutinas de Mantenimiento

Una vez elaboradas las rutinas de mantenimiento para cada equipo, se procedió a programar las actividades de acuerdo con el cronograma establecido. Este proceso implica la determinación precisa del momento en que debe llevarse a cabo el mantenimiento, asignando estas tareas a las máquinas seleccionadas y, de esta forma, creando un plan de mantenimiento integral.

El objetivo principal de este plan es minimizar o evitar fallos en la maquinaria. Las actividades de mantenimiento fueron programadas en diferentes intervalos: semanal, quincenal, mensual, trimestral y semestral, en función de las necesidades específicas de cada equipo. De este modo, cada equipo cuenta con un calendario de mantenimiento personalizado que garantiza su operatividad y prolonga su vida útil

## Establecimiento de Indicadores de Gestión

Para asegurar el control y la mejora continua del plan de mantenimiento, se definieron una serie de indicadores que permiten medir la eficiencia de las intervenciones realizadas. Estos indicadores reflejan directamente la confiabilidad de la maquinaria y son fundamentales para la toma de decisiones informadas.

Los indicadores fueron diseñados específicamente para evaluar el rendimiento de los equipos críticos, conforme a lo establecido en el análisis de criticidad. Entre los principales indicadores se incluyen:

- Disponibilidad de los equipos: Mide el tiempo en que los equipos están operativos y disponibles para la producción, proporcionando una perspectiva clara sobre la efectividad del mantenimiento.
- Calidad del producto: Evalúa el impacto de las actividades de mantenimiento en la calidad de los productos finales, asegurando que se mantengan los estándares requeridos.

- Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF): Este indicador mide el tiempo promedio transcurrido entre fallas de un equipo, lo cual es crucial para evaluar la fiabilidad del mismo.
- Tiempo Medio Entre Reparaciones (MTTR): Mide el tiempo promedio requerido para reparar un equipo tras una falla, proporcionando información valiosa sobre la eficiencia del proceso de reparación.

Estos indicadores no solo permiten monitorear el desempeño actual del plan de mantenimiento, sino, de acuerdo a lo que señala Plaza Tovar (2009), también identifican oportunidades para la mejora continua en la gestión del mantenimiento, garantizando así una operación más eficiente y rentable. Desde la perspectiva de calidad de procesos y producción, se asegura el cumplimiento de los programas de producción establecidos.

Los resultados del proyecto realizado incluyen una actualización integral de los equipos en el área de Valor Agregado, facilitada por un levantamiento de datos que permitió la creación de un inventario detallado. Este inventario abarca especificaciones técnicas fundamentales de cada equipo, tales como fabricante, modelo, número de serie y voltaje. La actualización no solo mejora el control y la gestión de los equipos, sino que también optimiza los sistemas informáticos asociados, contribuyendo a la eficiencia de la producción

Además, se llevó a cabo una actualización de los repuestos clave para los equipos críticos en el área mencionada. Este proceso permitió identificar las partes con mayor desgaste en los equipos seleccionados, asegurando así un aprovisionamiento adecuado y oportuno de los repuestos necesarios para su mantenimiento.

En lo que respecta a las rutinas de mantenimiento preventivo, se lograron mejoras significativas basadas en el análisis de criticidad de cada equipo. Se diseñaron nuevas rutinas preventivas para aquellos equipos que carecían de ellas y se actualizaron las existentes, incorporando nuevas tareas o eliminando aquellas que ya no eran necesarias. Las rutinas preventivas se centraron en

priorizar los equipos más importantes, con el objetivo de reducir la incidencia de fallos y asegurar una operatividad continua.

Además, se implementó un control de calidad más riguroso en los procesos de mantenimiento, fortaleciendo el monitoreo y seguimiento de los equipos críticos o que requieren mayor atención. Para ello, se establecieron Indicadores Clave de Desempeño que permiten evaluar y optimizar el rendimiento del mantenimiento realizado, garantizando la confiabilidad y eficiencia de los equipos en el área.

## **CONCLUSIÓN**

La presente tesis subraya la creciente relevancia del veterinario en la industria alimentaria, especialmente en el contexto de la gestión de mantenimiento y producción. En un sector donde la calidad y la inocuidad alimentaria son primordiales, el veterinario se posiciona no solo como un garante del bienestar animal, sino también como un actor clave en la optimización de procesos industriales. Esta tesis ha demostrado que la intersección entre la formación veterinaria y los conocimientos en ingeniería industrial y mantenimiento puede contribuir significativamente a la eficiencia operativa y a la calidad del producto.

A lo largo de este trabajo, se ha destacado la importancia de las herramientas esenciales para priorizar acciones de mantenimiento. El veterinario, con su conocimiento profundo sobre la salud animal y la seguridad de los productos, es fundamental en la identificación de equipos críticos, asegurando que se dirijan los recursos de manera óptima a aquellas áreas que impactan directamente en la producción y en la calidad de lo que se procesa. Este enfoque promueve una gestión eficiente y además minimiza el riesgo de incidentes que puedan comprometer la inocuidad alimentaria. La clasificación de los tipos de mantenimiento—correctivo, preventivo, predictivo y Mantenimiento Productivo Total (TPM)—revela que la estrategia de mantenimiento no puede ser un enfoque unilateral. En este sentido, la participación del veterinario se hace indispensable para implementar un enfoque planificado que combine adecuadamente estas modalidades. Al anticiparse a los fallos mediante un

mantenimiento preventivo y predictivo, se logra no solo una mayor disponibilidad de los equipos, sino también un entorno más seguro y saludable tanto para los trabajadores como para los animales involucrados en el proceso. El Mantenimiento Productivo Total, que enfatiza la participación activa de todos los operarios, puede ser enriquecido con la inclusión del veterinario en equipos multidisciplinarios. Su presencia puede facilitar la identificación de áreas de mejora en los procesos y garantizar que las prácticas de mantenimiento se alineen con las normativas de inocuidad y bienestar animal. La selección del modelo de mantenimiento más adecuado para cada equipo, basada en el análisis de criticidad, permite una gestión más efectiva de los recursos disponibles. Esta metodología no solo es beneficiosa para la industria en términos de costos y eficiencia, sino que también establece un estándar para el manejo responsable de los equipos en pro de la seguridad alimentaria.

