

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Mejora de la disponibilidad y confiabilidad de equipos  
para la planta procesadora de alimentos de la  
empresa Newrest Perú mediante la implementación  
de la RCM**

Ramiro Ernesto Salvatierra Rondon

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Industrial

Lima, 2025

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Walter Mendoza Bacilio  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 08 de Julio de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

MEJORA DE LA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD DE EQUIPOS PARA LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS DE LA EMPRESA NEWREST PERÚ MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL RCM

**Autores:**

1. Ramiro Ernesto Salvatierra Rondon – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores N° de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

---

La firma del asesor obra en el archivo original

# **ASESOR**

Mg. Ing. Walter Mendoza Bacilio

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primero a Dios, por darme vida y poder lograr mi mayor objetivo.

A mi familia, por la paciencia y soporte en mi educación.

A mis compañeros de trabajo, en las consultas técnicas.

A la empresa Newrest, por abrirme las puertas para el presente estudio.

A mi alma mater la Universidad Continental, que durante 5 años me formo profesionalmente; y en especial a mi asesor el Ing. Walter Mendoza Bacilio, por su excelente enseñanza de la gestión del mantenimiento y la asesoría para el desarrollo del presente estudio.

## **DEDICATORIA**

El presente estudio lo dedico a mi familia, por brindarme el apoyo y soporte en toda mi formación universitaria.

A todas aquellas personas que conocí durante esta etapa de mi educación y que aportaron positivamente en mi vida.

# ÍNDICE

ASESOR .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
DEDICATORIA .....	vi
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN .....	xx
CAPÍTULO I .....	1
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	1
1.1    Datos generales de la empresa .....	1
1.2    Actividades principales de la empresa .....	1
1.3    Reseña histórica de la empresa .....	1
1.4    Estructura organizativa de la empresa .....	2
1.4.1    Organigrama .....	2
1.4.2    Tipo de estructura .....	2
1.4.3    Elementos del diseño organizacional que conforman la empresa.....	3
1.4.4    Perfil y funciones de los puestos de la Empresa .....	3
1.4.5    Servicios tercerizados .....	7
1.5    Estructura estratégica.....	7
1.5.1    Visión.....	7
1.5.2    Misión .....	7
1.5.3    Valores .....	7
1.5.4    Objetivos generales y específicos .....	8
1.6    Descripción general del área donde realiza las actividades de mejora de procesos. 12	
1.7    Bases legales o documentos administrativos sobre la cual funciona la empresa .....	12

CAPÍTULO II.....	14
ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LA EMPRESA .....	14
2.1 Descripción específica de los procesos operativos .....	14
2.2 Identificación de la problemática.....	20
2.2.1 Análisis Causa Efecto .....	20
2.2.2 Diagrama de Ishikawa.....	21
2.2.3 Diagrama de Pareto.....	21
2.2.4 Resultados .....	22
2.3 Indicadores operativos .....	23
2.4 Identificación de problemática.....	24
CAPÍTULO III.....	27
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	27
3.1 Planteamiento y Formulación del problema de investigación .....	27
3.1.1 Planteamiento del problema de investigación.....	27
3.1.2 Formulación del problema .....	30
3.2 Objetivos .....	31
3.2.1 Objetivo general.....	31
3.2.2 Objetivos específicos .....	31
3.3 Justificación e importancia del estudio .....	32
3.3.1 Justificación económica .....	32
3.3.2 Justificación social .....	32
3.3.3 Justificación medioambiental.....	32
3.3.4 Importancia de la investigación .....	33
3.4 Hipótesis y variables .....	33
3.4.1 Hipótesis .....	33
3.4.2 Definición de las Variables de estudio.....	34
3.5 Matriz de operacionalización de las variables .....	34
CAPÍTULO IV .....	36
MARCO TEÓRICO.....	36

4.1	Antecedentes de Problema.....	36
4.1.1	Antecedentes internacionales.....	36
4.1.2	Antecedentes nacionales.....	40
4.1.3	Antecedentes locales.....	43
4.1.4	Artículos científicos.....	45
4.1.5	Resumen de los artículos.....	46
4.2	Bases teóricas.....	47
4.2.1	Mantenimiento en la industria de alimentos.....	47
4.2.2	Tipos de mantenimiento.....	47
4.2.3	RCM.....	48
4.3	Definición de términos básicos.....	50
CAPÍTULO V.....		53
METODOLOGÍA.....		53
5.1	Método y alcance del estudio.....	53
5.1.1	Método general.....	53
5.1.2	Método específico.....	53
5.1.3	Tipo de investigación.....	55
5.1.4	Nivel de la investigación.....	55
5.2	Diseño de investigación.....	55
5.3	Población y muestra.....	57
5.3.1	Población.....	57
5.3.2	Muestra.....	58
5.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	59
5.4.1	Elaboración de instrumentos.....	60
5.4.2	Procedimiento de recolección de datos.....	60
5.4.3	Validación de instrumentos.....	61
CAPÍTULO VI.....		62
DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE MEJORA.....		62
6.1	Descripción de cada una de las propuestas de mejora.....	62

6.1.1	Contexto operativo línea de producción de alimentos .....	62
6.2	Descripción de procesos de implementación de las propuestas de mejora .....	64
6.2.1	Situación actual e indicadores de mantenimiento .....	64
6.2.2	Datos antes de la implementación.....	74
6.2.3	Planeamiento anual de la gestión- organización .....	77
6.2.4	Objetivos de mantenimiento .....	77
6.3	Gantt de implementación del plan de mantenimiento basado Confiabilidad RCM .	78
6.4	Plan de mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) a los equipos de mayor criticidad .....	79
6.4.1	Inventario, codificación y análisis de criticidad de equipos.....	80
6.4.2	Componente, pieza de equipos.....	90
6.4.3	Funciones, fallas funcionales, modos de falla, efectos de falla de los equipos	92
6.4.4	Aplicación de la mejora: Plan de mantenimiento .....	105
6.4.5	Ejecución del Plan de mantenimiento basado en RCM .....	128
6.4.6	Comparación entre los valores iniciales y los indicadores de mantenimiento propuestos .....	137
6.4.7	Disponibilidad mejorada por equipo.....	140
6.5	Resultados – comprobación de hipótesis .....	141
6.5.1	Análisis descriptivo.....	141
6.5.2	Análisis inferencial (prueba de hipótesis).....	143
6.6	Análisis descriptivo.....	145
6.6.1	Confiabilidad.....	145
CAPÍTULO VII .....		148
EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROPUESTA DE MEJORA.....		148
7.1	Beneficio económico de mantenimiento.....	148
7.2	Beneficio después de la propuesta .....	151
CAPÍTULO VIII.....		152
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		152
8.1	Conclusiones .....	152
8.2	Recomendaciones .....	152

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	154
ANEXOS .....	162

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	FODA.....	9
Tabla 2.	Matriz FODA cruzada de estrategias.....	10
Tabla 3.	Problemas identificados.....	21
Tabla 4.	Rentabilidad actual.....	30
Tabla 5.	Rentabilidad esperada.....	30
Tabla 6.	Matriz de operacionalización de las variables.....	35
Tabla 7.	Lista de equipos.....	57
Tabla 8.	Número de equipos.....	58
Tabla 9.	Lista y descripción de equipos.....	63
Tabla 10.	Situación anterior - formato de mantenimiento, inspección electromecánica..	66
Tabla 11.	Situación anterior - formato de mantenimiento, inspección de eléctrica.....	67
Tabla 12.	Situación anterior - formato de mantenimiento, inspección de infraestructura del área de producción.....	68
Tabla 13.	Resumen de tiempo de reparación de equipos enero-julio 2024.....	69
Tabla 14.	Resumen de tiempo de reparación de equipos febrero 2024.....	70
Tabla 15.	Resumen de tiempo de reparación de equipos marzo 2024.....	70
Tabla 16.	Resumen de tiempo de reparación de equipos abril 2024.....	71
Tabla 17.	Resumen de tiempo de reparación de equipos mayo 2024.....	72
Tabla 18.	Resumen de tiempo de reparación de equipos junio 2024.....	72
Tabla 19.	Resumen de tiempo de reparación de equipos julio 2024.....	73
Tabla 20.	Datos del MTBF antes de la implementación.....	75
Tabla 21.	Datos del MTTR antes de la implementación.....	75
Tabla 22.	Datos para obtener la disponibilidad.....	76
Tabla 23.	Datos para obtener la disponibilidad.....	76
Tabla 24.	Gantt de mantenimiento.....	78
Tabla 25.	Implementación del plan de mantenimiento.....	79
Tabla 26.	Codificación de equipos.....	80

Tabla 27.	Criterios para la criticidad.....	81
Tabla 28.	Cuadro de criticidad de la línea de producción.....	82
Tabla 29.	Descripción de los componentes de los equipos.....	91
Tabla 30.	AMEF Máq. Lavavajilla de arrastre-sistema de Lavado.....	93
Tabla 31.	AMEF Máq. Lavavajilla de arrastre-Sistema de secado.....	94
Tabla 32.	AMEF Máquina de Lavavajilla de arrastre-Sistema de control.....	95
Tabla 33.	AMEF Máq. Lavavajilla de arrastre-Sistema de seguridad.....	96
Tabla 34.	AMEF Marmita a Gas N°01- Cuerpo principal.....	97
Tabla 35.	AMEF Marmita a Gas N°01- Sistema de calentamiento.....	98
Tabla 36.	AMEF Marmita a Gas N°01- Sistema de control.....	99
Tabla 37.	AMEF Marmita Eléctrica-Cuerpo principal.....	99
Tabla 38.	AMEF Marmita eléctrica-Sistema de Calentamiento.....	100
Tabla 39.	AMEF Marmita Eléctrica-Sistema de Control.....	100
Tabla 40.	AMEF Máquina tipo Túnel-Sistema de Transporte.....	101
Tabla 41.	AMEF Máquina tipo Túnel-Sistema de Lavado.....	102
Tabla 42.	AMEF Máquina tipo Túnel-Sistema de Secado.....	102
Tabla 43.	AMEF Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3-Sistema Combustión.....	103
Tabla 44.	AMEF Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3-Sistema Convección.....	103
Tabla 45.	AMEF Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3-Sistema de Control.....	104
Tabla 46.	Hoja de decisión de RCM para lavavajilla de arrastre-Sistema de Lavado.....	107
Tabla 47.	Hoja de decisión de RCM para lavavajilla de arrastre-Sistema de Secado.....	108
Tabla 48.	Hoja de decisión de RCM para lavavajilla de arrastre-Sistema de Control.....	109
Tabla 49.	Hoja de decisión de RCM para Marmita a Gas N°01- Cuerpo Principal.....	110
Tabla 50.	Hoja de decisión de RCM para Marmita a Gas N°01- Sistema de Calentamiento.....	111
Tabla 51.	Hoja de decisión de RCM para Marmita a Gas N°01- Sistema de control.....	112
Tabla 52.	Hoja de decisión de RCM para Marmita eléctrica-Cuerpo principal.....	113
Tabla 53.	Hoja de decisión de RCM para Marmita eléctrica-Sistema Calentamiento.....	114
Tabla 54.	Hoja de decisión de RCM para Marmita eléctrica-Sistema de control.....	115

Tabla 55.	Hoja de decisión de RCM para máquina tipo túnel-Sistema de transporte....	116
Tabla 56.	Hoja de decisión de RCM para máquina tipo túnel-Sistema de Lavado.....	117
Tabla 57.	Hoja de decisión de RCM para Máquina tipo túnel-Sistema de Secado.....	118
Tabla 58.	Hoja de decisión de RCM para Horno Combi de 20 Bandejas 1/1gn a Gas 3-Sistema de Combustión.....	119
Tabla 59.	Hoja de decisión de RCM para Horno Combi de 20 Bandejas 1/1gn a Gas 3-Sistema de Convección.....	120
Tabla 60.	Hoja de decisión de RCM para Horno Combi de 20 Bandejas 1/1gn a Gas 3-Sistema de Control.....	121
Tabla 61.	Plan del mantenimiento Máquina Lavavajilla de arrastre.....	129
Tabla 62.	Plan del mantenimiento máquina marmita eléctrica.....	133
Tabla 63.	Plan del mantenimiento máquina marmita a gas.....	134
Tabla 64.	Plan del mantenimiento máquina lavavajilla tipo túnel.....	135
Tabla 65.	Plan del mantenimiento máquina Horno Rational.....	136
Tabla 66.	Resumen de horas de parada con las mejoras.....	137
Tabla 67.	Tiempo de reparación agosto.....	137
Tabla 68.	Tiempo de reparación setiembre.....	138
Tabla 69.	Tiempo de reparación octubre.....	138
Tabla 70.	Tiempo de reparación noviembre.....	138
Tabla 71.	Tiempo de reparación diciembre.....	139
Tabla 72.	Tiempo de reparación enero.....	139
Tabla 73.	Medida del MTBF.....	139
Tabla 74.	Medida del MTTR.....	140
Tabla 75.	Medida de la disponibilidad.....	140
Tabla 76.	Medida de la confiabilidad.....	140
Tabla 77.	Inversión de mano de obra-herramientas-sistema.....	148
Tabla 78.	Costo de hora máquina lavavajilla.....	149
Tabla 79.	Costo de hora equipo marmita a gas.....	149
Tabla 80.	Costo de hora equipo marmita eléctrica.....	149
Tabla 81.	Costo de hora equipo máquina tipo túnel.....	150

Tabla 82.	Costo de hora equipo máquina lavavajilla de arrastre. ....	150
Tabla 83.	Costo de hora equipo máquina marmita a gas. ....	150
Tabla 84.	Costo de hora equipo máquina marmita a gas. ....	151

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Organigrama. ....	2
Figura 2.	Modelo de gestión empresarial – Canvas. ....	11
Figura 3.	Diagrama de Análisis de Proceso.....	17
Figura 4.	Layout. ....	19
Figura 5.	Diagrama de Ishikawa.....	21
Figura 6.	Diagrama de Pareto.....	22
Figura 7.	Tendencia de paralización de equipos de producción inicio 2023-2024. ....	29
Figura 8.	Inspección de equipos. ....	65
Figura 9.	Diagrama de Pareto por horas de reparación. ....	74
Figura 10.	Diagrama de la disponibilidad antes de la implementación.....	77
Figura 11.	Guía para determinar el NPR.....	106
Figura 12.	Ficha técnica de Máquina lavavajilla de arrastre. ....	122
Figura 13.	Ficha técnica de marmita a gas. ....	123
Figura 14.	Ficha técnica de marmita eléctrica.....	124
Figura 15.	Ficha técnica de sartén basculante. ....	125
Figura 16.	Ficha técnica horno combi rational.....	126
Figura 17.	Modelo de orden de trabajo. ....	128
Figura 18.	Disponibilidad. actual vs Disponibilidad actual (mejora).....	141
Figura 19.	Confiabilidad actual vs. confiabilidad mejor. ....	142
Figura 20.	Comparativo de la disponibilidad actual vs. la mejorada .....	143
Figura 21.	Resumen de procesamiento de casos. ....	143
Figura 22.	Histograma, variación y frecuencia. ....	144
Figura 23.	Estadísticas de muestra emparejadas. ....	145
Figura 24.	Comparativo de la confiabilidad antes y después del RCM.....	146
Figura 25.	Estadísticas de muestras emparejadas.....	146
Figura 26.	Prueba de muestras emparejadas.....	146
Figura 27.	Resumen de procesamiento de casos. ....	147

Figura 28. Histograma y frecuencia. .... 147

## RESUMEN

El presente informe tiene como fin primordial lograr la mejora de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de la empresa Newrest Perú mediante la implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). El estudio se realizó sobre una población compuesta por los equipos de la planta procesadora de alimentos de la empresa, seleccionándose como muestra a cinco (5) equipos críticos identificados a través del Análisis Modal de Efectos y Fallas (AMEF) y el cálculo del Número de Prioridad de Riesgo (NPR).

Se determinaron los indicadores clave de mantenimiento antes de la implementación del RCM, obteniendo una disponibilidad mínima real del 79.38% y una confiabilidad mínima real del 57.91%. Posteriormente, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo con herramientas predictivas, basándose en la información técnica de fabricantes y proveedores, así como en los registros históricos de fallas y tiempos de reparación.

Tras seis meses de aplicación del RCM, se obtuvo una mejora significativa, logrando una disponibilidad mínima del 95.74% y una confiabilidad del 77.68%, lo que representa un incremento del 16.36% en la disponibilidad y del 19.77% en la confiabilidad. La validación estadística de los resultados se realizó mediante la prueba T-Student para muestras relacionadas, utilizando el software SPSS, confirmando un impacto significativo en los indicadores evaluados.

Así también se utilizó el software estadístico SPSS con la necesidad de ejecutar los análisis de normalidad de los datos y la validación de la hipótesis con el software estadístico T-Student para muestras relacionadas, el mismo dio como resultados obtenidos un impacto significativo favorable en la mejora de la disponibilidad y confiabilidad en la planta procesadora de alimentos de la empresa Newrest Perú.

**Palabras claves:** criticidad, disponibilidad, confiabilidad, fallas, MTTR y MTBF.

## ABSTRACT

The primary objective of this report is to improve the availability and reliability of Newrest Perú's equipment through the implementation of Reliability-Centered Maintenance (RCM). The study was conducted on a population of equipment from the company's food processing plant, selecting five (5) critical pieces of equipment identified through Failure Mode Effects Analysis (FMEA) and the calculation of the Risk Priority Number (RPN).

Key maintenance indicators were determined before implementing RCM, yielding a minimum actual availability of 79.38% and a minimum actual reliability of 57.91%. Subsequently, a preventive maintenance plan was developed using predictive tools, based on technical information from manufacturers and suppliers, as well as historical records of failures and repair times. After six months of RCM implementation, a significant improvement was achieved, achieving a minimum availability of 95.74% and a reliability of 77.68%, representing an increase of 16.36% in availability and 19.77% in reliability. Statistical validation of the results was performed using the Student's t-test for related samples using SPSS software, confirming a significant impact on the indicators evaluated.

SPSS statistical software was also used to perform data normality analyses and hypothesis validation using the Student's t-test for related samples. The results showed a significant positive impact on improving availability and reliability at Newrest Perú's food processing plant.

**Keywords:** criticality, availability, reliability, failures, MTTR, and MTBF.

# INTRODUCCIÓN

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) ha sido adoptado en múltiples industrias debido a sus beneficios demostrados. Por ejemplo, en el sector marítimo, la aplicación de RCM ha logrado disminuir en un 60 % las fallas críticas, además de mejorar en un 60 % los indicadores de seguridad (2). De igual forma, en la industria manufacturera, las compañías que han implementado esta metodología han reportado incrementos en la Eficiencia General de los Equipos (OEE) que oscilan entre el 10 % y el 30 %, así como un aumento significativo, incluso de dos a tres veces, en el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) (3).

En el contexto nacional, las industrias peruanas enfrentan desafíos significativos en la gestión del mantenimiento, primordialmente en sectores críticos como la alimentación. La falta de programas de mantenimiento estructurados y la escasa adopción de metodologías como el RCM limitan la eficiencia operativa y la competitividad. Aunque no se dispone de estadísticas específicas sobre la implementación de RCM en Perú, la necesidad de ejecutar prácticas de mantenimiento más eficientes es evidente para perfeccionar la productividad y reducir costos operativos.

La empresa Newrest Perú enfrenta desafíos comunes en la industria alimentaria, siendo la problemática la baja disponibilidad y confiabilidad de sus equipos de producción. Las fallas frecuentes, la variabilidad en la calidad de los materiales, la escasez de indicadores claros de confiabilidad, disponibilidad y la escasez de repuestos son parte de los factores que atacan directamente negativa a su operación. La implementación del RCM se simboliza como factor clave para la optimización de la eficiencia operativa, minimización de costos y garantizar la calidad y seguridad de los alimentos procesados.

Bajo la presente investigación se determinó que la principal causa de la baja disponibilidad y confiabilidad de los equipos es debido a la gestión de mantenimiento actual, que solo está enfocada en corregir fallas de los equipos bajo un mantenimiento reactivo y/o correctivo; por ende, el fin de la implementación de RCM es ampliar la gestión actual y poder predecir escenarios y/o paralizaciones de los equipos y que, a diferencia del mantenimiento correctivo, asume un objetivo en cada componente de las máquinas con un alto porcentaje de exactitud.

El presente trabajo de investigación se organiza en ocho capítulos.

En el capítulo I se realiza la descripción general de la empresa Newrest Perú, detallando su estructura, actividades principales y el área específica donde se desarrolla la mejora.

El capítulo II comprende el análisis y diagnóstico de la situación actual, identificando las principales problemáticas a través de herramientas como el diagrama de Ishikawa y de Pareto.

En el capítulo III se plantea el estudio con la formulación del problema, los objetivos, la hipótesis y la operacionalización de las variables.

El capítulo IV presenta el marco teórico, con los antecedentes más relevantes y las bases conceptuales del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).

En el capítulo V se detalla la metodología utilizada, el tipo de investigación, diseño, población, muestra y los instrumentos de recolección de datos.

El capítulo VI desarrolla la propuesta de mejora mediante la implementación del RCM, incluyendo el análisis de criticidad, modos de falla y el plan de mantenimiento.

En el capítulo VII se evalúan los beneficios económicos obtenidos tras la implementación. Finalmente, el capítulo VIII expone las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

# CAPÍTULO I

## DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

### 1.1 Datos generales de la empresa

- RUC: 20381235051
- Razón Social: NEWREST PERÚ S.A.C.
- Razón Social Anterior: Compras Catering y Servicios Perú S. a. C
- Tipo Empresa: Sociedad Anónima Cerrada
- Fecha Inicio Actividades: 23 / Diciembre / 1997
- Actividad Comercial: Produccion de alimentos
- CIU: 55205
- Nro. de Trabajadores: 36622
- Dirección Legal: Cal. Calle a Mza. B Lote. 4- a
- Urbanización: Bocanegra (Alt. Cdra. 36 e. Faucett- Alt. Coldex)
- Distrito / Ciudad: Callao
- Departamento: Prov. Const. del Callao, Perú

### 1.2 Actividades principales de la empresa

Las actividades principales de Newrest Perú es la restauración aérea, inflight catering, catering ferroviario, restauración social, concesiones retail, servicios de restauración de pago y de duty-free, bases de vida y servicios de soporte. Newrest se presenta como única empresa de catering que se encuentra directamente ligada a los segmentos de la restauración y de los servicios asociados

### 1.3 Reseña histórica de la empresa

La empresa Newrest Perú SAC es una empresa privada fundada el 23 de diciembre de 1997 en Perú, la cual brinda servicios múltiples en Marcobre – Mina Justa de Producción de cobre a Tajo Abierto, ubicado en el distrito de Marcona, provincia de Nasca, en el departamento de ICA. Geográficamente está ubicado aproximadamente a 500 km al sur de Lima.

Los campamentos se ubican a una elevación media de 500 metros sobre el nivel del mar. Dentro de sus competencias del área de servicios generales de la gerencia de operaciones, realiza la supervisión y ejecución de servicios a favor de los trabajadores residentes en los campamentos

de la Unidad Minera Mina Justa, considerando el plan de crecimiento de actividades y apoyo a las diversas áreas incluyendo los diferentes proyectos de mejora, con experiencia en el sector minero y con capacidad de atención entre 2900 y 3000 personas para los servicios de alimentación, hotelería y mantenimiento.

## 1.4 Estructura organizativa de la empresa

### 1.4.1 Organigrama

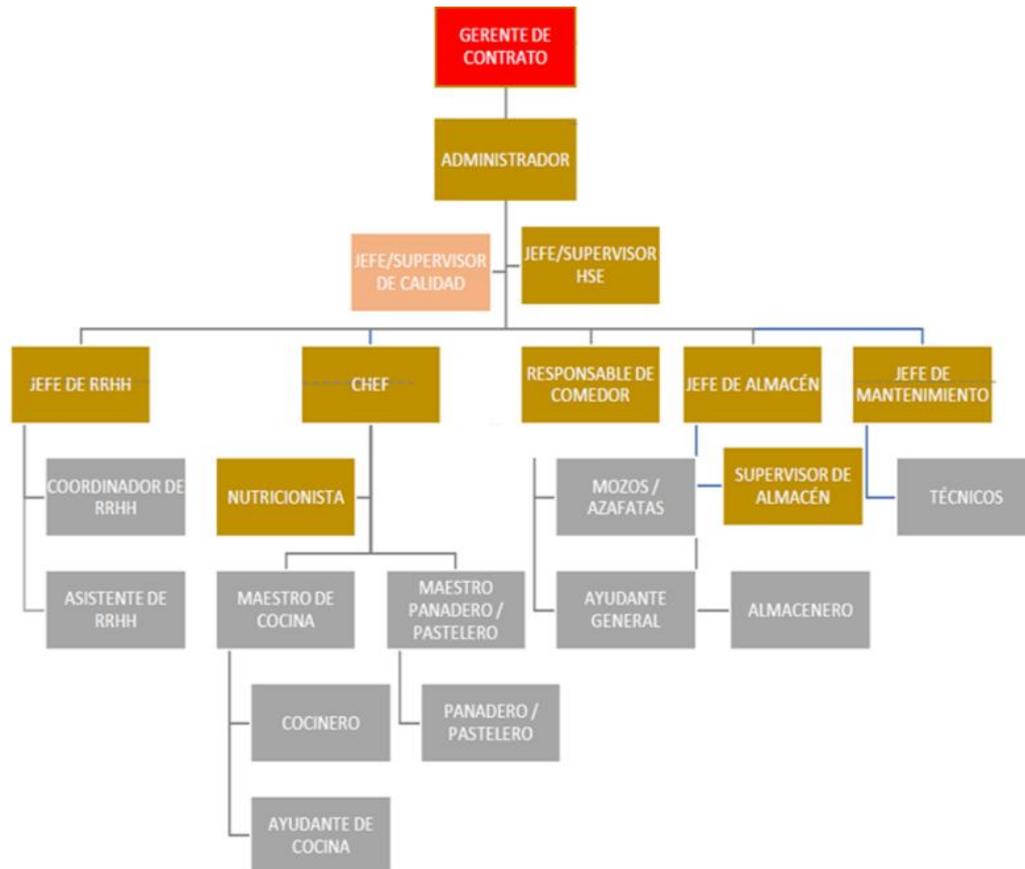


Figura 1. *Organigrama.*

### 1.4.2 Tipo de estructura

La empresa Newrest Perú trabaja bajo un tipo de estructura funcional, la cual se basa en funciones específicas del puesto de trabajo; por ende, cada departamento depende de una gerencia.

Los jefes de áreas y los administradores dependen de un mismo gerente de contrato, generando un organigrama descendente; este tipo de estructura es adoptado por la compañía, ya que da lugar a más personal de soporte y servicios o mantenimientos especializados.

### **1.4.3 Elementos del diseño organizacional que conforman la empresa**

El diseño organizacional de la empresa Newrest se basa en

- Directores (externo)
- Gerente general en Perú
- Gerente de Contrato (locación de servicio)
- Administrador
- Área de soporte
- Jefaturas
- Mando medio
- Personal operativo

### **1.4.4 Perfil y funciones de los puestos de la Empresa**

a) Gerente de Contrato o Proyecto

- El Gerente de Contrato administra y controla claramente las expectativas de calidad y seguridad alimentaria, los procesos de limpieza y mantenimiento de la compañía a todos los empleados.
- Asegura que las normas y reglamentos establecidos sean plenamente comprendidos por el personal que realiza el trabajo.
- El Gerente tiene la autoridad y el control para garantizar la efectividad del proceso de calidad y seguridad alimentaria y la compañía lo responsabiliza por facilitar su implementación.
- Fomentar la conciencia sobre la calidad y la seguridad alimentaria a través de reuniones.
- Garantizar que se cumplan todas las regulaciones de seguridad alimentaria y los requisitos del cliente.
- Establecer un ejemplo de conducta en todos los asuntos de calidad y seguridad alimentaria siempre.
- Participar en todas las auditorías de calidad y seguridad alimentaria y, a partir de entonces, implementar y documentar las investigaciones de causa raíz y las correcciones requeridas, las acciones correctivas y cerrar todos los planes de acción correctiva planteados.

- Asegura que el Sistema de calidad y seguridad alimentaria sea revisado cuando sea necesario para asegurar su continua idoneidad y efectividad en el cumplimiento de los requisitos de la norma.

b) Administrador

- Gestionar y anticipar los requerimientos de Recursos Humanos idóneos para los cargos asignados dentro del proceso de producción.
- Gestionar, requerir y establecer diversos recursos e instrumentos requeridos para una implementación óptima de producción de alimentos.
- Gestionar progresos y correcciones en el procedimiento, manipulación, etc., para un eficiente logro del proceso de producción

c) Responsable de la supervisión de calidad

- Aconsejar al Equipo HACCP y líder del equipo en las decisiones relacionadas con el Sistema HACCP y su desarrollo.
- Es este quien debe ser la faz para el líder del equipo HACCP para el manejo de la documentación del sistema, reuniones, actas y documentación a controlar y archivar.
- Garantizar la capacitación y educación pertinentes de los miembros del equipo de seguridad alimentaria
- En conjunto con la Gerencia de Calidad, asegurar que los Sistemas de gestión de calidad y seguridad alimentaria se establezcan, implementen, mantengan y actualicen, y se mejoren continuamente
- Informar a la Gerencia de Calidad sobre la efectividad e idoneidad del Sistema de gestión de calidad y seguridad alimentaria.
- Monitorear e informar sobre el cumplimiento de la operación a las reglas y regulaciones establecidas en el presente manual, así como a cualquier requisito del cliente.
- En conjunto con la Gerencia de Calidad se involucra en el vínculo con partes externas (autoridades locales y auditores externos) en asuntos relacionados con el sistema de gestión de calidad y seguridad alimentaria.

d) Nutricionista

- Coordinar con el departamento de calidad la ejecución de actividades correspondientes para asegurar el adecuado funcionamiento de la producción.
- Garantizar que los responsables de diversas áreas ligadas al catering ejecuten eficientemente sus procesos de producción.

- Identificar y llevar el control de alérgenos, así como informar al cliente de las preparaciones que contienen alérgenos alimentarios mediante el mecano.

e) Responsable de hse

- Responsable de la confección del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.
- Responsable de guiar al personal en el cumplimiento de los requisitos de seguridad y salud en el trabajo
- Asegurar y realizar la entrega de EPP al factor humano de la empresa.
- Responsables de auditorías internas y externas para la empresa

f) Responsable de recursos humanos / bienestar

- Contribuir y generar apoyo a la gerencia y Jefaturas en las tareas de RRHH y salarios al personal.
- Gestionar, valorar, sistematizar y dar primero los lineamientos de Recursos Humanos congruentes que solicite el responsable del proyecto, para una eficiente realización y procedimientos de la organización
- Garantizar el cumplimiento del protocolo de Manipulador de Alimentos al factor humano, y realizar verificaciones para garantizar que las evaluaciones manifiesten que no se vuelvan un recurso generador de contaminación.
- Garantizar que los trabajadores contratados se adecuen a los MOF y perfiles buscados, así mismo actualizando oportunamente los files del personal.

g) Responsable de almacén

- Garantizar que los puntos críticos de control sean evaluados para así realizar acciones correctivas conforme a los parámetros establecidos.
- Asegurar que la materia prima, insumos y materiales de envasado que entran al procedimiento de preparación de víveres concuerden con los requisitos de seguridad alimentaria y tengan los certificados de calidad conforme con la materia prima que lo requiera.
- Analizar la recepción y el almacenamiento, verificando las no conformidades de las materias primas, insumos y materiales de envasado que podrían generar afección en cuanto a la inocuidad de los alimentos, así como la gestión de los reclamos de abastecimiento con el objetivo de retroalimentar al área de Logística y al departamento de Calidad.

h) Chef / maestro de cocina / supervisor de comedor / supervisor general

- Regir a los trabajadores que están a su mando en cuanto a los cumplimientos de los prerrequisitos y el Sistema HACCP.
- Fijar personal responsable de área para la aplicación eficiente del Sistema HACCP.
- Garantizar que los responsables de las diversas áreas de Catering dediquen educadamente los lineamientos del sistema HACCP.
- Asegurar que los PCC sean vigilados para que así se puedan disponer de acciones correctivas conforme a los parámetros establecidos.

i) Responsable de mantenimiento

- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y la continuidad de los procesos a su cargo.
- Regular y certificar el abasto de insumos, repuestos y personal para las operaciones del área.
- Confeccionar (cronogramas) los programas de mantenimiento preventivo, correctivo en coordinación con los supervisores de áreas.
- Supervisar el correcto funcionamiento y presentar reportes referentes al mantenimiento de infraestructura, mobiliario, limpieza, equipos menores, etc.
- Garantizar el cumplimiento eficiente de las políticas de Calidad e inocuidad, los No negociables de Calidad, la política de prevención de la contaminación, los requisitos y lineamientos que se encuentran determinados por el departamento de Calidad.
- Garantiza la limpieza y orden en el ambiente de labores desempeñando las BPM y SSOP, y anunciar sobre su estado de salud.
- Son quienes tienen el compromiso de verificar el cumplimiento de los Sistemas HACCP-PCC, y los procesos de manipulación establecidos, los cuales están directamente ligados a los procesos y las áreas bajo su cargo.

j) Cocineros / ayudantes de cocina / maestro panadero pastelero / ayudante panadero pastelero / mozos y azafatas / auxiliares generales / almaceneros

- Se encargan de verificar los índices de cumplimiento de los lineamientos del Sistema HACCP y sus Pre-requisitos.
- Efectuar eficientemente los procesos e instrucciones del manual de PPR.
- Efectuar eficientemente con el monitoreo de los PCC y límites críticos de control, evaluar las acciones correctivas ante las desviaciones

### **1.4.5 Servicios tercerizados**

Se destacan los servicios de limpieza y sanitización, así como el suministro de insumos y repuestos.

Los servicios de limpieza y sanitización se externalizarán a empresas especializadas, capaces de realizar la desinfección detallada de equipos, superficies, áreas de producción y almacenes, asegurando un entorno higiénico óptimo, estas empresas gestionarán el manejo integrado de plagas, permitiendo mantener altos estándares sanitarios y el cumplimiento de normativas exigidas en la industria alimentaria.

Además, se tercerizará el suministro de insumos y repuestos, lo que permitirá garantizar la disponibilidad de piezas críticas para el funcionamiento continuo de los equipos, como rodamientos, correas y motores, se incluirá la provisión de insumos específicos, como lubricantes certificados para uso alimentario, asegurando así la calidad y la seguridad en los procesos de producción, esta estrategia busca optimizar los recursos y garantizar un servicio eficiente mediante la colaboración con proveedores especializados.

## **1.5 Estructura estratégica**

### **1.5.1 Visión**

La visión de Newrest Perú SAC, es ser líder en calidad, excelencia y confianza en nuestro mercado y convertirnos en un vehículo de crecimiento profesional para nuestros colaboradores y de satisfacción para nuestros clientes.

### **1.5.2 Misión**

La empresa Newrest Perú SAC, tiene como misión solucionar las necesidades de alimentación, hotelería y servicios de mantenimiento de sus clientes, con la finalidad de hacerles sentir como si estuvieran en casa.

### **1.5.3 Valores**

Los valores de la empresa Newrest Perú SAC son:

- Seguridad
- Confianza
- Compromiso

- Excelencia
- Responsabilidad
- Integridad

#### **1.5.4 Objetivos generales y específicos**

El objetivo de la empresa Newrest Perú Sac, es desarrollar proyectos y brindar servicios que favorezcan el bienestar y salud diario de las personas, brindando alimentos inocuos, el cuidado del medio ambiente y generar valor social en nuestro país, aplicando normas muy estrictas de higiene, seguridad y calidad.

Tabla 1. FODA.

Fortalezas	Debilidades
<p>F1: Los procesos de producción de alimentos cuentan con certificación HACCP generando alimentos saludables a su cliente</p> <p>F2: la gestión de mantenimiento está alineada a la ISO 9001 para los procesos de mantenimiento</p> <p>F3: Es una empresa con distinción de social mente responsable en Perú</p> <p>F4: Cuenta con la distinción de great place to work, la cual hace que sea una empresa reconocida con un buen ambiente laboral.</p> <p>F5: Cuenta con múltiples centros de distribución en todo el Perú para poder cumplir con sus procesos y servicios y no verse desabastecido en sus procesos logísticos.</p>	<p>D1: Capacitaciones específicas de mantenimiento se brinda en tiempos con periodos largos</p> <p>D2: El transporte para el traslado del personal es limitado</p> <p>D3: Existe poca dotación de equipos de protección personal para el personal de mantenimiento</p> <p>D4: Se cuenta con poco personal logístico para el proceso de adquisición de bienes, generando desabastecimiento prematuro y llegadas largas de los requerimientos</p> <p>D5: Aún el 50 % de equipos de producción de alimentos no cuentan con tecnología moderna, alargando el proceso de producción</p>
Oportunidades	Amenazas
<p>O1: Se han aperturado dos (2) nuevos proyectos en el Perú, en hidrocarburo y en minera a fin de que Newrest pueda postular en licitar sus servicios.</p> <p>O2: La baja del precio del dólar es una gran oportunidad para la compra de equipos de medición de temperatura que traídos del extranjero</p> <p>O3: La comunidad cercana ha creado oportunidades de empleo el cual Newrest Perú, tiene oportunidad de ofertar sus vacantes de empleo</p> <p>O4: Se han homologado proveedores locales lo cual bajo evaluación se podrá adquirir productos perecibles a un costo menor.</p> <p>O5: Para fines del 2025 se tiene previsto la ampliación de 11 proyectos mineros, la cual es una oportunidad para que Newrest Perú proponga una presentación técnica y económica para la ampliación de sus servicios retail</p>	<p>A1: Se evidencia que ha aumentado nuevas empresas del mismo servicio en el mercado.</p> <p>A2: Se observa que se viene presentando un decrecimiento del mercado donde se brindan los servicios de alimentación.</p> <p>A3: Las normativas para el proceso de elaboración de alimentos se vienen modificando, implicando mayor costo para el envasado</p> <p>A4: La comunidad cercana requiere mayor intervención de sus servicios para evitar paralizaciones en los procesos productivos</p> <p>A5: En los campamentos minero viene decreciendo los servicios de internet, generando coordinaciones lentas con el equipo backoffice (lima)</p>

Tabla 2. Matriz FODA cruzada de estrategias.

<b>Tipo</b>	<b>Combinación</b>	<b>Estrategias</b>
FO (Fortalezas + Oportunidades)	F1 + O1/O5	Utilizar la certificación HACCP (F1) para destacar en licitaciones de nuevos proyectos mineros e hidrocarburos (O1, O5)
	F2 + O2	Aprovechar la gestión alineada a ISO 9001 (F2) y la baja del dólar (O2) para adquirir equipos de medición y tecnología moderna.
	F3 + O3/O4	Potenciar la imagen socialmente responsable (F3) para captar talento de comunidades cercanas (O3) y reforzar relaciones con proveedores locales (O4).
	F5 + O4	Usar la red de centros de distribución (F5) para agilizar la adquisición de productos perecibles con proveedores locales homologados (O4).
DO (Debilidades + Oportunidades)	D1 + O1/O5	Enfocar las capacitaciones de mantenimiento (D1) en los requerimientos de los nuevos proyectos (O1, O5) para mejorar tiempos de respuesta.
	D2 + O3	Resolver el transporte limitado (D2) contratando personal local de comunidades cercanas (O3).
	D4 + O4	Optimizar el proceso de adquisición de bienes (D4) utilizando proveedores locales homologados (O4).
	D5 + O2	Renovar el 50% de equipos obsoletos (D5) aprovechando la baja del dólar (O2).
FA (Fortalezas + Amenazas)	F1 + A2/A3	Aprovechar la certificación HACCP (F1) para diferenciarse en un mercado en decrecimiento (A2) y afrontar nuevas normativas alimentarias (A3).
	F3 + A1/A4	Usar la imagen de empresa socialmente responsable (F3) para reforzar relaciones comunitarias y evitar conflictos por falta de intervención social (A4) y para generar fidelización frente al aumento de la competencia (A1).
	F5 + A5	Aprovechar la red logística (F5) para contrarrestar las deficiencias de internet en campamentos mineros (A5), asegurando comunicación fluida y entregas constantes.
DA (Debilidades + Amenazas)	D1 + A3	Mejorar la planificación de capacitaciones (D1) para cumplir con nuevas exigencias normativas (A3).
	D3 + A4	Incrementar dotación de EPP (D3) para evitar conflictos o paralizaciones con la comunidad (A4).
	D4 + A1	Reforzar el área logística (D4) para evitar demoras frente a la competencia creciente (A1).
	D5 + A2	Invertir en tecnología moderna (D5) para mejorar eficiencia ante un mercado con menos demanda (A2).

Modelo de Gestión: describe la gestión de la empresa Newrest Perú siendo la siguiente:



Figura 2. Modelo de gestión empresarial – Canvas.

## **1.6 Descripción general del área donde realiza las actividades de mejora de procesos**

Las actividades de producción de alimentos de Newrest se basa en contar con una idónea operatividad y disponibilidad de los equipos, donde las preparaciones elaboradas son listas para el consumo y distribuidas para los servicios del desayuno, almuerzo y cena que se atienden en distintos comedores. Para mantener una adecuada producción, una de las áreas de procesos es la zona de comida caliente la cual la materia prima y materias ingresan y se obtiene el producto final.

Las actividades inician a partir de la recepción de la materia prima (pesado), proceso de molido y habilitado (proceso) cocción de alimentos o preparación de comida caliente (producción) e inspección y verificación de alimentos (envasado) y la distribución final (transporte); con un equipamiento para la producción cuenta con un ambiente de 85m<sup>2</sup> y equipos con suministros de funcionamiento GLP, eléctricos y duales. Además de que recibe un tratamiento menor basado a su mantenimiento con paradas planificadas en especialidades de electromecánica, refrigeración y electricidad.

## **1.7 Bases legales o documentos administrativos sobre la cual funciona la empresa**

El funcionamiento de la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú se fundamenta en un marco legal sólido, que garantiza el cumplimiento de las normativas nacionales en materia de salud pública, medio ambiente y seguridad laboral.

Entre las leyes principales que rigen sus actividades se encuentran:

- Ley General de Salud (Ley N° 26842): la ley constituye el pilar de la regulación sanitaria en el Perú y establece disposiciones generales para proteger la salud pública, obligatoriedad de implementar prácticas higiénicas en la totalidad de etapas de elaboración, a partir de la recepción de materias primas hasta el almacenamiento del producto terminado.
- Ley General del Ambiente (Ley N° 28611): la norma establece el marco regulador para la protección y conservación del medio ambiente, aplicable a las actividades industriales, como las de una planta procesadora de alimentos.
- Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (Ley N° 29783): la ley presenta el objetivo de asegurar la seguridad y salud de los empleados en diversas áreas laborales, el

cumplimiento de estándares que aseguren un ambiente laboral seguro, especialmente en áreas de alto riesgo como líneas de producción y manipulación de maquinaria.