Esta investigación sostiene que la formación técnica del veterinario requiere la inclusión de competencias en ingeniería industrial y mantenimiento de plantas y equipamiento. Esta sinergia potenciará indudablemente el rol del veterinario en la industria alimentaria, además de contribuir a un modelo más sostenible y responsable en el procesamiento de alimentos. A medida que la industria enfrenta desafíos como la creciente demanda de alimentos de calidad y las exigencias normativas en materia de inocuidad, la integración de estas disciplinas se presenta como una solución buscada y hasta necesaria. El veterinario no solo debe ser un observador del proceso industrial, sino que debe involucrarse activamente en la gestión de mantenimiento, para convertirse así en un pilar fundamental y garantía de calidad del producto final, de la inocuidad alimentaria y el bienestar animal, en un entorno industrial en constante transformación tecnológica y ética. La formación de futuros veterinarios debe considerar esta multidimensionalidad, preparando profesionales capaces de contribuir a un sector alimentario más eficiente, seguro y sostenible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bianchi, G., & Feed, O. (2010). *Introducción a la ciencia de la carne*. Hemisferio Sur.
- Crosby, P. B. (2007). *La calidad no cuesta*. CECSA.
- Forrest, J. C. (1979). *Fundamentos de ciencia de la carne*. Acribia.
- Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión integral del mantenimiento*. Ediciones Díaz de Santos.
- Gómez de León, F. C. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. Universidad de Murcia.
- Grandin, T. (1988). Las actitudes del personal hacia los animales en las plantas de faena y locales de remate. *Anthrozoös*, 1(4), 205-213.  
<https://doi.org/10.2752/089279388787057207>
- Grandin, T. (1996). Factors that impede animal movement at slaughter plants. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 209(4), 757-759.  
<https://doi.org/10.2460/javma.1996.209.757>
- Gutiérrez, L. A. (2009). *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control*. Alfaomega Grupo Editor.
- Merchandise, M. (2023). *El Compendio de KPI: Transformar Datos en Decisiones Estratégicas*. Independently published.
- Plaza Tovar, A. S. (2009). *Apuntes teóricos y ejercicios de aplicación de gestión del mantenimiento industrial*. Lulu.

VanOverbeke, D. L. (2010). *Manual de seguridad y calidad de la carne de vacuno*. Acribia.

Warriss, P. D. (2003). *Ciencia de la carne*. Acribia.

## ANEXOS

### Mapa de Criterios de Criticidad

<b>Frecuencia</b>	<b>Ponderación</b>
Pobre: 4 o más fallas al año	4
Promedio: 3 fallas al año	3
Bueno: 2 fallas al año	2
Excelente a muy bueno: 0 a 1 fallas al año	1
<b>Impacto Operacional</b>	<b>Ponderación</b>
Parada de Planta	10
Parada de Área	9
Parada de Proceso	8
Reducción de la Producción	7
Afectación a la Calidad e Inocuidad	6
Disminuye la Flexibilidad Operacional del proceso	5
Repercute en Costos Operacionales adicionales	3
No afecta la Continuidad del proceso	1
<b>Flexibilidad</b>	<b>Ponderación</b>
No hay función respaldo (El Impacto Operacional se ve directamente afectado)	9
No hay función respaldo (El Impacto Operacional podría verse afectado)	7
Existe un equipo de respaldo o redundante (El Impacto Operacional se ve directamente afectado)	5
Existe un equipo de respaldo o redundante (El Impacto Operacional podría verse afectado)	3
No repercute en el impacto operacional	1
<b>Costos</b>	<b>Ponderación</b>
Mayor a \$200,000 MXN	4
Entre \$100,000 & \$150,000 MXN	3
Entre \$50,000 & \$100,000 MXN	2
Menor a \$50,000 MXN	1
<b>Seguridad, Calidad, Inocuidad y Medio Ambiente</b>	<b>Ponderación</b>
Produce daños irreversibles al personal.	8
Produce daños catastróficos a equipos o instalaciones.	6
Afecta a la Calidad e Inocuidad.	4
Provoca daños menores (incidentes) a personal o equipo.	2
Provoca daños cuyo efecto no viola las normas aplicables.	1

### Anexo 1 Mapa de criterios

<b>Condición del Equipo</b>	<b>Ponderación</b>			
	1	2	3	4
Vibraciones	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente
Termografía	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente

Análisis de Aceite	
Análisis Eléctrico	
Ultrasonido	
Desempeño	

## Anexo 2 Ponderación

### Valoración de la conducción del equipo

Condición del Equipo	Ponderación
Requiere atención Inmediata impostergable	RI
Operar con cuidado, requiere verificación	RV
Se detecta un problema, podría seguir operando	RM
Se encuentra en buenas condiciones	EX

## Anexo 3 Valoración

## Fotografías de planta y procesos



Anexo 4 Planta corporativo



Anexo 5 Planta alimentos



Anexo 6 Corrales de engorda



Anexo 7 Sala de deshuese



Anexo 8 Sala de valor agregado Hamburguesas

**FIN**