## CAPÍTULO II

### ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LA EMPRESA

En este capítulo se presenta la información de la situación actual de la empresa Newrest Perú a fin de analizar y diagnosticar los problemas que se evidencian en los siguientes apartados:

#### 2.1 Descripción específica de los procesos operativos

Se inicia con el Diagrama de Análisis de Procesos como se presenta en la figura 3 a continuación:

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO				
UBICACIÓN	AREA DE PRODUCCION NEWREST	ACTIVIDAD		
PROCESO	Produccion de alimentos envasados	OPERACIÓN	●	8
		TRANSPORTE	➔	17
FECHA	8/01/2025	DEMORA	D	0
ELABORADO POR	Ramiro Salvatierra Rondon	INSPECCIÓN	■	10
OBJETIVO DEL ESTUDIO: Proceso de preparación, cocción y entrega de alimentos		ALMACÉN	▼	2
		OPERACIÓN COMBINADA	◼	1
		TIEMPO (HORA)		22.60
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD</b>		<b>SÍMBOLOS</b>		

	●	➔	◐	■	▼	◼	TIEMPO (HORA)	OBSERVACIONES
Recepción y almacenamiento de materia prima							0.20	
Inspección de calidad e inocuidad de materia prima recibida							0.10	
Trasladar materia prima y materiales a la zona de producción							0.20	
Realizar el pesaje de materia prima							0.50	
Realizar la configuración de equipos de producción							1.00	
Inspección del estado y limpieza de equipos de producción							1.00	
Realizar habilitado y molido de productos para preparación fría y caliente en licuadora industrial							1.00	
Realizar el habilitado de verduras y cárnicos							2.00	
Transferir materia prima a equipos de cocción caliente marmitas 1 y 2							1.00	Marmitas de 500 LT
Inspección de temperatura (T°) del proceso de cocción y volumen en equipo en procesos de cocción marmitas 1 y 2							2.00	
Inspección visual de cocción (color, textura, homogeneidad)							0.10	
Transporte de productos hacia envases de cocción intermedia							0.50	

Realizar configuración de sartenes basculantes 1 y 2								2.00	Sartenes basculantes
Transferir alimentos semicocidos a equipos de cocción intermedia sartenes basculantes								2.00	
Realizar la cocción final de los alimentos								1.50	
Inspeccionar T° del proceso de cocción y volumen en equipo en procesos de cocción marmitas 1 y 2								1.50	
Transferir productos a envases destinados de cocción final								0.50	
Movilizar envases en coches bandejeros								0.40	Bandejas de horno Rational
Inspeccionar temperatura de alimentos no menor a 80°C								1.00	
Transporte de productos hacia equipos Rational para cocción final								1.00	100 tapers por bandejas
Traslado de productos en equipos Rational de alimentos de cocción final								0.10	
Envasar y enfilear producto de cocción final en tapers								0.10	100 bandejas por coches
Movilizar coches de transportado de comida								0.10	
Trasladar los envases de alimentos de cocción final en coches hacia ambiente de despacho temporal								0.10	
Almacenamiento temporal de alimentos								0.10	
Inspeccionar las cajas isotérmicas con rotulo de sanitizado								0.10	

Trasladar cajas isotérmicas sanitizadas									0.10
Encendido de equipo rotulador									0.20
Transportar tapers con alimentos hacia cajas isotérmicas									0.20
Rotular cajas isotérmicas con fecha de producción y vencimiento									0.20
Transportar cajas isotérmicas con envases y productos hacia zona de almacenamiento de inspección de calidad									0.20
Inspección de inocuidad alimentaria									0.50
Transporte de cajas isotérmicas con carretilla hidráulica									0.50
Traslado de cajas isotérmicas en unidad de transporte vehicular									0.10
Transferir cajas isotérmicas de la unidad de transporte vehicular									0.20
Inspección visual de inocuidad alimentaria en el proceso de descarga									0.10
Inspección de etiquetas de inocuidad alimentaria en el proceso de descarga									0.10
Traslado de envases y disposición final para el servicio en comederos									0.12
<b>TOTAL</b>									<b>22.50</b>

Figura 3. Diagrama de Análisis de Proceso.

Es así que inicia con el almacenaje e inspección de la materia prima, luego el traslado y pesaje hacia la zona de producción, seguido de la configuración de equipos según los requerimientos establecidos. Luego se procede con el habilitado y molido en la licuadora industrial, así como la preparación de verduras y cárnicos. La siguiente fase involucra la transferencia y verificación en marmitas de cocción caliente, seguida por la liberación del producto a envases intermedios. Posteriormente, se realiza la configuración y transferencia a sartenes basculantes, donde se verifica la temperatura y volumen. El proceso continúa con el traslado a envases finales y su apilado en coches móviles, realizando un control de temperatura que debe alcanzar mínimo 80°C. Los alimentos son entonces introducidos en el equipo RATIONAL de 20 bandejas para su cocción final, tras lo cual son retirados para su envasado en tapers individuales y colocación en bandejas.

La fase final del proceso comprende el traslado de los coches con comida al área de distribución y su movimiento a zonas intermedias. Se realiza la inspección de sanitización y rotulación de cajas isotérmicas, donde se transfieren las bandejas para mantener la cadena de frío. Después de un almacenamiento temporal, se realiza una inspección de inocuidad y se procede al traslado mediante carretillas hidráulicas hacia el transporte vehicular. Las cajas isotérmicas son transferidas a los camiones para su distribución, seguido del traslado hacia el destino final donde se realizan inspecciones de calidad, inocuidad y verificación de etiquetas. El proceso culmina con la entrega en comedores, que incluye el retiro de envases y la disposición final de los alimentos para el servicio.

A continuación, se visualiza el layout de los procesos que se ejecutan en la organización Newrest Perú, basado a la producción masiva de alimentos demostrado en la figura 4:

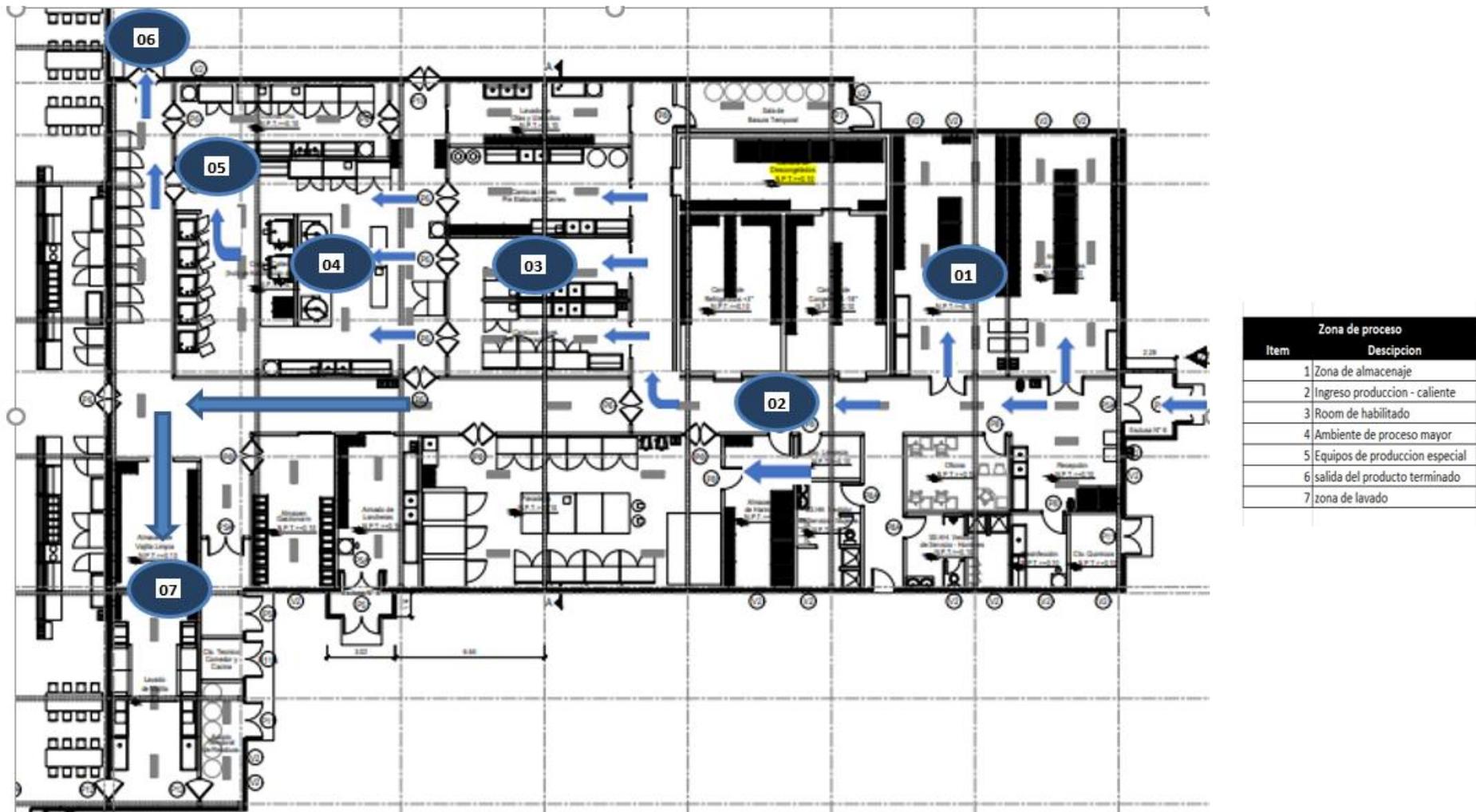


Figura 4. *Layout.*

## **2.2 Identificación de la problemática**

### **2.2.1 Análisis Causa Efecto**

En este análisis se presenta la información en base a la lluvia de idea que se ha evidenciado en la empresa con el fin de analizar cuales impactan en la disponibilidad y confiabilidad de las unidades para la planta procesadora de alimentos de la empresa de estudio.

La evaluación integral de la problemática en maquinaria, mano de obra y materiales revela múltiples factores críticos que comprometen la eficiencia operativa. En el ámbito de maquinaria, se identifican fallas frecuentes generadas por obsolescencia y desgaste, que reducen significativamente la disponibilidad operativa de los equipos. La ineficiencia se incrementa por la falta de ajustes adecuados y el mal funcionamiento, provocando aumento en los tiempos de ciclo y disminución de la confiabilidad. Respecto a la mano de obra, la falta de capacitación, el desgaste físico y la alta rotación de personal generan operaciones ineficientes, aumentando la probabilidad de errores que impactan directamente en el rendimiento de los equipos.

En el contexto de materiales, se evidencian desafíos significativos relacionados con la calidad inconsistente y el inadecuado manejo de recursos. La utilización de materiales de baja calidad provoca fallas, obstrucciones y desgaste prematuro de componentes, mientras que la escasez de repuestos genera tiempos de inactividad prolongados. El almacenamiento incorrecto contribuye al deterioro de materiales, afectando la capacidad de realizar reparaciones oportunas. Adicionalmente, el entorno medioambiental juega un papel fundamental, donde condiciones inadecuadas de temperatura, humedad y presencia de contaminantes pueden interferir significativamente en el funcionamiento óptimo de los equipos.

Los métodos y sistemas de medición representan el tercer elemento fundamental en esta problemática. La ausencia de procedimientos estandarizados y una gestión desorganizada de tareas de mantenimiento incrementan exponencialmente los riesgos de fallas. La falta de un monitoreo adecuado de métricas clave y de indicadores de confiabilidad dificulta la identificación temprana de problemas, impidiendo la ejecución de decisiones instruidas para optimizar el rendimiento. Este escenario complejo requiere una intervención integral que aborde simultáneamente aspectos técnicos, humanos y metodológicos, con el fin de mejorar la eficiencia operativa y minimizar la probabilidad de fallos en los sistemas.

## 2.2.2 Diagrama de Ishikawa

Es así como la información anterior se desarrolla en el diagrama de Ishikawa que considerando las 6 M para su comprensión que se tiene a continuación:

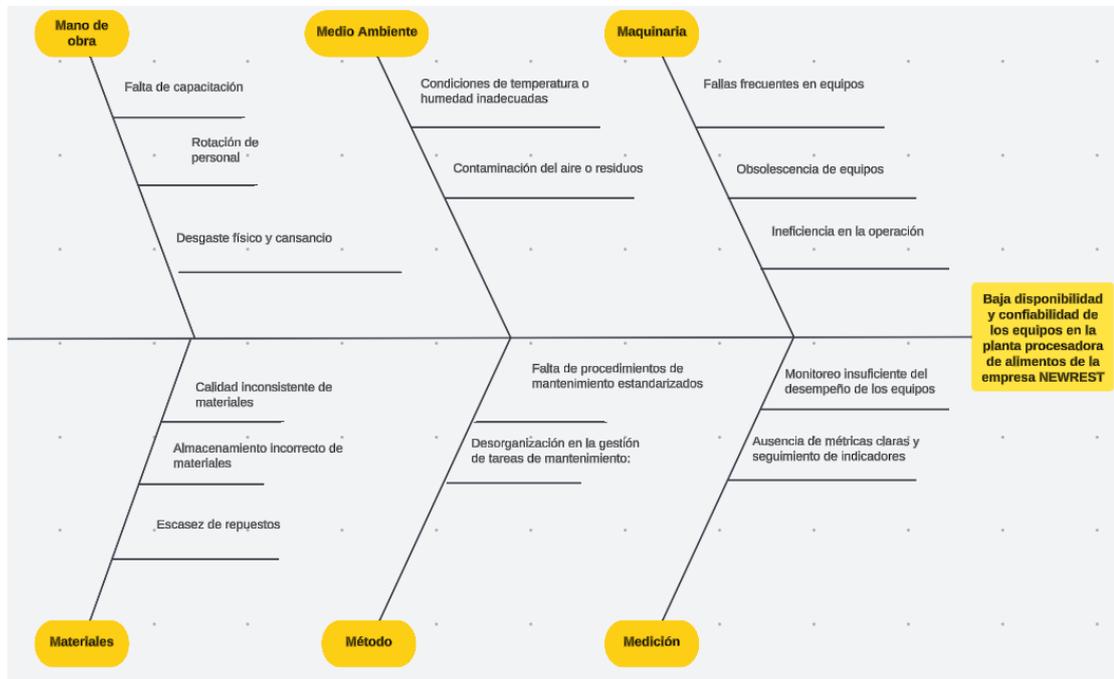


Figura 5. Diagrama de Ishikawa.

## 2.2.3 Diagrama de Pareto

En contexto de la información anterior se presenta el diagrama de Pareto con la indagación de la empresa; a fin de determinar la frecuencia de recurrencia en el último año respectivo, por cada problema global identificado.

Tabla 3. Problemas identificados.

	Problemas identificados globales	Frecuencia	%A	%	80/20
P1	Fallas frecuentes en equipo	12	9%	9%	80%
P2	Calidad inconsistente de materiales	12	18%	9%	80%
P3	Falta de indicadores de confiabilidad y disponibilidad	10	26%	8%	80%
P4	Desgaste físico y cansancio	10	33%	8%	80%
P5	Escasez de repuestos	10	41%	8%	80%
P6	Falta de capacitación	10	48%	8%	80%
P7	Almacenamiento incorrecto de materiales:	10	56%	8%	80%
P8	Rotación de personal	10	64%	8%	80%
P9	Desorganización en la gestión de tareas de mantenimiento	9	70%	7%	80%
P10	Contaminación del aire o residuos:	8	77%	6%	80%
P11	Condiciones de temperatura o humedad inadecuadas	8	83%	6%	80%
P12	Obsolescencia de equipos	8	89%	6%	20%
P13	Ineficiencia en la operación	6	93%	5%	20%
P14	Falta de procedimientos estandarizados:	6	98%	5%	20%
P15	Monitoreo insuficiente del desempeño de los equipos:	3	100%	2%	20%

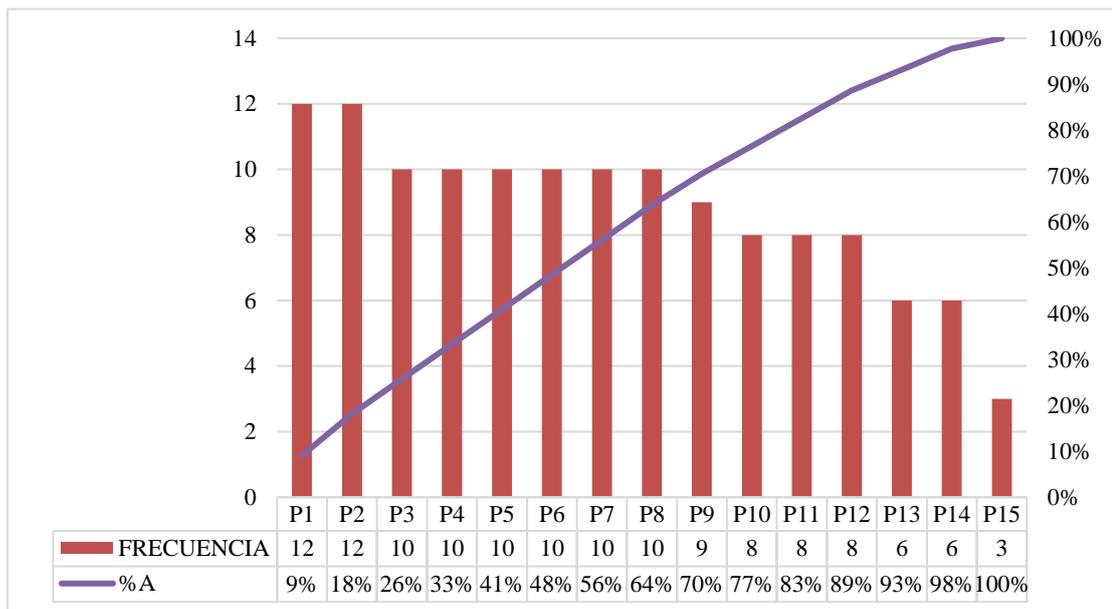


Figura 6. *Diagrama de Pareto.*

#### 2.2.4 Resultados

Es así que como resultados obtenidos se presenta los problemas que son más frecuentes y están ligados a la problemática de la empresa:

- Fallas frecuentes en equipo: este problema es uno de los más comunes, y su impacto tiene un alto valor dentro del análisis de Pareto, representando la primera causa importante que afecta la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.
- Calidad inconsistente de materiales: la calidad inconsistente de los materiales es una causa importante. Este tipo de problemas influye en la operación y confiabilidad de los equipos, aumentando el desgaste o la obstrucción.
- Falta de indicadores de confiabilidad y disponibilidad: este problema destaca porque, si no se tienen indicadores claros, es difícil tomar decisiones informadas para optimizar la confiabilidad de los equipos, lo que lo convierte en una causa crítica.
- Desgaste físico y cansancio: el cansancio de los operadores afecta negativamente la eficiencia de los equipos, pues errores humanos pueden generar paradas no planificadas.
- Escasez de repuestos: la falta de repuestos disponibles para realizar reparaciones genera tiempos de inactividad prolongados, lo cual afecta la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

- Falta de capacitación: la capacitación insuficiente de los operadores impide que estos manejen los equipos correctamente, aumentando las probabilidades de fallas o de no identificar problemas a tiempo.
- Almacenamiento incorrecto de materiales: el mal almacenamiento de materiales y repuestos puede deteriorarlos o hacerlos inservibles, lo que retrasa la capacidad de reparación y afecta la fiabilidad de los equipos.
- Rotación de personal: la rotación constante de personal impide que los operadores adquieran experiencia y conocimiento, afectando la eficiencia y confiabilidad de la operación.

En cuanto a los problemas menos frecuentes pero que están ligados a los motivos mayores se presentan los siguientes:

- Desorganización en la gestión de tareas de mantenimiento: la falta de organización en el mantenimiento impide que se realicen reparaciones preventivas a tiempo, lo que incrementa la probabilidad de fallas.
- Contaminación del aire o residuos: los residuos o contaminantes en el ambiente de trabajo afectan la maquinaria, lo que reduce la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.
- Condiciones de temperatura o humedad inadecuadas: las condiciones extremas de temperatura y humedad pueden afectar el funcionamiento adecuado de los equipos, especialmente aquellos electrónicos o sensibles.
- Obsolescencia de equipos: los equipos antiguos tienen una mayor probabilidad de fallas y requieren más mantenimiento, afectando la confiabilidad.
- Ineficiencia en la operación: la falta de ajustes adecuados en los equipos o la mala configuración incrementan los tiempos de ciclo, reduciendo la eficiencia.
- Falta de procedimientos estandarizados: la ausencia de procedimientos claros de mantenimiento acrecienta la posibilidad de errores y fallas en los equipos.
- Monitoreo insuficiente del desempeño de los equipos: sin un monitoreo adecuado, es difícil identificar a tiempo los problemas, lo que lleva a fallas inesperadas.

### **2.3 Indicadores operativos**

En cuanto a los indicadores que permiten evaluar la información de la data a tratar se tiene:

- a) Confiabilidad

$$\frac{\text{tiempo total de trabajo} - \text{tiempo total de parada}}{\text{tiempo total de incidencias de paradas}} \quad ( 1 )$$

b) Disponibilidad

$$\frac{\text{tiempo medio de buen funcionamiento} - \text{tiempo medio de reparacion}}{\text{tiempo medio de buen funcionamiento}} \quad ( 2 )$$

c) Tiempo medio de buen funcionamiento

$$\frac{\text{tiempo total disponible} - \text{tiempo de inactividad}}{\text{número de paradas}} \quad ( 3 )$$

d) Tiempo medio de reparación

$$\frac{\text{tiempo total de mantenimiento}}{\text{numero de reparaciones}} \quad ( 4 )$$

## 2.4 Identificación de problemática

En este apartado se presenta información clave sobre la problemática que permita una oportunidad a la mejora o necesidad a atender que sea realista y alineado a la coyuntura actual del país.

En cuanto a la problemática actual, la empresa Newrest Perú enfrenta una serie de retos comunes en la industria alimentaria, siendo la principal problemática la escasez de disponibilidad y confiabilidad de sus equipos.

- Fallas frecuentes en equipos: estas son la causa principal de la reducción de disponibilidad y confiabilidad de los equipos, representando la mayor frecuencia en el análisis de Pareto.
- Calidad inconsistente de materiales: la variabilidad en la calidad de los materiales afecta directamente la operación y confiabilidad de los equipos, generando mayor desgaste y obstrucciones.
- Escasez de indicadores de confiabilidad y disponibilidad: la escasez de indicadores claros y específicos dificulta la toma de decisiones informadas para optimizar la confiabilidad de los equipos, lo que convierte este problema en un factor crítico.

- Desgaste físico y cansancio: la fatiga de los operadores impacta negativamente en la eficiencia de los equipos, ya que los errores humanos pueden resultar en paradas no planificadas.
- Escasez de repuestos: la falta de repuestos disponibles para realizar reparaciones provoca tiempos de inactividad prolongados, afectando directamente la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.
- Falta de capacitación: la insuficiencia de formación en los operadores impide un manejo adecuado de los equipos, provocando probabilidad de fracasos o de no identificar problemas a tiempo.
- Almacenamiento incorrecto de materiales: el mal almacenamiento de materiales y repuestos puede llevar a su deterioro, lo que retrasa las reparaciones y afecta la fiabilidad de los equipos.
- Rotación de personal: impide que los operadores adquieran experiencia y conocimiento suficiente, afectando la eficiencia y confiabilidad de la operación.
- Riesgo de incumplimiento de los estándares de calidad e inocuidad: las paradas no programadas pueden comprometer la calidad y seguridad de los alimentos, lo que pone en riesgo los estándares de calidad e inocuidad exigidos en la industria alimentaria.

Como oportunidad de mejora, se tiene a la implementación de RCM, representa una oportunidad clave para optimizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos en la fábrica procesadora de alimentos de Newrest Perú, esta metodología permite:

- Optimizar el mantenimiento: asegurar que se realicen las labores de mantenimiento necesarias y suficientes con el fin de garantizar la disponibilidad operativa de los equipos.
- Reducir costos: minimizar las pérdidas por paradas no programadas y mejorar la utilización de recursos para extender la eficiencia.
- Aumentar la vida útil de los equipos: detectar y corregir fallas antes de que se produzcan fallas catastróficas, prolongando la vida útil de los equipos.
- Optimizar la calidad y seguridad de los alimentos: garantizar que los equipos funcionen de manera confiable y segura, reduciendo riesgos asociados a la calidad e inocuidad de los productos.

Como primordial necesidad a atender es alinear las actividades de mantenimiento con las funciones críticas de los equipos. Para lo cual, es necesario realizar los siguientes pasos:

- Identificar las funciones críticas: determinar qué funciones de cada equipo son esenciales para el procedimiento productivo y la calidad del producto terminado.
- Evaluar los modos de falla: verificar las fallas que podrían afectar las funciones críticas y evaluar sus consecuencias operativas.
- Diagnosticar tareas de mantenimiento: precisar las tareas de mantenimiento requeridas para lograr la prevención y detección de fallas a tiempo, lo que minimiza las paradas no programadas.
- Mejorar los recursos: establecer los recursos de mantenimiento eficientemente para maximizar la disponibilidad de los equipos y minimizar costos operativos.

Es así que con la implementación del RCM la empresa se alinea con las tendencias actuales del sector industrial en el país, las cuales buscan mayor eficiencia, calidad y sostenibilidad en las operaciones:

- Enfoque en la eficiencia: las empresas están buscando optimizar sus procesos para reducir costos y mejorar la competitividad.
- Normativa de calidad: existe una creciente demanda por productos de alta calidad y seguros, lo que exige un control riguroso sobre los procesos productivos y las condiciones operativas.
- Sostenibilidad: la adopción de prácticas de mantenimiento eficientes contribuye a la sostenibilidad de las operaciones, minimizando el impacto ambiental y mejorando la rentabilidad.

## CAPÍTULO III

### PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

#### 3.1 Planteamiento y Formulación del problema de investigación

En el contexto empresarial actual, la eficiencia es clave para la competitividad y la satisfacción del cliente. Las organizaciones buscan constantemente alcanzar metas como la excelencia en la producción, disminuir tiempos de entrega y minorizar costos operativos. En este contexto, el Mantenimiento (8) Centrado en la Confiabilidad RCM (Mantenimiento Centrado de la Confiabilidad), ha surgido como una herramienta fundamental para optimizar la gestión de equipos y garantizar la eficiencia y confiabilidad operativa.

En la empresa Newrest Perú, se ha identificado el problema de: baja disponibilidad y confiabilidad para los equipos de producción masiva de alimentos.

##### 3.1.1 Planteamiento del problema de investigación

Actualmente, muchas industrias a nivel global buscan optimizar sus procesos y reducir pérdidas operativas, siendo el mantenimiento una de las áreas clave para lograrlo. En este contexto, el enfoque del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad ha cobrado relevancia por su capacidad para optimizar la disponibilidad de equipos críticos. Experiencias documentadas en el sector de procesamiento de alimentos han demostrado que, tras implementar esta estrategia, es posible lograr incrementos cercanos al 9% en la disponibilidad operativa, al mismo tiempo que se reducen significativamente hasta en un 11% los tiempos improductivos por paradas inesperadas (9). Estos resultados ponen en evidencia el valor de aplicar metodologías de mantenimiento basadas en evaluar la confiabilidad como un instrumento efectivo para aumentar la eficiencia y disminuir los costos operativos.

En la industria alimentaria, la aplicación del RCM logró un impacto significativo en la eficiencia de los equipos. Un estudio sobre la implementación del RCM en máquinas de envasado mostró que la eficiencia global de los equipos (OEE) mejoró notablemente, pasando de un 65% a un 85%. Este incremento en la eficiencia se convierte en una mayor productividad y una minimización de los costos operativos, lo que subraya la relevancia de estrategias de mantenimiento centradas en la confiabilidad en el sector alimentario.

En el contexto peruano, la empresa Villa Andina S.A.C., ubicada en Cajamarca, implementó un plan de mantenimiento basado en confiabilidad (RCM) en su línea de deshidratado. Como

resultado, la disponibilidad del equipo deshidratador N°2 mejoró del 92.6% al 96.2%, y el tiempo medio entre fallas aumentó de 215.28 horas a 477.31 horas. Además, se logró una reducción en los costos de mantenimiento de S/.4,178 y un ahorro en costos de producción de S/.149,835 (10). Estos datos evidencian los beneficios tangibles de aplicar el RCM en la industria alimentaria peruana.

La investigación se enfocará en reducir y evitar las paralizaciones intempestivas, buscando aumentar la confiabilidad de los equipos, lo cual conlleva a mejorar su disponibilidad y, en consecuencia, mantener una adecuada producción de alimentos. A pesar de los esfuerzos por sostener la operación, Newrest Perú S.A.C. enfrenta importantes desafíos en la gestión del mantenimiento de sus equipos dentro de la línea de producción de alimentos. El problema central radica en la minimización progresiva de la disponibilidad y confiabilidad de dichos equipos desde septiembre del año 2023, alcanzando actualmente un nivel de disponibilidad del 79.32 %, con una tendencia decreciente. Esta situación afecta directamente la productividad y las ventas de alimentos procesados, ya que la empresa opera mayoritariamente bajo un esquema de mantenimiento correctivo, complementado por un mantenimiento preventivo deficiente, lo cual genera frecuentes paradas no planificadas.

Entre las posibles causas de esta problemática se encuentra el predominio del mantenimiento correctivo por sobre estrategias más eficientes como el mantenimiento preventivo o predictivo. La empresa carece de un análisis estructurado de los modos de falla y de la criticidad de sus equipos, lo que dificulta la toma de decisiones acertadas en la planificación del mantenimiento. Asimismo, se evidencia una falta de capacitación técnica especializada en metodologías como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), lo cual limita la capacidad del personal para implementar soluciones duraderas. A esto se suma la falta de indicadores clave de gestión del mantenimiento (KPIs) que permitan un seguimiento y evaluación continua del desempeño de los equipos. Además, la empresa no cuenta con un sistema informatizado de gestión de mantenimiento (GMAO) que facilite el control y la trazabilidad de las intervenciones técnicas. Finalmente, hay una baja inversión en tecnologías de monitoreo en tiempo real, lo que impide identificar fallas incipientes antes de que estos pasen a ser problemas mayores.

Como consecuencia de estas deficiencias, se observa una disminución continua en la disponibilidad operativa de los equipos, lo cual afecta directamente a la capacidad de producción de la planta. Las paradas imprevistas ocasionan pérdidas económicas significativas debido a interrupciones en el proceso y tiempos muertos que afectan la productividad general. También se producen diversos retrasos en la entrega de productos, lo cual puede derivar en el incumplimiento de compromisos comerciales y pérdida de clientes. El costo del mantenimiento

se incrementa debido a la atención reactiva de las fallas, que suele ser más cara y menos eficiente que una intervención planificada. Asimismo, existe un riesgo elevado de deterioro en la calidad de los alimentos procesados, debido a operaciones forzadas o realizadas en condiciones inadecuadas. Todo esto contribuye a una reducción de la competitividad de la empresa frente a otros actores del sector que ya han adoptado prácticas modernas y más eficientes de mantenimiento.

Para ello, se ha realizado el árbol de problemas en la figura 30 (anexada), basados a los datos obtenidos por la compañía Newrest Perú de acuerdo al historial de mantenimiento, a fin de mostrar los datos estadísticos, cuantificando el número de paradas. La siguiente figura detalla el inicio de las paralizaciones iniciadas en el año 2023 y principio del año 2024, fecha en que se realiza el estudio y toma de data (febrero 2024- Julio 2024)

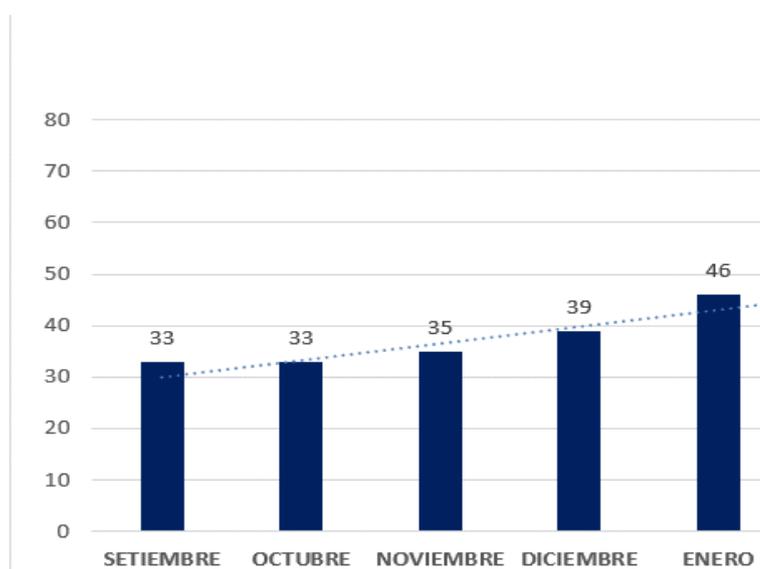


Figura 7. *Tendencia de paralización de equipos de producción inicio 2023-2024. Tomada de: Newrest Perú.*

Se observa en la figura 7 que durante setiembre 2023 a enero 2024 se tiene un promedio de 3 a 8 paralizaciones al mes por cada equipo de producción masiva bajo recolección de datos por un solo turno, traducido en un alto nivel de paralizaciones y reprocesos en la cadena de producción por falta de un mantenimiento centrado en confiabilidad para estos equipos; la cual, en la actualidad solo se cuenta con una disponibilidad del 79.32 % en sus equipos de producción. Asimismo, la tendencia de paradas sigue en aumento, perjudicando principalmente los procesos de producción.

Actualmente las organizaciones que se manejan en este mismo sector o rubro Retail, mantiene una operatividad de sus equipos al 95% y una producción promedio de 19000 unidades de comida envasadas diarias. Se detallará en la tabla 3 la producción, costo y operatividad actual:

Tabla 4. Rentabilidad actual.

Monto S/. por rentabilidad de producción y costo actual			
Monto actual percibido producción	Disponibilidad de equipos antes de la mejora	Producción actual de ventas de comida procesada (UNID)	Observación
S/ .23,729,210.00	79.32 %	3820	La disponibilidad mantiene tendencia de caída por mes de acuerdo a data de la empresa Newrest

Se evidencia en la tabla 4 la producción, costo y operatividad esperada bajo el aumento de la confiabilidad de equipos de hasta un 15%, así como un aumento significativo de la disponibilidad a lo actual:

Tabla 5. Rentabilidad esperada.

Monto S/. por rentabilidad de producción y costo aplicando RCM (Teórico)			
Monto esperado a percibir	Disponibilidad al aplicar RCM	Producción esperada por ventas de comida procesada (unid)	Observación
S/. 25,076,124.00	95%	5000	Mejorará un <b>15.68 (pp)</b> de lo actual del porcentaje de disponibilidad actual

Aplicando la herramienta del RCM se estimará que aumentará el 15% y se podrá llegar a una disponibilidad al 95% y un aumento significativo de la confiabilidad

Este proyecto de Implementación se ha propuesto abordar y brindar la mejora respectiva, bajo las estrategias del RCM, buscando transformar la gestión de mantenimiento, pasando de un enfoque reactivo hacia tareas preventivas y predictivas, minimizando las paradas no planificadas, reduciendo los costos operativos y mejorando la Disponibilidad y la Confiabilidad de los equipos en la planta de procesamiento de alimentos de NEWREST PERÚ SAC.

### 3.1.2 Formulación del problema

#### 3.1.2.1. Problema general

¿De qué manera la implementación del RCM puede contribuir a mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos en la planta procesadora de alimentos de la empresa Newrest?

### 3.1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el impacto de las fallas actuales en la confiabilidad y disponibilidad de los equipos en la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú, considerando indicadores como MTTB, disponibilidad y MTBF?
- b) ¿Cuál es la disponibilidad y confiabilidad actual de los equipos en la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú?
- c) ¿Qué estrategias de mantenimiento puede disminuir los eventos de fallas no planificadas en los equipos críticos de la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú?
- d) ¿Qué métricas de mantenimiento es necesario implementar para incrementar la disponibilidad y confiabilidad basado en la metodología RCM en la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú?
- e) ¿Cómo implementar un plan de mantenimiento basado en RCM dentro de un sistema de gestión de mantenimiento estructurado en la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú?
- f) ¿Cuál es el beneficio económico de implementar la metodología RCM en la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú?

## 3.2 Objetivos

### 3.2.1 Objetivo general

Determinar cómo la implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) permite alcanzar una disponibilidad del 95% en los equipos de la planta procesadora de alimentos de la empresa Newrest Perú, mejorando la confiabilidad y competitividad operativa.

### 3.2.2 Objetivos específicos

- a) Describir el impacto de las fallas que afectan la confiabilidad y disponibilidad de los equipos en la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú, analizando indicadores como MTTB, disponibilidad y MTBF.
- b) Identificar la disponibilidad y confiabilidad actual de los equipos en la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú.
- c) Identificar que estrategias de mantenimiento pueden disminuir los eventos de fallas no planificadas en los equipos críticos de la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú.

- d) Identificar las principales métricas de mantenimiento necesarias implementar para incrementar la disponibilidad y confiabilidad basado en la metodología RCM en la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú.
- e) Organizar un plan de mantenimiento basado en RCM dentro de un sistema de gestión de mantenimiento estructurado en la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú
- f) Describir el beneficio económico de implementar la metodología RCM en la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú.

### **3.3 Justificación e importancia del estudio**

#### **3.3.1 Justificación económica**

La empresa Newrest Perú cuenta con una facturación anual significativa de S/. 23,729,210.00 millones de soles, el cual enfrenta pérdidas sustanciales solo por paralizaciones imprevistas de los equipos. Estas interrupciones impactarán negativamente, disminuyendo su ganancia anual del 10.1%, equivalentes a S/. 2,666,710.00 millones de soles. Esta situación se agravará con el desgaste prematuro de los activos de producción y el aumento mensual de paralización de equipos, lo que subraya la urgencia de implementar la técnica del RCM para optimizar la operación y reducir los costos operativos y pérdidas económicas.

#### **3.3.2 Justificación social**

En el ámbito social, actualmente se observa un exceso en la carga de trabajo de los colaboradores que operan los equipos de producción masiva de alimentos. Esto ha llevado a manifestaciones de fatiga y a una rotación moderada de los empleados en estas áreas. Implementar las Técnicas del RCM no solo mejorará las condiciones laborales, sino que también promoverá la satisfacción y bienestar de los trabajadores, ya que reducirá la carga de trabajo por extensión de horas, generando un entorno laboral más seguro y sostenible. Asimismo, cuando se realice la capacitación al personal técnico y operador (480 colaboradores), podrán conocer la importancia y beneficio de la operatividad y confiabilidad de los equipos.

#### **3.3.3 Justificación medioambiental**

Al minorizar la paralización intermitente de los equipos de productividad masiva de alimentos, se podrá reducir el volumen de desechos generados de lixiviados y residuos sólidos, con ello se evitará un impacto ambiental negativo (daño al medio ambiente). El implementar el RCM permitirá optimizar el gasto de los siguientes recursos:

- Reducirá el gasto de agua innecesaria de 110 litros por hora, la cual actualmente genera un consumo de 2640 litros por día, ya que los equipos son purgados y lavados después de cada intervención.
- Optimizará la gestión de residuos sólidos y líquidos de hasta 1 tonelada diaria.
- Optimizará el consumo de energía, basado a suministros de GLP y energía eléctrica.

Mantener una confiabilidad óptima en el uso de los equipos no solo preservará los recursos naturales, sino que también minimizará el impacto ambiental negativo, contribuyendo así a un entorno sostenible y ecológico.

### **3.3.4 Importancia de la investigación**

El presente informe se manifiesta ser de alta importancia porque aborda directamente la necesidad de optimizar la eficiencia operativa de la planta procesadora de alimentos de la organización Newrest Perú, a través de la implementación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM). Esta técnica no solo representa una solución técnica frente a las constantes paralizaciones de equipos, sino que también ofrece un enfoque estratégico que impacta positivamente en la productividad, la seguridad del personal y la sostenibilidad ambiental.

Asimismo, la relevancia de esta investigación se basa en que los resultados podrán ser aplicables a otras empresas del rubro alimentario en el país, que enfrentan problemáticas similares en cuanto a mantenimiento y disponibilidad de equipos. Además, la propuesta de implementar el RCM promueve una cultura de mantenimiento proactivo y basado en la confiabilidad, lo cual es crucial para afrontar los retos de la industria moderna, especialmente en sectores donde la calidad, inocuidad y continuidad del proceso son críticos. De este modo, el estudio no solo contribuye al crecimiento de la empresa objeto de análisis, sino también al fortalecimiento del sector industrial alimentario en general.

## **3.4 Hipótesis y variables**

### **3.4.1 Hipótesis**

#### *3.4.1.1. Hipótesis general*

HI: La implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) mejora significativamente la disponibilidad de los equipos en la planta procesadora de alimentos de la empresa Newrest Perú, permitiendo alcanzar un nivel del 95%.

### 3.4.1.2. Hipótesis específicas

- H1: Las fallas en los equipos críticos de la planta tienen un impacto negativo considerable en la confiabilidad y disponibilidad, evidenciado en los indicadores MTTB, disponibilidad y MTBF.
- H2: Una alta frecuencia de fallas en los equipos críticos reduce significativamente los niveles de disponibilidad y confiabilidad.
- H3: La implementación de estrategias de mantenimiento reduce de forma significativa la ocurrencia de fallas no planificadas en los equipos críticos.
- H4: Las métricas de mantenimiento, como la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos críticos, mejoran significativamente después de aplicar la metodología RCM.
- H5: La integración de un plan de mantenimiento basado en RCM dentro de un sistema de gestión estructurado facilita la organización y el control de las actividades de mantenimiento.
- H6: La implementación del RCM genera beneficios económicos superiores a los costos asociados, justificando su aplicación en la planta procesadora de alimentos.

## 3.4.2 Definición de las Variables de estudio

### 3.4.2.1. Variable independiente:

Implementación del RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)

### 3.4.2.2. Variable dependiente:

Disponibilidad y confiabilidad de equipos.

## 3.5 Matriz de operacionalización de las variables

Se observa la Matriz de operacionalización de variables en la tabla:

Tabla 6. Matriz de operacionalización de las variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Implementación del RCM (independiente)	Según Moubrey (2004) “el RCM como un proceso que se usa para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional presente”.	Se operacionaliza mediante un proceso sistemático de análisis que medirá a través de la documentación generada, número de análisis realizados, protocolos establecidos, acciones implementadas y reducción de paradas no programadas, permitiendo cuantificar la efectividad de la metodología en la mejora del rendimiento de los activos industriales.	Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) 1. Las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional 2. Falla de las funciones de los componentes del equipo 3. Causa de cada falla funcional 4. Modo de las fallas funcionales de los componentes del equipo 5. Importancia de cada falla 6. Toma de decisiones para corregir las fallas 7. Plan de mantenimiento	<p><b>Criticidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta - AC (&gt;25)</li> <li>• Media - MC (&lt;9-25&gt;)</li> <li>• Baja - BC (&lt;9)</li> </ul> <p><b>Número de prioridad de riesgo (NPR)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falla Inaceptable (NPR &gt; 200)</li> <li>• Falla reducible inaceptable (200&gt;NPR&gt;125)</li> <li>• Falla aceptable (125&gt;NPR)</li> </ul>
Disponibilidad y Confiabilidad de Equipos (dependiente)	Según Mora (2009) “Disponibilidad es la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación cuando se usa bajo condiciones estables”.	Es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar en que un equipo se encuentre disponible para cumplir la función de operación (condición de operatividad)	<p>1. Tiempo medio entre fallas (MTBF)</p> <p>2. Tiempo promedio de reparación (MTTR)</p> <p>3. Disponibilidad</p> <p>1. Confiabilidad</p>	<p><math>\frac{\# \text{ de horas operadas}}{\# \text{ de paradas correctivas}}</math></p> <p><math>\frac{\text{Tiempo total del mantenimiento correctivo}}{\# \text{ de reparaciones correctivas}}</math></p> <p><math>\frac{MTBF}{MTBF + MTTR}</math></p> <p><math>e^{(-\lambda t)}</math></p>

# CAPÍTULO IV

## MARCO TEÓRICO

### 4.1 Antecedentes de Problema

#### 4.1.1 Antecedentes internacionales

Loya (2020) en su tesis titulada “Diseño de un plan de mantenimiento predictivo para el área de abastecimiento corte térmico de la empresa SEDEMI – Quito, Ecuador”, planteó un estudio orientado a optimizar la planificación del mantenimiento en el área de corte térmico de dicha empresa. (11). El fin principal del informe fue plantear un plan de mantenimiento predictivo que permitiera optimizar los procedimientos de trabajo en el área de abastecimiento, con el objetivo de aumentar la producción, minimizar los costos asociados al deterioro de los equipos, minimizar las paradas no planificadas y optimizar la confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria involucrada en los procesos productivos. El estudio se enmarcó en una investigación aplicada, con método cuantitativo, de alcance descriptivo, y con un diseño no experimental, ya que se centró en el estudio de la situación existente sin manipulación deliberada de variables. Para llevar a cabo el diagnóstico y el diseño del plan de mantenimiento, se aplicaron técnicas como la observación directa de los procesos, la realización de entrevistas al personal técnico y el análisis documental de los historiales de mantenimiento. Los instrumentos utilizados incluyeron fichas técnicas de los equipos, registros históricos de fallas, manuales de operación y mantenimiento, así como diagramas de flujo y formatos de control. Entre los resultados principales, es que la implementación del plan propuesto permitió reducir significativamente las fallas recurrentes en los equipos de la sección de corte térmico. Asimismo, se logró disminuir los tiempos de inactividad no planificados, lo cual generó un impacto positivo en la eficiencia global del área. El estudio también fortaleció la seguridad operativa al minimizar la exposición de los empleados ante situaciones de riesgo por fallas inesperadas. La propuesta contribuyó a optimizar la confiabilidad y disponibilidad de los activos físicos de la planta, lo que se tradujo en un mejor rendimiento operativo general. Este antecedente representa una contribución relevante al campo del mantenimiento industrial, y resulta pertinente como referencia para la presente investigación, en la medida en que demuestra cómo la implementación de estrategias predictivas basadas en la confiabilidad puede generar mejoras sustanciales en el desempeño de los equipos y en la eficiencia organizacional.

Álvarez y Araujo (2020) en su tesis de posgrado titulada “Propuesta de un plan de mantenimiento basado en RCM de los activos críticos del área de mezclado de la empresa Continental Tire Andina S.A.”, plantearon una propuesta técnica y metodológica orientada a la

aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) para los activos más relevantes del área de mezclado de dicha empresa, con la finalidad de mejorar su operatividad, reducir pérdidas y optimizar la confiabilidad del sistema productivo. (12). El fin primordial del informe fue evaluar y diseñar un plan de mantenimiento basado en la filosofía RCM para los activos críticos del área de mezclado, de manera que se eleve la competitividad empresarial, se optimice el control y rendimiento de los equipos, y se garantice la capacitación de los empleados técnicos en temas de mantenimiento. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, fue de tipo aplicado, con alcance descriptivo-propositivo y un diseño no experimental. Se trabajó a partir de un diagnóstico del estado actual de los activos, sin manipulación directa de variables, para luego proponer una solución técnica de mejora. Las técnicas utilizadas incluyeron el análisis de criticidad, recolección de información histórica de fallas, entrevistas con operarios y jefes de mantenimiento, así como la aplicación de métodos predictivos como el análisis vibracional. Como instrumentos, se emplearon hojas de verificación, registros de fallas, diagramas de causa-efecto, formatos de inspección, y una matriz de jerarquización de equipos críticos. Los resultados principales del estudio demostraron que las fallas más frecuentes en los activos del área de mezclado eran provocadas por deficiencias en los sistemas eléctricos, problemas mecánicos internos y fallas del sistema operativo, lo que ocasionaba paros no planificados y una pérdida económica estimada en S/.109,788.20 anuales. Ante este escenario, se propuso la implementación del RCM como herramienta clave para anticiparse a las fallas, mantener la continuidad operativa, y lograr mejoras sustanciales en eficiencia. En particular, se destacó el uso del análisis vibracional en componentes rotativos como motores y bombas, técnica que sería aplicable en contextos similares como los hornos combi o las máquinas dosificadoras de pan utilizadas en la empresa Newrest Perú, que poseen componentes electromecánicos sensibles a vibraciones. Este antecedente aporta significativamente a la presente investigación, al demostrar cómo el RCM permite reducir fallos inesperados, optimizar la disponibilidad de activos críticos y generar un impacto económico positivo en las operaciones industriales.

Por su parte, Flores y Molina (2021), en su tesis titulada “Elaboración de un plan de mantenimiento basado en RCM para la flota vehicular de la empresa pública EMMAIPC-EP”, propusieron un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) como solución a los problemas de eficiencia y altos costos de mantenimiento en instituciones que operan flotas vehiculares (13). El objetivo principal del estudio fue diseñar un sistema de gestión de mantenimiento basado en RCM que permitiera mejorar la eficacia operativa, incrementar la disponibilidad de los vehículos y reducir los costos derivados del mantenimiento correctivo, contribuyendo así a una gestión más eficiente de los recursos públicos destinados al transporte. El estudio se desarrolló bajo una investigación aplicada, con enfoque cuantitativo,

de alcance explicativo y con un diseño preexperimental, dado que se evaluaron los efectos de aplicar el RCM en la flota sin grupos de comparación. Para la recopilación y análisis de datos, se utilizaron técnicas como la observación directa de los procesos de mantenimiento y la recopilación documental de los registros de fallas, mantenimiento y uso de vehículos. Entre los instrumentos empleados, se destacan matrices de criticidad, hojas de inspección técnica, bases de datos de intervención de vehículos y formatos de análisis de fallas. Los resultados principales reflejaron una mejora sustancial en varios indicadores operativos. Se logró una reducción del 35% en las visitas al taller para reparaciones, lo que implicó una disminución significativa en los costos de mantenimiento correctivo. Además, se evidenció un aumento del 17.55% en la eficacia, del 19.65% en la eficiencia operativa y un incremento del 21.45% en la productividad general de la flota. La disponibilidad de los vehículos mejoró notablemente, pasando del 75% al 95% tras la implementación del plan RCM. Este estudio constituye una evidencia empírica sólida sobre los beneficios del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad en el sector público, especialmente en lo que respecta al uso eficiente de flotas vehiculares. Representa, por tanto, un antecedente relevante para la presente investigación, al demostrar que la aplicación de la metodología RCM puede tener un impacto directo y positivo en la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia operacional de los activos físicos.

López y Prieto (2022) en su tesis titulada “Diseño de protocolo para la aplicación de la metodología RCM en la industria”, proponen un enfoque metodológico para implementar el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en entornos industriales, destacando su relevancia para garantizar la continuidad operativa y la eficiencia en la producción. (14). El objetivo principal del estudio fue diseñar un protocolo técnico-operativo para la correcta implementación de la metodología RCM en procesos industriales, con el fin de eliminar las paradas intempestivas de maquinaria y equipos, asegurar la continuidad de la producción y aumentar la disponibilidad operativa por encima del 95%. Se trató de una investigación aplicada, con un enfoque cuantitativo, de alcance propositivo y descriptivo, y con un diseño no experimental, ya que se elaboró una propuesta basada en la observación y diagnóstico de procesos sin intervención directa sobre las variables. Las técnicas empleadas incluyeron el análisis documental, la observación de campo y entrevistas a operarios y técnicos de mantenimiento. Los instrumentos utilizados fueron protocolos técnicos de evaluación, registros de mantenimiento, matrices de criticidad, y herramientas de análisis predictivo como la termografía, el análisis de aceite, la medición de vibraciones y el ultrasonido industrial. Entre los resultados principales, es que mediante la aplicación sistemática del protocolo RCM se pueden prevenir fallas críticas y mejorar la planificación del mantenimiento. El análisis predictivo permitió eliminar eventos de parada no planificada, logrando una disponibilidad operativa superior al 95%, alineada con los requerimientos de una jornada productiva de 21

horas diarias. Asimismo, se destacó el rol activo del personal técnico-operativo en la ejecución de las tareas de mantenimiento, lo que facilitó el cumplimiento de los tiempos establecidos y fomentó una cultura de responsabilidad compartida. Este estudio demuestra que el RCM, al ser correctamente protocolizado e integrado en las rutinas de mantenimiento, no solo incrementa la confiabilidad de los activos físicos, sino que también contribuye significativamente a mantener la estabilidad de la producción industrial. En consecuencia, este trabajo constituye un referente importante para investigaciones enfocadas en la mejora de la disponibilidad y eficiencia mediante estrategias de mantenimiento confiables.

Avilés (2023) en su tesis titulada “Propuesta de Plan de Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM) para los vehículos de la empresa Arancel Servicios Logísticos y Financieros S.A.S”, plantea una propuesta de implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en el contexto del transporte empresarial, enfocándose en prevenir fallas mayores y optimizar los costos asociados al mantenimiento vehicular (15). El objetivo principal del estudio fue diseñar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para los vehículos de la empresa Arancel Servicios Logísticos y Financieros S.A.S, con el propósito de disminuir la frecuencia de fallas graves, optimizar la disponibilidad de las unidades móviles y generar mayor confianza en la prestación de sus servicios logísticos. La investigación se clasificó como aplicada, con un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo-propositivo, y con un diseño no experimental. No se realizó manipulación de variables, sino que se propuso una mejora a partir del análisis del estado actual del mantenimiento y las condiciones de operación de los vehículos. Entre las técnicas utilizadas se encuentran el análisis técnico-operativo de las unidades, la inspección mediante tecnologías predictivas, y el levantamiento de información a través de entrevistas a técnicos y operadores. Como instrumentos de diagnóstico, se emplearon herramientas de análisis como la termografía infrarroja, especialmente útil para monitorear los sistemas de enfriamiento y detectar condiciones de sobrecalentamiento, así como formatos de registro de fallas, matrices de criticidad y hojas de control de mantenimiento. Los resultados principales indican que la integración de herramientas predictivas como la termografía permitió anticipar fallas relacionadas con elevadas temperaturas en los sistemas de refrigeración de los vehículos. Esta detección temprana evitó reparaciones mayores y costosas, típicas del mantenimiento correctivo, lo que a su vez redujo los tiempos de inactividad y fortaleció la fiabilidad del servicio logístico prestado por la empresa. Asimismo, el estudio concluyó que un plan de mantenimiento RCM bien estructurado es clave para asegurar la continuidad operativa, reducir costos y aumentar la satisfacción del cliente. Esta tesis constituye un aporte valioso al campo del mantenimiento vehicular, demostrando que el uso de metodologías basadas en la confiabilidad puede traducirse en beneficios económicos y operativos concretos para empresas que dependen de flotas móviles.

Además, sirve como respaldo técnico para investigaciones centradas en la aplicación del RCM en entornos industriales y logísticos.

#### **4.1.2 Antecedentes nacionales**

Arestegui (2020) en su tesis titulada “Implementación de manufactura esbelta para mejorar el proceso de producción y calidad en una microempresa de calzado ubicada en la ciudad de Arequipa”, desarrolló un estudio enfocado en mejorar la eficiencia operativa de una microempresa del rubro calzado conforme a la aplicación de herramientas de fabricación esbelta (16). El objetivo principal de esta investigación fue reducir los gastos operativos, eliminar tareas no productivas y optimizar la disponibilidad, eficiencia y calidad del proceso productivo. La indagación fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, de alcance propositivo-descriptivo y diseño preexperimental, al aplicar mejoras y comparar indicadores antes y después de la intervención sin grupo de control. Las técnicas utilizadas incluyeron observación directa, análisis de tiempos y movimientos, entrevistas estructuradas y análisis documental. Los instrumentos aplicados fueron el Mapa de Flujo de Valor, listas de verificación para 5S, hojas de control visual, formatos de cambio rápido SMED, registros de mantenimiento TPM, y tableros Kanban, entre otros. Los resultados principales del estudio evidenciaron una reducción significativa en los costos operativos, la eliminación de movimientos que no agregaban valor y un acrecentamiento en la disponibilidad de maquinaria. Además, se mejoró la calidad del producto terminado, gracias a la ejecución de herramientas como 5S, SMED, TPM, Kaizen, Poka Yoke y Kanban. En conjunto, estos cambios demostraron que la manufactura esbelta puede mejorar sustancialmente la eficiencia, competitividad y sostenibilidad de pequeñas empresas manufactureras. Esta tesis aporta evidencia valiosa sobre cómo la gestión eficiente de procesos impacta directamente en la productividad, siendo de utilidad para empresas como Newrest Perú en la búsqueda de mejoras sostenibles.

Flores (2022) en su tesis titulada “Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la disponibilidad del equipo de alta criticidad en la línea de deshidratado de la Planta de Alimentos Villa Andina S.A.C - Cajamarca”, desarrolló una investigación orientada a la optimización de la disponibilidad operativa de los equipos críticos en una planta de procesamiento de alimentos mediante la implementación de la metodología RCM. (13). El objetivo principal del estudio fue establecer las bases técnicas para implementar un sistema de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) que mejorara la disponibilidad y confiabilidad de los equipos críticos del procedimiento de deshidratado. Se trató de una investigación de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, alcance explicativo y un diseño preexperimental, basado en la comparación de indicadores antes y después de aplicar el RCM.

Las técnicas utilizadas incluyeron el análisis de criticidad, evaluación de modos de falla y análisis de vibraciones. Los instrumentos empleados fueron matrices de criticidad, software de confiabilidad, registros de mantenimiento, y hojas de cálculo para indicadores MTBF y MTTR. Los resultados principales demostraron que, tras la implementación del RCM, el equipo Deshidratador N°2 mejoró su tiempo medio entre fallas (MTBF) de 215.28 h a 477.31 h, y su tiempo medio de reparación (MTTR) de 9.84 h a 12.69 h. Además, se redujo la tasa de fallas de 0.0066 a 0.0027, y se incrementó la disponibilidad del equipo del 92.6 % al 96.2 %. Este avance representó un ahorro económico significativo de S/. 4,178 en mantenimiento correctivo y S/. 149,835 en costos por horas de producción detenida. Este antecedente es altamente relevante para estudios sobre productividad en empresas como Newrest Perú, ya que demuestra que la aplicación efectiva del RCM en equipos de alta criticidad puede aumentar sustancialmente la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia en procesos industriales.

Constantino (2021), en su tesis titulada “Propuesta del plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad (RCM) para reducir costos de mantenimiento en el proceso de fundas de banano en la empresa Polisa S.R.L.”, desarrolló una propuesta orientada a reducir los costos operativos y aumentar la productividad mediante la implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) (17). El objetivo principal de la investigación fue extender la vida útil de las máquinas y aumentar la producción en el proceso de elaboración de fundas de banano, reduciendo los costos derivados del mantenimiento correctivo. Se trató de una investigación aplicada, con enfoque cuantitativo, alcance descriptivo-explicativo y diseño preexperimental. Las técnicas utilizadas incluyeron el análisis de criticidad, observación directa, entrevistas al personal de mantenimiento y la aplicación de herramientas de manufactura esbelta. Los instrumentos empleados fueron hojas de verificación, fichas técnicas de equipos, cronogramas de mantenimiento y registros de fallas. Los resultados principales mostraron que la aplicación del RCM, junto con la metodología 5S, permitió establecer un ambiente de trabajo más ordenado y eficiente. Se identificaron las principales causas de desgaste y fallos en los equipos, proponiendo un plan de mantenimiento preventivo adecuado a cada uno. La implementación del plan propuesto no solo generó una mayor disponibilidad de las máquinas, sino que también promovió una cultura de mantenimiento que involucró tanto al personal operativo como al administrativo, mejorando la confiabilidad y reduciendo los costos asociados al mantenimiento correctivo. Este estudio constituye una valiosa referencia para empresas del sector agroindustrial, al demostrar cómo la gestión del mantenimiento con enfoque RCM puede generar beneficios operativos tangibles y sostenibles.

Ortega (2019) en su tesis titulada “Programa de mantenimiento productivo total en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019”, desarrolló una investigación

centrada en la mejora de la gestión del mantenimiento en equipos de producción mediante la aplicación conjunta de las metodologías TPM (Mantenimiento Productivo Total) y RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) (18). El objetivo principal fue diseñar e implementar un programa de mantenimiento que permitiera optimizar los procesos en el área de molienda húmeda de una empresa de cerámica, minimizando las fallas y paradas intempestivas que afectaban significativamente la producción y los costos. La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, alcance descriptivo-explicativo y diseño preexperimental. Las técnicas utilizadas incluyeron el análisis de fallas, la evaluación de criticidad de equipos, entrevistas con operarios y personal de mantenimiento, y observación directa. Los instrumentos empleados fueron registros de mantenimiento, formatos de inspección, hojas de vida de equipos y diagramas de flujo de procesos. Los resultados principales evidenciaron que la implementación del programa permitió reducir significativamente los costos asociados a mantenimientos correctivos, al disminuir la frecuencia de fallas imprevistas. Se promovió una cultura de mantenimiento compartida, donde no solo el personal técnico, sino también los operarios de producción participaron activamente en la conservación de los equipos, a través del reporte oportuno de fallas y acciones de mantenimiento autónomo. Este trabajo demuestra que la integración del TPM con el enfoque RCM puede mejorar la eficiencia operativa, incrementar la vida útil de los equipos y minimizar el impacto económico de las paradas no programadas, representando una estrategia efectiva para empresas manufactureras que buscan optimizar su sistema de mantenimiento.

Mariñas (2022) en su tesis titulada “Plan de mantenimiento basado en RCM para maximizar la disponibilidad de tráileres de 32 toneladas en una empresa de transportes en Lima Norte”, desarrolló una investigación orientada a maximizar la disponibilidad y confiabilidad de la totalidad de vehículos mediante la implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). (19). El fin principal fue plantear un plan de mantenimiento basado en RCM que permita incrementar la disponibilidad de los tráileres de 32 toneladas, reduciendo el tiempo de averías y optimizando el mantenimiento preventivo y predictivo de sus componentes críticos. La indagación es de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y diseño preexperimental. Las metodologías e instrumentos incluyeron la recopilación y estudios de datos históricos de fallas, monitoreo de temperatura, análisis de aceite, evaluación del tiempo medio entre fallas (TMEF), tiempo medio para reparar (TMPR) y análisis de la eficiencia global del equipo (OEE). Entre los resultados principales se observó un aumento significativo en la disponibilidad de los tráileres, pasando del 65% al 90%, principalmente por la optimización de los tiempos de avería originados por escasez de engrase y limpieza de partes móviles. El monitoreo constante de la temperatura y el análisis del aceite del motor contribuyeron a una mejor predicción y prevención de fallas, generando una alta confiabilidad en los equipos y un

control eficiente del mantenimiento, lo que garantiza una mejora sustancial en la operatividad de la flota.

### **4.1.3 Antecedentes locales**

Ruiz (2022), en su tesis titulada “Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en los sistemas de transmisión para mejorar la gestión de mantenimiento en las grúas stackers de llenos aplicado en la empresa APM Terminals Inland Services para el periodo 2019”, desarrolló un estudio enfocado en mejorar la gestión del mantenimiento en equipos críticos ante la aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) (20). El objetivo principal fue reducir los fallos en los sistemas de transmisión de las grúas stackers, aumentando la confiabilidad y eficiencia operativa mediante un plan de mantenimiento basado en RCM. La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y diseño preexperimental. Se emplearon técnicas como el análisis vibracional para la detección temprana de fallas en motores eléctricos, monitoreo de equipos, y la integración logística para optimizar la gestión de repuestos, especialmente aquellos con tiempos de llegada prolongados por importación. Entre los resultados principales fue una reducción significativa de las fallas en los equipos eléctricos que impulsan las grúas, disminuyendo las paradas innecesarias y costos asociados. La gestión eficiente de repuestos permitió mantener la disponibilidad operativa y mejorar la confiabilidad de las grúas, garantizando un funcionamiento óptimo en las operaciones de apilamiento de contenedores.

Del Pilar y de La Cruz (2023) en su investigación titulada “Propuesta de mejora en la gestión de logística y mantenimiento para incrementar la rentabilidad de una empresa de transporte de carga”, desarrollaron un estudio enfocado en la optimización de la gestión logística y del mantenimiento predictivo en una planta de transportes. (21). El objetivo principal fue incrementar la rentabilidad de la empresa mediante la implementación de tecnologías de monitoreo avanzadas que permitieran predecir fallas en los equipos antes de que ocurrieran. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, fue de tipo aplicado, con alcance explicativo y diseño preexperimental. Las herramientas utilizadas incluyeron sensores de monitoreo, análisis de datos de funcionamiento y mantenimiento preventivo sistematizado. Como resultados principales, se logró una reducción del 40% en las paradas no programadas, así como un incremento del 25% en la vida útil de los equipos. Todo ello derivó en un aumento de la rentabilidad, que pasó del 86% al 91%, evidenciando el impacto positivo del mantenimiento predictivo en contextos empresariales locales del sector transporte.

Morales (2023), en su tesis titulada “Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota de soporte de una empresa minera”, desarrolló una investigación orientada a la implementación

del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) en una empresa del sector minero (22). El objetivo principal fue optimizar la gestión del mantenimiento de la flota de soporte, reduciendo costos y mejorando la seguridad operativa mediante la aplicación del enfoque RCM. El estudio fue de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño preexperimental, realizando un análisis exhaustivo de los equipos críticos y sus modos de falla. Como resultados más relevantes fue una reducción del 30% en los costos de mantenimiento, así como una mejora significativa en la seguridad de los trabajadores, al reducir las lesiones causadas por fallas de equipos a un 2% del total en un año de producción. Esto validó la efectividad del RCM no solo en términos de eficiencia técnica y económica, sino también en la prevención de riesgos laborales.

Victorio (2019), en su tesis titulada “Propuesta de mejora aplicando TPM en el área de producción de la empresa Montalván Verástegui S.A.C.”, analizó la aplicación de las metodologías de Mantenimiento Productivo Total (TPM) y Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en una planta metalmecánica ubicada en el contexto local. (23). El objetivo del estudio fue incrementar la eficiencia operativa, reducir los costos de mantenimiento y mejorar el entorno laboral mediante la implementación sistemática de ambas estrategias. La investigación fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y diseño preexperimental, evaluando indicadores antes y después de la intervención. Entre los resultados más relevantes, se logró un incremento del 15% en la eficiencia general de los equipos (OEE), una reducción del 20% en los costos de mantenimiento, y un aumento del 18% en la satisfacción laboral de los empleados. Estos hallazgos destacan el impacto integral del TPM y RCM, tanto en la productividad como en el clima organizacional de la empresa, evidenciando su aplicabilidad y efectividad en el sector industrial local.

Por su parte, Sanchez (2021), en su tesis titulada “Optimización de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad mecánica de una flota de semirremolques tipo portacontenedores que transportan concentrado de cobre en el Proyecto Minero Las Bambas”, desarrolló una propuesta de mejora basada en las metodologías del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y el Mantenimiento Preventivo, con el fin de mejorar la gestión del mantenimiento en una empresa de transporte vinculada al sector minero (24). El estudio implementó un Sistema de Gestión de Mantenimiento Informatizado (CMMS) para monitorear y programar las intervenciones técnicas de manera eficiente. La investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, empleando indicadores como el número de fallas, tiempo de disponibilidad mecánica y cumplimiento de cronogramas de transporte. Entre los principales resultados fue una reducción del 35% en fallas imprevistas, lo que generó una mejora sustancial en la disponibilidad mecánica, así como un incremento en la puntualidad y eficiencia del

transporte de concentrado de cobre. Esta investigación evidencia la relevancia de aplicar enfoques sistemáticos de mantenimiento para mejorar el desempeño logístico en contextos de alta exigencia operativa.

#### **4.1.4 Artículos científicos**

Peñañiel y Arteaga (2021) efectuó un estudio respecto al Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) caso de aplicación máquina empacadora de atún en latas de atún (25). El artículo científico mencionó lo referente al mantenimiento preventivo y correctivo de la planta procesadora de atún, el cual se ve limitada a procesos rutinarios que el personal técnico ejecuta diariamente sin poder predecir fallas y poder nivelar su producción al estándar de clase mundial mayor al 95 % de la producción. Este artículo menciona un gran aporte al trabajo de investigación para la empresa Newrest Perú, ya que rescata que, por medio de cálculos de fallas de equipos, operaciones y productividad, se puede determinar las pérdidas actuales en un proceso de producción masiva de alimentos de consumo directo; asimismo, la estrategia brindada de aplicar instrumentos de mantenimiento predictivo puede mejorar un 1.1% mensual sobre la cantidad existente.

Andrade y Herrera (2021) en el estudio Análisis de la situación actual del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM (26) menciona lo referente a la situación actual del RCM en conjunto con el AMEF (análisis de modos de Fallas), el cual orienta que no solo el RCM ayuda a predecir paradas intempestivas de equipos, sino que en conjunto - con herramientas lógicas - puede evolucionar y simplificar procesos de mantenimiento en las compañías de producción. Este tema es muy relevante al presente estudio ya que englobará no solo el mantenimiento predictivo actual, así también el uso de herramientas que sumarán al proceso de aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad, con el objetivo de minimizar costos innecesarios en los programas de mantenimiento preventivo.

Salazar, Torres y Velepucha (2024) efectuaron un artículo denominado Análisis de modos y efectos de fallas en una sala de máquinas de un hospital (27), donde hace mención a las fallas comunes en equipos de generación de vapor de hospitales y que por medio del RCM se puede reducir hasta en un 12% las paralizaciones por ausencia de predicción de cambio de componentes en equipos denominados críticos. Este informe es altamente importante para el informe debido que, por medio de ello se contemplará la importancia de la termografía para equipos de generación de vapor, dentro de los equipos de la empresa Newrest sabemos que existe dos máquinas que tienen internamente calderos que mantienen fallas constantes y cada 72 horas de trabajo se tiene paradas intempestivas, la cual se aplicaría esta herramienta para observar el comportamiento de los componentes mecánicos y sellos.

Asimismo, Moreira y Real (2021) desarrollaron un artículo denominado Tiempo estándar en gestión de mantenimiento de matrices de corte (28), en donde se hace mención sobre los tiempos de ejecución que se debería de estandarizar para los trabajos de mantenimiento hacia equipos de manufactura; el cual, realizando dicha estandarización, se tendría una reducción de costo hasta el 6% en horas de trabajo. Asimismo, se adicionaría tareas con evaluaciones antropométricas que ayudan considerablemente el desempeño en las tareas que reducción de horas hombre. El artículo aporta a esta investigación en los métodos que se usarían para las actividades planificadas del mantenimiento predictivo que aplica el RCM, es importante mencionar que la data obtenida en las inspecciones y ejecuciones generaran horas extensas de trabajo que se pueden optimizar bajo el estudio del método descrito.

Zambrano y Guerrero (2021) efectuó un artículo denominado Caracterización del estado de aplicación de las técnicas de mantenimiento predictivo de la flota atunera industrial que opera en el pacífico oriental (29), el cual menciona lo referente técnicas de RCM abocados a equipos que han superado los 40 años de uso y aplicando metodologías de RCM, se evaluaría la condición de mejora o el costo beneficio de equipos nuevos, esto aplicable por una minuciosa tarea de desarrollo en los componentes de la flota. Esto es relevante para el presente estudio ya que se cuenta con equipo que han cumplido su vida útil y bajo las técnicas de recopilación de datos que ofrece el RCM se podrá determinar si es necesario la repotenciación o el cambio por tiempo de vida, definitivamente bajo una evaluación de costo/beneficio.

#### **4.1.5 Resumen de los artículos**

Bajo la lectura de los artículos empleados, podemos determinar que existe una gran importancia del RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) ya que este abarca varios componentes para que el mantenimiento sea una herramienta productiva y exista una adecuada disponibilidad y confiabilidad en el proceso de producción y/o servicio. También se hace mención que al utilizar herramientas como el RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) el mantenimiento se vuelve complejo y globalizado ya que involucra no solo al personal de mantenimiento si no también al personal que opera los equipos bajo reportes y cuidados en la manipulación de este, aplicando sistemas de gestión del mantenimiento. A esto se suma que existirá una disminución del tiempo medio entre fallas, generando la confiabilidad para operar el equipo, que no causara daño al operario o usuario, ausencia de reprocesos o perdidas por paralizaciones intempestivas, por ende, una idónea producción. Finalmente, se pudo argumentar que el RCM puede aumentar el porcentaje de disponibilidad hasta un 15% y una disminución de paradas a 0.5 horas por día.

## **4.2 Bases teóricas**

### **4.2.1 Mantenimiento en la industria de alimentos**

Se conoce que, el mantenimiento centrado en el negocio industrial de alimentos hace referencia a los procesos y actividades que se encuentran debidamente previstas con la finalidad de obtener índices óptimos en confiabilidad y disponibilidad de equipos y maquinaria crítica en el proceso (30). Añadido a ello, se tiene como fin primordial prevenir y reducir las interrupciones no programadas en la producción, que pueden generar un impacto inadecuado en la calidad de los productos y en la satisfacción del cliente.

### **4.2.2 Tipos de mantenimiento**

#### *4.2.2.1. Mantenimiento correctivo*

El mantenimiento correctivo es identificado como todo aquello que se ejecuta a un equipo para restaurar en totalidad su funcionalidad, debido a que afecta su operatividad. Dicha actividad tiende a ser más costosa y puede resultar en paradas no programadas que afectan la producción y la eficiencia (31).

#### *4.2.2.2. Mantenimiento predictivo*

Se hace referencia a mantenimiento predictivo a todo aquello que está ligado directamente a la monitorización al análisis de información de rendimiento de los equipos (32). Su objetivo es identificar signos tempranos de desgaste o problemas potenciales antes de que ocurran fallas. Dicha técnica utiliza herramientas como sensores y sistemas de supervisión avanzados para coleccionar la información en vivo de la condición de equipos (33). Se afirma que se tiene como ventaja del mantenimiento predictivo es su capacidad para permitir intervenciones precisas en el momento adecuado, lo que evita paradas no planificadas y minimiza los costos de mantenimiento.

#### *4.2.2.3. Mantenimiento centrado en la confiabilidad*

También conocido como RCM, representa una metodología de gestión de mantenimiento ampliamente aplicada en la industria general.

### 4.2.3 RCM

Es preciso conocer que, la metodología RCM se ha manejado con éxito en la industria de alimentos con la necesidad optimizar la eficiencia de elaboración y optimizar la confiabilidad de los equipos. Los principales aspectos relacionados con RCM incluyen:

- Participación activa de los empleados: el RCM se encuentra ligado a la premisa de que todos los empleados, desde operadores de equipos hasta gerentes, tienen un papel importante en la mejora del mantenimiento (34).
- Eliminación de pérdidas: uno de los pilares fundamentales del RCM es la identificación y eliminación de pérdidas en el procedimiento de elaboración. Esto incluye pérdidas de tiempo, material, energía y otros recursos (35).
- Enfoque proactivo en mantenimiento: a diferencia de enfoques de mantenimiento reactivos, el RCM se centra en la prevención de problemas en lugar de corrección (36).
- Reducción de tiempos de inactividad no planificados: el RCM busca continuamente trabajar activamente para mitigar tiempos de paradas no planificados (37).
- Mejora continua: la metodología del RCM se basa en la mejora continua. Los equipos de trabajo colaboran constantemente para identificar áreas de mejora, implementar soluciones y evaluar su impacto (36).
- Medición y control de resultados: se hace uso de métricas y KPI específicos para medir el rendimiento del RCM (35).
- Formación y desarrollo: el RCM promueve la formación y el desarrollo continuos de los empleados en prácticas de mantenimiento efectivas y mejores prácticas en la producción (36).
- Cambio cultural: la implementación exitosa del RCM a menudo implica un cambio cultural en la empresa, donde la mentalidad de todos los empleados se orienta hacia la excelencia en mantenimiento y producción (36).

#### 4.2.3.1. Beneficios de la implementación

La implementación exitosa de la metodología RCM puede llevar a mejoras significativas en la rentabilidad empresarial. RCM se enfoca en la eliminación de pérdidas y la mejora de los procedimientos de Mantenimiento, esto se traduce en eficiencia y minimización de costos. Dado que se enfoca en eliminar pérdidas en el procedimiento de producción, como el desperdicio de tiempo, materiales y recursos. Esto conduce a una producción más eficiente y a una reducción de costos.

Así como que la implementación de RCM busca mejorar la disponibilidad, eficiencia y confiabilidad de equipos al garantizar que estén listos para operar cuando se necesiten (38). Por tanto, este mantenimiento adecuado bajo la metodología RCM puede aumentar la vida útil de la maquinaria. Esto significa que los equipos pueden utilizarse durante más tiempo sin la necesidad de reemplazarlos, lo que minoriza los costos a mediano o largo plazo.

Su medición y el control son aspectos clave de la implementación efectiva del RCM. Se utilizan KPI específicos para evaluar el rendimiento de RCM y tomar decisiones basadas en datos.

#### *4.2.3.2. Aplicaciones de la implementación*

En la mejora continua es fundamental en RCM, debido que la metodología busca constantemente formas de optimizar los procesos y la eficiencia. Los equipos de trabajo están involucrados en la identificación y solución de problemáticas de manera proactiva (38).

En cuanto a la gestión eficiente del tiempo para el mantenimiento es esencial para cumplir objetivos en la industria de alimentos, donde cada minuto de producción cuenta. Los aspectos clave relacionados con la optimización del tiempo incluyen:

Programación adecuada del mantenimiento preventivo es esencial para minorizar el tiempo de inactividad no planificados. Esto implica planificar con anticipación las tareas de mantenimiento en momentos que tengan el mínimo impacto en la producción (36).

Planificación de recursos implica garantizar que se disponga de personal, herramientas y repuestos necesarios para el mantenimiento de manera oportuna. Esto evita retrasos y costos adicionales (37).

Gestión eficiente del tiempo para el mantenimiento posee un impacto continuo en la productividad general de la organización. Minimizar los tiempos de inactividad no planificados significa que los equipos pueden funcionar de manera constante y eficiente (36).

Gestión efectiva del tiempo contribuye a una mayor eficiencia operativa. Los procesos de producción se vuelven más fluidos, lo que reduce los costos operativos y mejora la calidad del producto (36).

#### *4.2.3.3. Ventajas de la implementación*

Optimización del tiempo en el contexto del mantenimiento de equipos en la industria de alimentos no solo es una aspiración, sino una estrategia que ofrece resultados tangibles y

medibles. Aquí se detallan los resultados específicos y medibles que se obtienen al optimizar el tiempo:

- Aumento de la producción: la optimización del tiempo se manifiesta en un acrecentamiento palpable de la producción. La minimización de los tiempos de inactividad sin planificar y mejorar la disponibilidad de máquinas y equipos permiten que la empresa produzca más unidades en el mismo período de tiempo (36).
- Reducción de costos de mantenimiento: la gestión eficiente del tiempo para el mantenimiento se traduce en minorizar los costos de mantenimiento. Menos tiempo dedicado a reparaciones correctivas y más tiempo destinado al mantenimiento preventivo implica menos gastos en piezas de repuesto y mano de obra (36).
- Mayor capacidad de respuesta: una empresa que ha optimizado su tiempo de mantenimiento puede responder de manera más efectiva a las demandas cambiantes de empresas. Lo cual significa que es una mayor capacidad para satisfacer la demanda del cliente en tiempo y forma (36).
- Mejora en la eficiencia operativa: la optimización del tiempo tiene una huella positiva en la eficiencia operativa general de la organización. Los procesos de producción son más fluidos, lo que se traduce en menos interrupciones y un flujo de trabajo más constante (36).
- Menos paradas no planificadas: la gestión eficaz del tiempo para el mantenimiento lleva a una disminución notable de las paradas no planificadas. Esto significa que la producción puede continuar de manera ininterrumpida, evitando costosos retrasos (38).
- Aumento de la rentabilidad: en última instancia, la optimización del tiempo en el mantenimiento de equipos tiene un efecto directo en la rentabilidad empresarial. A través de una mayor producción, una minimización de costos y una optimización en la capacidad de respuesta, la empresa se vuelve más rentable y competitiva en el mercado (38).
- Resultados medibles: todos estos resultados son medibles y cuantificables. Se pueden rastrear mediante métricas y KPI específicos que permiten a la empresa evaluar el impacto de las estrategias de optimización del tiempo (38).

### **4.3 Definición de términos básicos**

- Mantenimiento preventivo: práctica programada de inspección y mantenimiento para prevenir fallas en equipos y reducir costos de reparación (39).
- Mantenimiento correctivo: reparación realizada después de una falla en un equipo o máquina (36).

- Mantenimiento predictivo: monitoreo constante de equipos para identificar signos tempranos de fallas y programar el mantenimiento de manera precisa (40).
- Indicadores clave de rendimiento (KPI) en mantenimiento: son las mediciones que evalúan la eficacia de las prácticas de mantenimiento, como la disponibilidad de equipos y la tasa de fallos (36).
- Confiabilidad de equipos: cabida de los equipos para lograr un funcionamiento óptimo sin índices de fallas (41).
- Eficiencia de producción: medida de la productividad y el rendimiento de la cadena de producción (42).
- Pérdidas en la producción: desperdicio de recursos como tiempo, material o energía durante la producción (45).
- Mantenimiento correctivo vs. preventivo: distinción entre reparaciones después de una falla y el mantenimiento planificado para prevenir problemas (46).
- Participación de empleados: involucramiento de todo el personal para la mejora continua de mantenimiento y procesos (47).
- Eliminación de pérdidas: estrategia para reducir pérdidas de tiempo, material y recursos en la producción (45).
- Mejora continua del RCM: enfoque constante en optimizar procesos y eficiencia a través de RCM (48).
- Rentabilidad empresarial: ganancias y eficiencia en relación con los costos operativos (49).
- Disponibilidad de equipos: capacidad de los equipos para estar en funcionamiento cuando se los necesita (50).
- Tiempo Promedio Entre Fallas (MTBF): medida del tiempo promedio entre fallos de equipos (43).
- Tiempo Promedio para Reparar (MTTR): medida del tiempo promedio necesario para el resarcimiento de las maquinas al ejecutarse una falla (44).
- Gestión de recursos humanos en mantenimiento: asegurar que el personal esté calificado y motivado para llevar a cabo un mantenimiento efectivo (53).
- Seguridad en el trabajo: medidas para prevenir accidentes y lesiones durante el mantenimiento (54).
- Calidad de productos: nivel de excelencia en los productos fabricados (55).
- Rentabilidad a largo plazo: beneficios sostenibles a lo largo del tiempo debido a inversiones en mantenimiento (56).
- Planificación de recursos para mantenimiento: preparación adecuada de recursos para llevar a cabo el mantenimiento eficiente (57).

- Optimización del tiempo para mantenimiento: gestión eficiente del tiempo dedicado al mantenimiento (58).
- Mejora de la eficiencia operativa: crecimiento de la eficiencia en todas los procesos y operaciones de la compañía (59).
- Rentabilidad de la implementación de RCM: beneficios financieros derivados de la aplicación exitosa de RCM (59).
- Capacidad de respuesta al mercado: habilidad para adecuar rápidamente a las demandas versátiles del mercado (60).
- Costos de mantenimiento: gastos asociados con la reparación y el mantenimiento de equipos (45).
- Paradas no planificadas: interrupciones imprevistas en la producción conforme a las fallas de equipos (46).
- Satisfacción de los clientes: satisfacción y nivel de los usuarios con bienes y servicios que ofrece la compañía (63).
- Rentabilidad a corto plazo: beneficios financieros inmediatos derivados de prácticas de mantenimiento eficiente (45).
- Eficiencia en la producción de alimentos: capacidad para producir alimentos de manera efectiva, minimizando desperdicio y costos (47).

## **CAPÍTULO V**

### **METODOLOGÍA**

#### **5.1 Método y alcance del estudio**

##### **5.1.1 Método general**

Se utilizó el análisis-síntesis mediante la investigación científica, que consta en realizar un extracto de particiones a fin de ejecutar un estudio y posteriormente se analice de forma individual, para evidenciar las relaciones que existen entre estas; dado que se interpreta en descomponer toda la parte del proceso para observar el entorno de naturaleza y los efectos de dicho fenómeno, siendo capaz de informar y entender a detalle el fenómeno del estudio de la investigación.

Dicho método fue aplicado en los equipos que actualmente se encuentran en funcionamiento, los cuales son suministrados con energía del tipo: electromecánica, eléctrica, GLP y con gas refrigerante, sometidos a comparativos de temperatura, pruebas mecánicas, análisis de gases, etc., con la finalidad de determinar aquellos que están con temperatura elevada, excesiva vibración, nivel de corriente por encima de su consumo nominal, etc., finalmente, planificar las tareas idóneas, siendo la más relevante el mantenimiento predictivo (predicción de fallas).

##### **5.1.2 Método específico**

Para el método específico se detalla el:

###### **El análisis:**

Aplicando la metodología de análisis de criticidad, se realizó para 18 equipos denominados como indispensables para el proceso de producción masiva de alimentos de la empresa Newrest Perú, realizando la tabla de matriz de evaluación de los equipos, la cual detalla la criticidad de la línea de producción, por ello se identificaron los siguientes equipos:

- Equipos con criticidad alta: cinco (5) equipos
- Equipos con criticidad media: cinco (8) equipos
- Equipos con criticidad baja: cinco (5) equipos

En la ejecución de la metodología de análisis de modo efecto y falla (AMEF), donde se ha determinado los 5 equipos críticos del procedimiento de elaboración masiva de alimentos, se

observaron los comportamientos e identificaron las partes y componentes principales de los cuales se fue catalogando y conociendo a detalle sus labores dentro del equipo, posteriormente se detectaron sus fallas funcionales, el modo de sus fallas y su efecto.

Empleando el cálculo del número de prioridad de riesgo (NPR) de los modos de fallas, se hallaron los NPR con mayor número a diferencia de los demás equipos.

El informe científico se encuentra apoyado por el método sintético, el fin primordial se basó en buscar el logro óptimo; por ende, tiene un carácter progresivo, intenta aplicar una técnica para unir diferentes elementos del fenómeno o problema estudiado; asimismo, el método sintético es un procedimiento ligado al raciocinio que rehace un todo, causa lo realizado en el método analítico. (26)

### **La síntesis:**

Se dio el uso del método de síntesis detallado en el capítulo 6 (definición y análisis de la propuesta de mejora, sección 6.5), en el que los datos obtenidos (equipos críticos, cálculo de NPR, MTBF, MTTR y la disponibilidad) se sintetizaron y se llegó a enunciados que explican las continuas fallas funcionales y paradas no programadas del proceso de producción masiva de alimentos de la empresa Newrest Perú.

Vale mencionar que para la ejecución del método contempló en el siguiente orden:

- Diagnosticar la causa de tasa de fallas que origina la no confiabilidad y disponibilidad, esto será bajo la revisión de los registros, antecedentes e historial de mantenimiento de intervención de los equipos, haciendo una data real para clasificar por especialidad a los equipos.
- Evaluar los resultados de diagnóstico obtenidos para identificar los problemas y criticidad por equipo, esto ayudará a separar aquellos equipos que van a requerir una primera intervención (prioridad).
- Implementar las propuestas de solución, con el propósito de optimizar disponibilidad y confiabilidad; se aplicará los instrumentos de mantenimiento predictivo (termografía, medición vibracional, análisis de gases y aceite, y calidad de energía en los suministros de alimentación eléctrica) por prioridades.
- Validar la solución planteada de la optimización y avance de la disponibilidad por medio de los indicadores que están presentes en el mantenimiento y verificar la elevación del porcentaje igual o mayor al 95%.

El detalle y descripción de paso a paso se describen en los diagramas de flujos de las figuras 3 y 4.

### **5.1.3 Tipo de investigación**

El tipo de investigación de esta tesis es del tipo aplicada, ello se enfoca al problema de la baja disponibilidad de equipos que se encuentran en un 89.1 % y con tendencia a seguir disminuyendo; el nivel óptimo es mantener una disponibilidad igual o superior al 95%.

Es importante mencionar que la baja disponibilidad es debido a la gran cantidad de paralizaciones no planificadas por fallos; para ello, se utilizó la metodología del RCM con el fin de aumentar la productividad beneficiando ampliamente a la empresa Newrest Perú en la producción masiva de alimentos de consumo directo.

### **5.1.4 Nivel de la investigación**

El nivel de la investigación es explicativo, debido que explica mucho más allá que la descripción de conceptos o fenómenos; también, se encuentra dirigido a responder las causas de los eventos y fenómenos físicos. Es así que su interés se centra en explicar por qué ocurre el fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, así como a la relación entre dos o más variables (48).

En esa línea, se aplica la metodología del mantenimiento centrado en confiabilidad a los equipos de la planta procesadora de alimentos de la empresa Newrest PERÚ, con el fin de brindar una solución al bajo nivel de disponibilidad que actualmente se cuenta; donde al planificar de mejor manera el programa de mantenimiento con esta metodología, genere una disponibilidad al 95%, incrementando significativamente y tornándose provechoso para la empresa, así como para la producción de los alimentos.

## **5.2 Diseño de investigación**

El presente estudio adopta un diseño pre-experimental, específicamente del tipo pretest-postest con un solo grupo, ya que se evalúa a un único grupo de equipos críticos antes y después de la implementación de la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), sin grupo de comparación. Este tipo de diseño es adecuado cuando se busca medir los efectos de una intervención en contextos donde no se pueden controlar completamente las variables externas (48).

Al ser una técnica estadística, la investigación necesita manipular variables; de acuerdo con el nivel de control sobre las variables, la investigación se clasifica como preexperimental, ya que el grupo de estudio es evaluado en dos ocasiones. Este tipo de diseño se emplea cuando se reconoce la presencia de factores externos que podrían afectar la variable dependiente (49).

Para este diseño se realizó pruebas y se determina los efectos de la metodología RCM que se aplica a los equipos de producción masiva, realizando un comparativo entre la medición previa y la posterior:

**Diseño experimental:**

RO1: observación de la variable dependiente antes de la aplicación.

X: tratamiento aplicado del RCM para el grupo experimental de equipos.

RO2: observación de la variable dependiente posterior a la aplicación.

$$RO1 \rightarrow X \rightarrow RO2 \quad ( 5 )$$

RO1: La confiabilidad y disponibilidad de los equipos de producción masiva de alimentos de la empresa Newrest Perú antes de la implementación RCM. La disponibilidad actual de los equipos de producción masiva es del 79.32 %.

X: Elaboración, confección y aplicación de un plan y programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para los equipos de producción masiva de alimentos de la empresa Newrest.

RO2: La confiabilidad y disponibilidad de los equipos de producción masiva de alimentos de la empresa Newrest Perú después de la implementación del RCM. Se estima llegar al 95% de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

## Datos previos:

Tabla 7. Lista de equipos.

Ítem	Código	Equipo
1	00825	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1
2	00826	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 2
3	00827	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3
4	00828	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4
5	00829	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 5
6	00846	Lavavajillas 4600
7	00847	Lavavajillas 3600
8	00849	Licuada industrial n° 1
9	00850	Licuada industrial n° 2
10	00850	Licuada industrial n° 3
11	00850	Licuada industrial n° 4
12	00850	Licuada industrial n° 5
13	00850	Máquina lavavajilla de arrastre
14	00850	Máquina tipo túnel
15	00850	Marmita eléctrica
16	00850	Marmita a gas n°1
17	00850	Sarten volcable a gas n°01
18	00850	Sarten volcable a gas n° 02

Para la aplicación del RCM se toma en cuenta:

- Mantenimiento del estado actual de los equipos mediante el historial de ejecución de los equipos críticos de la planta procesadora de alimentos Newrest Perú el cual se tiene un valor de 89.1 %.
- Se toma como base el Proceso de aplicación del RCM para implementarlo en la planta procesadora de alimentos Newrest.

En el anexo 5 – Método para la aplicación del RCM

En el anexo 6 – Flujograma para la aplicación del RCM

## 5.3 Población y muestra

### 5.3.1 Población

La población de estudio está compuesta por todos los equipos utilizados en el proceso de producción, incluyendo maquinarias fijas y móviles de la planta procesadora de alimentos de Newrest Perú. Detalle de los equipos:

Tabla 8. Número de equipos.

<b>Equipamiento</b>			
<b>Ítem</b>	<b>código</b>	<b>equipo</b>	<b>cantidad</b>
1	00825	horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	1
2	00826	horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 2	1
3	00827	horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	1
4	00828	horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	1
5	00829	horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 5	1
6	00846	lavavajillas 4600	1
7	00847	lavavajillas 3600	1
8	00849	licuadora industrial n° 1	1
9	00850	licuadora industrial n° 2	4
10	00851	máquina lavavajilla	1
11	00852	máquina tipo túnel	1
12	00853	marmita eléctrica	1
13	00854	marmita a gas n°1	1
14	00855	sartén volcable a gas n°01	2
<b>Total equipos</b>			<b>18</b>

### 5.3.2 Muestra

#### 5.3.2.1. Unidad de análisis

La unidad de análisis está constituida por 18 equipos de la empresa que se encuentran involucrados en el proceso de operación de equipos y mantenimiento de la planta procesadora de alimentos.

#### 5.3.2.2. Tamaño de muestra

El tamaño de la muestra se obtuvo mediante técnicas de muestreo aleatorio simple, considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, donde se toma en cuenta los diversos tipos de equipos para garantizar la visión completa de la confiabilidad de los equipos.

#### 5.3.2.3. Selección de la muestra

Se lleva a cabo en base a los 18 equipos producción masiva de la empresa; esto asegura que se incluyan los equipos claves y permite un análisis detallado. Se aplica el siguiente cálculo (72):

$n =$  es el Tamaño de la Muestra Buscada

$N=$  es el Tamaño de la Población o Universo

$Z =$  es el Parámetro Estadístico Dependiente del nivel de confianza

$E=$  es el error de estimación Máximo aceptado

$P=$  es la Probabilidad que ocurra el evento estudiado

$Q= (1-p)$  es la probabilidad que no ocurra el evento estudiado

Entonces planteamos y hallamos la formula:

$$= \frac{(18 * 1.96 * 0.5 * 0.5)^2}{(0.05^2 * 17 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5)} \quad (6)$$
$$N = 17.2$$

Es así que se consideran 18 equipos como muestra y que estarán en evaluación de acuerdo a su nivel de prioridad NPR (nivel de prioridad de riesgo)

#### **5.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para realizar el desarrollo de la presente tesis se utilizó:

- a) Técnica documental y empírica.

Esta técnica está compuesta por diferentes modelos de documentos, la técnica documental permite la recopilación de técnicas de procesamiento de datos y evidencias para demostrar la hipótesis de investigación. (27)

Para la ejecución de la presente tesis se utilizó, primero, la técnica documental, porque se recopiló una lista de los equipos indispensables para la producción de alimentación masiva, así como los manuales del equipo de tratamiento de agua purificada, de operación y mantenimiento, proporcionado por los fabricantes de estos equipos. Asimismo, se recopiló información de la disponibilidad en el periodo comprendido en julio 2024 hasta diciembre del 2024 de los equipos de producción masiva.

Esta técnica empírica posibilita la relación con la muestra, permitiendo la observación en contacto directo con el objeto de estudio y el acoplo de testimonios que permitan confortar la teoría con la practica en la búsqueda de la verdad. (27)

Se puede mencionar que se utilizó de esta técnica empírica porque se observó la situación actual de los 5 equipos críticos con sus componentes principales, recopilando y tomando nota de la información como fallas frecuentes, paradas no programadas y programadas, componentes de los equipos, cantidad de trabajadores en el área de mantenimiento, ubicación de los equipos, flujo de proceso, tiempos de reparación, estado actual de los equipos, stock de repuestos y materiales, influencia de las fallas con la seguridad de los colaboradores de la empresa Newrest y el medio ambiente.

#### **5.4.1 Elaboración de instrumentos**

El instrumento utilizado para la recolección de datos consiste en realizar un análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en la industria, así como mostrar en forma detallada una metodología para su aplicación. (28)

Como instrumentos de recolección de datos para el desarrollo de la tesis se utilizó:

Para conocer la jerarquización de los equipos con alto índice de criticidad se utilizó información recopilada en la tabla 27.

a) Tabla de análisis de criticidad

- Para el análisis de modos y efectos de fallas de los componentes de los equipos equipo de producción masiva de alimentos se presentan en la tabla 27.

b) Tabla de análisis de modo y efecto de falla (AMEF)

- Para el análisis y determinación de estrategias de mantenimiento se presentan en las tablas 29 hasta la tabla 44, detalle de cada equipo.

#### **5.4.2 Procedimiento de recolección de datos**

Se realizó la recolección de información actualizada de los equipos de producción masiva de alimentos, que son controladas y administradas por el departamento de mantenimiento de la empresa Newrest Perú, las cuales involucran las órdenes de trabajo(OT), reportes de eventos de fallas, trabajos programados (cronograma de mantenimiento mensual), manual de operación y mantenimiento e información entregada por los proveedores hacia el área de mantenimiento de la empresa Newrest Perú; finalmente, los informes de gestión mensual donde se encuentra detallado las características de los equipos, los indicadores de mantenimiento KPI, reportes

correctivos y las fallas rutinarias. Mediante el RCM se realizó un estudio de criticidad a los 05 equipos críticos y sus componentes internos y externos.

### **Técnica de procesamiento de datos**

Prueba t de Student: se encuentra enfocada en las dos mediciones, es un instrumento altamente relevante, debido que se encarga de observar las diferencias entre las variables y permite comparar las medidas de dos mediciones. (29)

Sus fundamentos son:

- Las medias de las dos mediciones pueden ser desiguales.
- Si las medidas provienen de una misma población, estas medidas tienen que ser iguales.
- Cuanto más amplia sea la diferencia entre 2 mediciones, existirá mayor probabilidad de que la diferencia observada no sea simplemente el resultado del azar o fluctuaciones aleatoria.

### **5.4.3 Validación de instrumentos**

Para la validación de los instrumentos, se hizo uso del software estadístico SPSS (Statistical Package For Social Sciences) V25, para las diferentes pruebas.

Para ello, se calcula la media y la desviación estándar de los factores de disponibilidad de los equipos críticos (5 equipos) del proceso de producción masiva de antes y después de aplicar RCM, para posteriormente poder determinar la diferencia de cada uno de dichos parámetros.

# **CAPÍTULO VI**

## **DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE MEJORA**

### **6.1 Descripción de cada una de las propuestas de mejora**

#### **6.1.1 Contexto operativo línea de producción de alimentos**

Se ha recopilado información con la necesidad de obtener un histórico coherente de fallas durante el período del informe y emplear los indicadores de mantenimiento coherentes para verificar la situación real en la línea de producción de alimentos fríos y calientes para la empresa Newrest Perú.

Es necesario conocer que, los indicadores de mantenimiento se encuentran alineados al impacto que tienen en la producción y selección en el mantenimiento, priorizando aquellos con objetivos trazados a nivel anual. Asimismo, fue necesario establecer una trazabilidad de la información para evaluar el avance y las mejoras requeridas para alcanzar dichos objetivos. Por ello, solo se deben emplear los indicadores más relevantes para la gestión. Es importante precisar que, para la ejecución de los indicadores de mantenimiento se definieron cuáles eran los aparatos utilizados en planta de elaboración de alimentos, seguidos de un análisis de criticidad, con el objetivo de enfocarse en los equipos más críticos dentro de la línea de elaboración de alimentos fríos y calientes. Se presenta la lista general de equipos de la planta.

Tabla 9. Lista y descripción de equipos.

Ítem	Código	Equipo	Descripción
1	825	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	Horno combinado que permite cocinar con convección y vapor, ofreciendo versatilidad para diferentes tipos de alimentos. Ideal para grandes producciones en cocinas industriales.
2	826	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 2	Horno combinado que permite cocinar con convección y vapor, ofreciendo versatilidad para diferentes tipos de alimentos. Ideal para grandes producciones en cocinas industriales.
3	827	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	Horno combinado que permite cocinar con convección y vapor, ofreciendo versatilidad para diferentes tipos de alimentos. Ideal para grandes producciones en cocinas industriales.
4	828	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	Horno combinado que permite cocinar con convección y vapor, ofreciendo versatilidad para diferentes tipos de alimentos. Ideal para grandes producciones en cocinas industriales.
5	829	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 5	Horno combinado que permite cocinar con convección y vapor, ofreciendo versatilidad para diferentes tipos de alimentos. Ideal para grandes producciones en cocinas industriales.
6	846	Lavavajillas de arrastre 4600	Máquina automática para el lavado de utensilios y vajilla en grandes volúmenes, optimizando tiempo y consumo de agua.
7	847	Lavavajillas de arrastre 3600	Similar al modelo 4600, pero con una capacidad y rendimiento ligeramente inferior, adecuado para necesidades de medios de lavado.
8	849	Licuada industrial n° 1	Equipos diseñados para procesar grandes cantidades de alimentos o líquidos, utilizados en la preparación de salsas, batidos y mezclas homogéneas.
9	850	Licuada industrial n° 2	Equipos diseñados para procesar grandes cantidades de alimentos o líquidos, utilizados en la preparación de salsas, batidos y mezclas homogéneas.
10	850	Licuada industrial n° 3	Equipos diseñados para procesar grandes cantidades de alimentos o líquidos, utilizados en la preparación de salsas, batidos y mezclas homogéneas.
11	850	Licuada industrial n° 4	Equipos diseñados para procesar grandes cantidades de alimentos o líquidos, utilizados en la preparación de salsas, batidos y mezclas homogéneas.
12	850	Licuada industrial n° 5	Equipos diseñados para procesar grandes cantidades de alimentos o líquidos, utilizados en la preparación de salsas, batidos y mezclas homogéneas.
13	850	Máquina lavavajilla de arrastre	Sistema de lavado continuo donde la vajilla se introduce en una cinta transportadora, agilizando el proceso de limpieza en volúmenes altos.
14	850	Máquina tipo túnel	Equipos de procesamiento continuo que pueden ser utilizados para lavado, cocción o enfriamiento de alimentos según su configuración.
15	850	Marmita eléctrica	Recipiente de gran capacidad con calentamiento eléctrico, utilizado para cocinar, hervir o guisar grandes volúmenes de alimentos de manera uniforme.
16	850	Marmita a gas n°1	Similar a la marmita eléctrica, pero funciona con gas, permitiendo un calentamiento rápido y eficiente en cocinas industriales.
17	850	Sartén volcable a gas n°01	Equipos industriales con base basculante que permiten cocinar grandes cantidades de alimentos y facilitar su vaciado inclinándolo la sartén. Ideales para freír, saltar o cocinar a fuego lento.
18	850	Sartén volcable a gas n° 02	Equipo industrial con base basculante que permiten cocinar grandes cantidades de alimentos y facilitar su vaciado inclinándolo

## **6.2 Descripción de procesos de implementación de las propuestas de mejora**

### **6.2.1 Situación actual e indicadores de mantenimiento**

En el presente informe se identificó que en la organización Newrest Perú existe un área de mantenimiento que carecía de una dirección clara para alcanzar resultados en un tiempo determinado, evidenciando la ausencia de objetivos específicos y desconocimiento de herramientas de gestión del mantenimiento.

Referente al plan de mantenimiento, había inexistencia de una planificación estructurada que abarque integralmente actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, limitándose a inspecciones rutinarias de los equipos sin una estrategia clara de intervención.

En cuanto al inventario y óptima codificación de los equipos, se hace notar la falta de información sobre los activos de manera correcta, ya que solo estiman datos superficiales no reales y ausencia de datos relevantes en función a lo especificado por el fabricante, como la placa de fabricación; la cual detalla la: potencia, marca y velocidad, también de la ausencia de un código de identificación y ubicación dentro de la planta.

De la misma forma, hacía falta la realización de un análisis de criticidad definido, que contribuya a la gestión efectiva de los equipos en función de su impacto en la producción, la seguridad y la disponibilidad de los equipos.

Asimismo, es importante recalcar que el modelo de inspección de equipos existentes se presenta de manera general, sin especificar las actividades de mantenimiento necesarias para garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Este aspecto debe optimizarse para establecer una estrategia de mantenibilidad efectiva. El área de mantenimiento de la empresa Newrest Perú solo cuantifica datos de paralizaciones, registros y tiempo de intervención, pero la estimación de su disponibilidad y confiabilidad se trabajaba a estimación, mas no tienen un dato real bajo métricas o aplicación de herramientas de ingeniería; finalmente, poder conocer las tareas técnicas que contribuyan para la mejora de disponibilidad y confiabilidad de sus equipos con mediciones idóneas, conocer y contar la trazabilidad real, a continuación se evidencia los trabajos con las imágenes 1-2-3-4.

**Imagen 1** – inspección visual de equipos



**Imagen 2** – equipo Rational con fallas en el sistema de precalentamiento



**Imagen 3** – inspección básica de ajuste de salida de líquido de Marmita a GLP



**Imagen 4**– Toma de temperatura sin equipo termográfico en Marmita 1 – datos no precisos



Figura 8. *Inspección de equipos.*

Tabla 10. Situación anterior - formato de mantenimiento, inspección electromecánica.

<b>newrest</b> <b>EQUIPOS</b>	Temperatura (C)	Presión (PSI)	Estado de quemadores	Estado de resistencias	Desgaste de juntas	Sellado de puertas	Fugas de gas/agua	Limpieza interna	Funcionamiento de ventiladores	Ruido anormal	Vibración anormal	Lubricación de partes móviles	Ajuste de conexiones eléctricas
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	56	30	Ok	Ok	Dañado	Dañado	Sin fuga	Ok	Ok	No	No	Ok	Ok
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 2	45	25	Sin quemador	Dañado	Dañado	Ok	Sin fuga	Ok	Ok	Si	Si	Ok	Ok
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	58	30	Ok	Dañado	Ok	Ok	Sin fuga	Ok	Ok	No	No	Ok	Ok
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	60	30	Ok	Dañado	Ok	Ok	Sin fuga	Ok	Ok	No	No	Ok	Ok
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 5	65	30	Sin quemador	Ok	Dañado	Ok	Sin fuga	Ok	Ok	Si	Si	Ok	Ok
Lavavajillas 4600	79	20	N/a	N/A	Ok	N/a	Sin fuga	Ok	Ok	Si	Si	Ok	Ok
Lavavajillas 3600	77	25	N/a	N/A	Ok	N/a	Sin fuga	Ok	Ok	Si	Si	Ok	Ok
Licuadora industrial n° 1	20	n/a	N/a	N/A	Dañado	N/a	N/A	Ok	N/a	Si	Si	Ok	Ok
Licuadora industrial n° 2	15	n/a	N/a	N/A	Ok	N/a	N/A	Ok	N/a	Si	Si	Ok	Ok
Licuadora industrial n° 3	13	n/a	N/a	N/A	Ok	N/a	N/A	Ok	N/a	Si	Si	Ok	Ok
Licuadora industrial n° 4	15	n/a	N/a	N/A	Dañado	N/a	N/A	Ok	N/a	No	No	Ok	Ok
Licuadora industrial n° 5	12	n/a	N/a	N/A	Ok	N/a	N/A	Ok	N/a	Si	Si	Ok	Ok
Máquina lavavajilla de arrastre	77	80	N/a	N/A	Dañado	N/a	Sin fuga	Ok	Ok	Si	Si	Ok	Ok
Máquina tipo túnel	69	30	N/a	N/A	Ok	N/a	Sin fuga	Ok	Ok	No	No	Ok	Ok
Marmita eléctrica	76	50	Ok	N/A	Ok	N/a	Sin fuga	Ok	N/a	Si	Si	Ok	Ok
Marmita a gas n°1	75	55	Ok	N/A	Ok	N/a	Sin fuga	Ok	N/a	Si	Si	Ok	Ok
Sarten volcable a gas n°01	68	45	Ok	N/A	Ok	N/a	Sin fuga	Ok	N/a	Si	Si	Ok	Ok
Sarten volcable a gas n°02	67	45	Ok	N/A	Ok	N/a	Sin fuga	Ok	N/a	No	No	Ok	Ok

Fuente: Sistema Integrado de Gestión Mantto - Newrest

Tabla 11. Situación anterior - formato de mantenimiento, inspección de eléctrica.

newrest EQUIPOS	VOLTAJE				AISLAMIE NTO	CONDICIÓN		OBSERVACIONES
	R	S	T	NOM		EFICIENTE	INEFICIENTE	
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	220	222	220	230	550 m ohm	ok		
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 2	220	223	220	230	550 m ohm	ok		
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	220	221	220	230	550 m ohm	ok		
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	220	223	220	230	550 m ohm	ok		
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 5	220	222	220	230	550 m ohm	ok		
Lavavajillas 4600	380	388	380	390	550 m ohm	ok		
Lavavajillas 3600	380	382	380	390	214 m ohm	ok		Equipo presenta baja revolución en el motor soplador
Licuada industrial n° 1	220	225	220	240	550 m ohm	ok		
Licuada industrial n° 2	220	224	220	240	550 m ohm	ok		
Licuada industrial n° 3	220	222	220	240	550 m ohm	ok		
Licuada industrial n° 4	220	222	220	240	550 m ohm	ok		
Licuada industrial n° 5	220	222	220	240	550 m ohm	ok		
Máquina lavavajilla de arrastre	380	382	380	400	550 m ohm	ok		
Máquina tipo túnel	380	382	380	400	120 ohm	ok		Resistencia de salida de secado con bajo aislamiento
Marmita eléctrica	380	385	380	390	550 m ohm	ok		
Marmita a gas n°1	220	223	220	240	550 m ohm	ok		
Sartén volcable a gas n°01	220	223	220	230	550 m ohm	ok		
Sartén volcable a gas n° 02	220	222	220	230	550 m ohm	ok		Requiere revisión de contactores

Fuente: Sistema Integrado de Gestión Mantto - Newrest

Tabla 12. Situación anterior - formato de mantenimiento, inspección de infraestructura del área de producción.

<b>INSPECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA</b>				
<b>1</b>	<b>TECHOS</b>	<b>CONFORME</b>	<b>NO CONFORME</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1.1	Hermetización			
1.2.	Corrosión			
<b>2</b>	<b>PAREDES</b>	<b>CONFORME</b>	<b>NO CONFORME</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
2.1.	Fisuras			
2.2.	Descascaramiento de pintura			
2.3.	Salitre (vinil desprendido)			
<b>3</b>	<b>PISOS</b>	<b>CONFORME</b>	<b>NO CONFORME</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
3.1.	Fisuras			
3.2.	Apertura de las juntas de dilatación			
<b>4</b>	<b>JUNTAS DE DILATACIÓN</b>	<b>CONFORME</b>	<b>NO CONFORME</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
4.1.	Levantamiento de Sikaflex (impermeabilizante)			
4.2.	Levantamiento de concreto			

A continuación, se presenta la evaluación realizada a cabo durante un período de seis meses en los equipos, con el propósito de analizar en detalle las fallas identificadas, sus posibles causas y las consecuencias derivadas de estas. Este análisis incluye la frecuencia de las fallas, los tiempos de inactividad generados, el impacto en la productividad y las acciones correctivas implementadas para mitigar.

En las siguientes tablas se puede observar el desglose de los tiempos de reparación por mes y equipo y posteriormente el resumen del tiempo de reparación de cada equipo durante todo el tiempo de estudio.

*Tabla 13.* Resumen de tiempo de reparación de equipos enero-julio 2024.

<b>Ítem</b>	<b>Equipo</b>	<b>T. de reparación (Hrs.)</b>
1	Máquina lavavajilla de arrastre	28.5
2	Marmita a gas n° 1	26.5
3	Marmita eléctrica	26.5
4	Máquina tipo túnel	26
5	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	24
6	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 5	21.5
7	Sartén volcable a gas n°01	20.5
8	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	20
9	Sartén volcable a gas n° 02	18.5
10	Licadora industrial n° 5	17
11	Lavavajillas 3600	16.5
12	Lavavajillas 4600	14
13	Licadora industrial n° 4	13
14	Licadora industrial n° 3	9
15	Licadora industrial n° 2	7.5
16	Licadora industrial n° 1	6
17	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 2	3.5
18	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	3.5

Tabla 14. Resumen de tiempo de reparación de equipos febrero 2024.

Ítem	Fecha inicial	Equipo	T. de reparación (Hrs.)
1	01/02/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	3.5
2	03/02/2024	Licuada industrial n° 2	3.5
3	11/02/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	3.5
4	12/02/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	3.5
5	12/02/2024	Marmita a gas n° 1	3.5
6	12/02/2024	Lavavajillas 4600	2.5
7	19/02/2024	Lavavajillas 3600	2.5
8	21/02/2024	Licuada industrial n° 1	1.5
9	21/02/2024	Licuada industrial n° 2	1.5
10	21/02/2024	Lavavajillas 3600	1.5
11	21/02/2024	Licuada industrial n° 4	1.5

Tabla 15. Resumen de tiempo de reparación de equipos marzo 2024.

Ítem	Fecha inicial	Equipo	T. de reparación (Hrs.)
12	01/03/2024	Licuada industrial n° 5	1.5
13	01/03/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	3
14	05/03/2024	Máquina tipo túnel	3.5
15	05/03/2024	Marmita eléctrica	2
16	05/03/2024	Lavavajillas 4600	2.5
17	05/03/2024	Sartén volátil a gas n°01	2
18	11/03/2024	Sartén volátil a gas n°02	2
19	11/03/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	3.5
20	15/03/2024	Marmita a gas n° 1	3.5
21	15/03/2024	Lavavajillas 4600	3.5
22	15/03/2024	Lavavajillas 3600	2.5
23	15/03/2024	Licuada industrial n° 1	2.5
24	22/03/2024	Licuada industrial n° 2	1.5
25	24/03/2024	Lavavajillas 3600	1.5
26	25/03/2024	Licuada industrial n° 4	1.5
27	25/03/2024	Licuada industrial n° 5	1.5
28	25/03/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	1.5
29	25/03/2024	Máquina tipo túnel	3
30	28/03/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	3.5
31	28/03/2024	Licuada industrial n° 2	1.5
32	28/03/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	1.5
33	28/03/2024	Marmita eléctrica	1.5
34	28/03/2024	Lavavajillas 4600	1.5
35	31/03/2024	Sartén volátil a gas n°01	1.5

*Tabla 16.*      Resumen de tiempo de reparación de equipos abril 2024.

<b>Ítem</b>	<b>Fecha inicial</b>	<b>Equipo</b>	<b>T. de reparación (Hrs.)</b>
37	04/04/2024	Sartén volátil a gas n°01	3.5
38	04/04/2024	Sartén volátil a gas n°02	2
39	04/04/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	2.5
40	09/04/2024	Marmita a gas n° 1	2
41	10/04/2024	Lavavajillas 4600	2
42	10/04/2024	Lavavajillas 3600	3.5
43	10/04/2024	Licuadora industrial n° 1	3.5
44	12/04/2024	Licuadora industrial n° 2	3
45	12/04/2024	Lavavajillas 3600	3.5
46	12/04/2024	Licuadora industrial n° 4	2
47	12/04/2024	Licuadora industrial n° 5	2.5
48	15/04/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	2
49	15/04/2024	Máquina tipo túnel	2
50	15/04/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	3.5
51	17/04/2024	Licuadora industrial n° 2	3.5
52	17/04/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	3.5
53	19/04/2024	Marmita eléctrica	2.5
54	19/04/2024	Lavavajillas 4600	2.5
55	19/04/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	1.5
56	19/04/2024	Licuadora industrial n° 2	1.5
57	24/04/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	1.5
58	24/04/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	1.5
59	28/04/2024	Marmita a gas n° 1	1.5
60	28/04/2024	Lavavajillas 4600	3
61	28/04/2024	Lavavajillas 3600	3.5
62	28/04/2024	Licuadora industrial n° 1	1.5

Tabla 17. Resumen de tiempo de reparación de equipos mayo 2024.

Ítem	Fecha inicial	Equipo	T. de reparación (Hrs.)
63	01/05/2024	Licuada industrial n° 2	3.5
64	01/05/2024	Lavavajillas 3600	1.5
65	01/05/2024	Licuada industrial n° 4	1.5
66	05/05/2024	Licuada industrial n° 5	1.5
67	05/05/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	1.5
68	05/05/2024	Máquina tipo túnel	1.5
69	08/05/2024	Marmita eléctrica	3
70	09/05/2024	Licuada industrial n° 2	3.5
71	15/05/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	2
72	15/05/2024	Marmita eléctrica	2.5
73	15/05/2024	Lavavajillas 4600	2
74	18/05/2024	Sartén volátil a gas n°01	2
75	18/05/2024	Sartén volátil a gas n°02	3.5
76	18/05/2024	Sartén volátil a gas n°01	3.5
77	18/05/2024	Sartén volátil a gas n°02	3
78	23/05/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	3.5
79	27/05/2024	Marmita a gas n°1	2

Tabla 18. Resumen de tiempo de reparación de equipos junio 2024.

Ítem	Fecha inicial	Equipo	T. de reparación (Hrs.)
80	02/06/2024	Lavavajillas 4600	2
81	02/06/2024	Lavavajillas 3600	3.5
82	02/06/2024	Licuada industrial n° 1	3.5
83	02/06/2024	Licuada industrial n° 2	3.5
84	03/06/2024	Lavavajillas 3600	2.5
85	03/06/2024	Licuada industrial n° 4	2.5
86	11/06/2024	Licuada industrial n° 5	1.5
87	11/06/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	1.5
88	11/06/2024	Máquina tipo túnel	1.5
89	12/06/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	1.5
90	15/06/2024	Licuada industrial n° 2	1.5
91	15/06/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	3
92	18/06/2024	Marmita eléctrica	3.5
93	18/06/2024	Lavavajillas 4600	1.5
94	18/06/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	3.5
95	18/06/2024	Lavavajillas 4600	1.5
96	18/06/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	1.5
97	23/06/2024	Licuada industrial n° 2	3

98	27/06/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	3.5
----	------------	------------------------------------------	-----

Tabla 19. Resumen de tiempo de reparación de equipos julio 2024.

Ítem	Fecha inicial	Equipo	T. de reparación (Hrs.)
99	04/07/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	2
100	04/07/2024	Marmita a gas n°1	2.5
101	04/07/2024	Lavavajillas 4600	2
102	09/07/2024	Lavavajillas 3600	2
103	10/07/2024	Licuadora industrial n° 1	3.5
104	10/07/2024	Licuadora industrial n° 2	3.5
105	10/07/2024	Lavavajillas 3600	3
106	12/07/2024	Licuadora industrial n° 4	3.5
107	12/07/2024	Licuadora industrial n° 5	2
108	12/07/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	2
109	12/07/2024	Máquina tipo túnel	3.5
110	15/07/2024	Marmita eléctrica	3.5
111	15/07/2024	Licuadora industrial n° 2	3.5
112	15/07/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	2.5
113	17/07/2024	Marmita eléctrica	2.5
114	17/07/2024	Lavavajillas 4600	2.5
115	19/07/2024	Sartén volátil a gas n°01	1.5
116	19/07/2024	Sartén volátil a gas n°02	1.5
117	19/07/2024	Sartén volátil a gas n°01	1.5
118	19/07/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	1.5
119	24/07/2024	Licuadora industrial n° 2	1.5
120	24/07/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	3
121	28/07/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	3.5
122	28/07/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	1.5
123	28/07/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	3.5
124	28/07/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	1.5

Para la toma de decisiones de enfoque fue necesario analizar el Diagrama de Pareto, de manera que el análisis central se centró en las máquinas que tienen mayor número de horas de reparación.

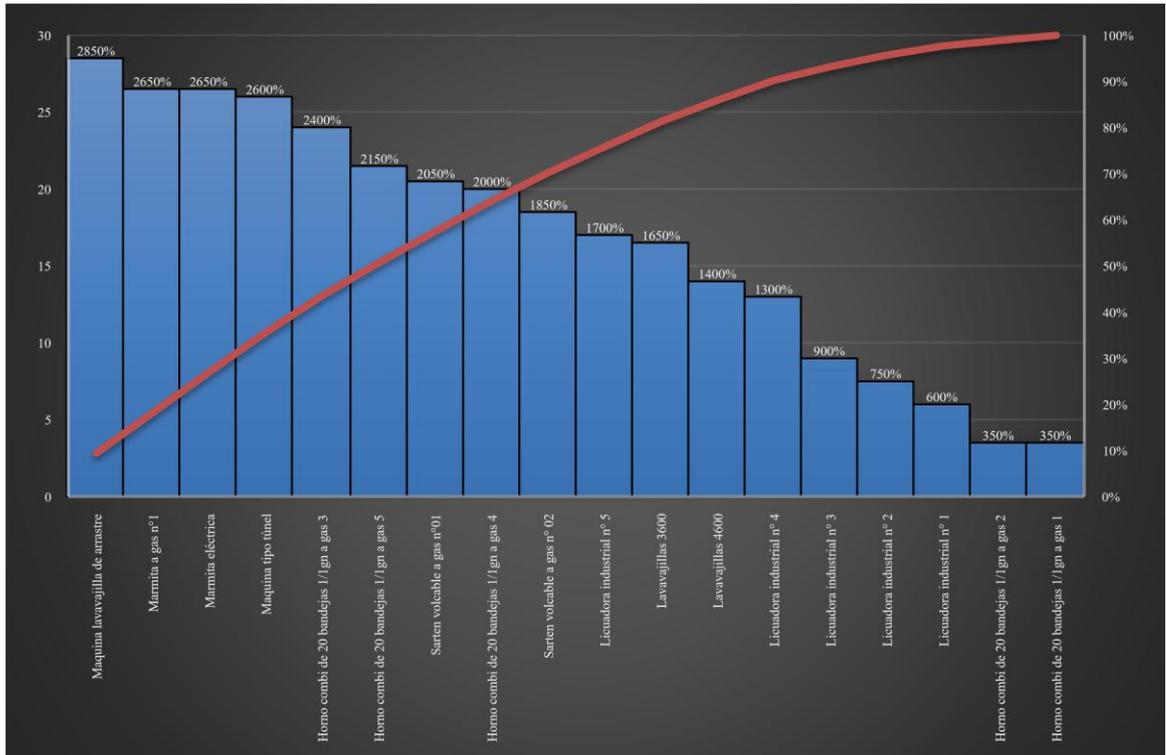


Figura 9. Diagrama de Pareto por horas de reparación.

Como se verifica en el diagrama de Pareto, los 5 primeros equipos son los que presentan mayor tiempo de reparación, por lo cual son ellos quienes se centrarán en la investigación.

### 6.2.2 Datos antes de la implementación

A continuación, se presenta el indicador de disponibilidad de equipos de la planta, esta data fue recopilada del historial del área de producción. Para el cálculo de la disponibilidad se utilizó la fórmula de disponibilidad de equipos, descrito las variables de la investigación de febrero a julio 2024

- Cálculo del MTBF para los equipos - tiempo medio entre averías

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de operacion}}{N^{\circ} \text{ de averías (numero de paradas correctivas)}} \quad (7)$$

Tabla 20. Datos del MTBF antes de la implementación.

<b>PARA HALLAR EL MTBF</b>					
<b>Equipo</b>	<b>N° horas de operación (horas de trabajo ideal - Mensual)</b>	<b>N° averías</b>	<b>Tiempo de mantenimiento</b>	<b>N° h. operación (real mensual aplicando mantto correctivo)</b>	<b>MTBF</b>
<b>Máquina lavavajilla de arrastre</b>	720	13	148.5	571.5	43.96
<b>Marmita a gas n°1</b>	720	13	136.5	583.5	44.88
<b>Marmita eléctrica</b>	720	13	126.5	593.5	45.65
<b>Máquina tipo túnel</b>	720	10	126	594	59.4
<b>Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3</b>	720	8	124	596	74.5

- Cálculo del MTTR para los equipos – tiempo medio de reparación

$$MTTR = \frac{TIEMPO TOTAL DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO}{N^\circ \text{ de Reparaciones correctivas}} \quad ( 8 )$$

Tabla 21. Datos del MTTR antes de la implementación.

<b>PARA HALLAR EL MTTR</b>			
<b>Equipo</b>	<b>N° h. paro</b>	<b>N° averías</b>	<b>MTTR</b>
<b>Máquina lavavajilla de arrastre</b>	148.5	13	11.42
<b>Marmita a gas n°1</b>	136.5	13	10.5
<b>Marmita eléctrica</b>	126.5	13	9.73
<b>Máquina tipo túnel</b>	126	10	12.6
<b>Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3</b>	124	8	15.5

- Cálculo para la disponibilidad antes de la implementación

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{(\text{MTBF})}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \quad (9)$$

Tabla 22. Datos para obtener la disponibilidad.

Equipo	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Máquina lavavajilla de arrastre	43.96	11.42	79.37%
Marmita a gas n°1	44.88	10.51	81.04%
Marmita eléctrica	45.65	9.73	82.43%
Máquina tipo túnel	59.41	12.62	82.50%
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	74.52	15.52	82.77%

- Cálculo para la confiabilidad

$$\text{Confiabilidad (R)} = e^{(-\lambda t)} \quad (10)$$

Donde  $\lambda=1/\text{MTBF}$

E épsilon = constante 2.71

Tabla 23. Datos para obtener la disponibilidad.

Para hallar la Confiabilidad (R) = e <sup>(-λt)</sup>			
Equipo	T (Calculamos la confiabilidad en 24 horas)	MTBF	CONFIABILIDAD
Máquina lavavajilla de arrastre	24	43.96	57.9%
Marmita a gas n°1	24	44.88	58.5%
Marmita eléctrica	24	45.65	59.1%
Máquina tipo túnel	24	59.4	66.7%
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	24	74.5	72.4%

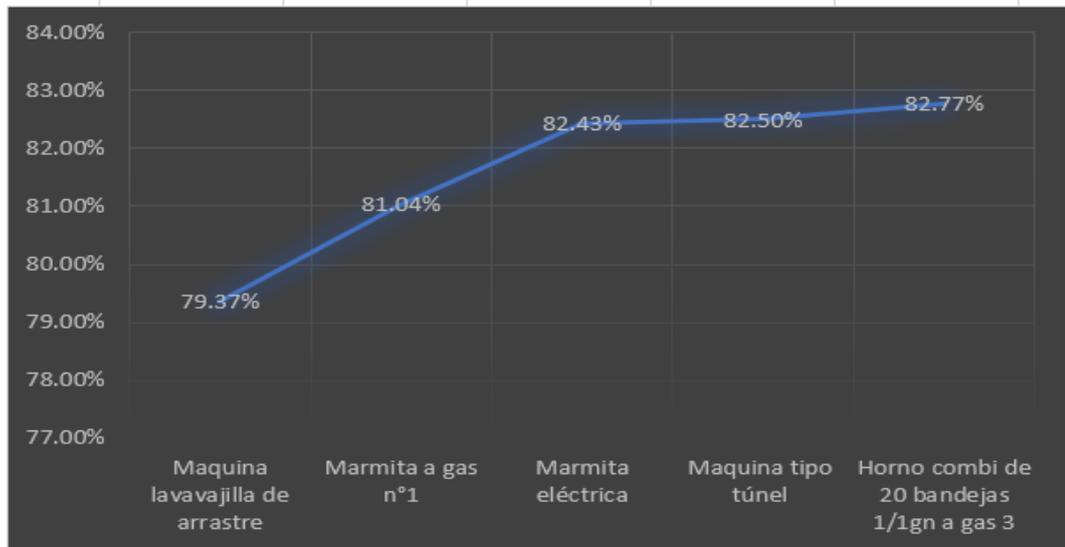


Figura 10. Diagrama de la disponibilidad antes de la implementación.

### 6.2.3 Planeamiento anual de la gestión- organización

El plan de gestión periódico define los responsables y las labores necesarias para el logro de los fines determinados. En el área de Mantenimiento se han determinado las directrices que orientan su desarrollo durante el año (política de mantenimiento), con el fin óptimo del logro de efectos esperados en un plazo determinado (objetivos de mantenimiento). Además, se considera la participación de otras áreas en la ejecución de este proceso.

### 6.2.4 Objetivos de mantenimiento

Los objetivos del mantenimiento se establecieron en concordancia con los lineamientos del área de Elaboración, considerando la capacidad operativa de los equipos y las variables del proceso. Se trazó como meta alcanzar un alto nivel de disponibilidad en la línea de producción, tomando en cuenta las características del insumo a procesar.

Para lograr estos objetivos, es fundamental contar con el respaldo de la gerencia general y una comunicación clara sobre la dirección estratégica de la organización, con el propósito de minimizar costos asociados a paradas no planificadas y mejorar la eficiencia operativa.



#### **6.4 Plan de mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) a los equipos de mayor criticidad**

Siguiendo con el análisis de la gestión de mantenimiento, se procedió a realizar una mejora del ámbito administrativo como operativo. De tal forma, se empezó realizando la revisión de la gestión de mantenimiento con la finalidad de tener claros los lineamientos que se enfocan en la mejora como área, estableciendo así objetivos y organigrama de mantenimiento con la finalidad de designar responsabilidades concernientes a la operación y lograr la ejecución de plan de mantenimiento propuesto sea de calidad.

A continuación, se detallará los pasos a seguir para la implementación del Plan de mantenimiento basado en confiabilidad y los flujogramas a detalle en los anexos 4 y 6.

*Tabla 25.* Implementación del plan de mantenimiento.

<b>Ítem</b>	<b>Implementación del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad</b>
1	Inventario, codificación, criticidad de equipos
2	Sistema, Sub sistema, componente, pieza de equipos
3	Funciones del equipo, Fallas Funcionales
4	Modo de falla de equipos
5	Efectos y causas de falla
6	Actividades para prevenir la falla
7	Que acción ejecutar si no se puede prevenir la falla

Es preciso recalcar que, para realizar la implementación del plan de mantenimiento, se empezó recopilando la mayor información posible de los equipos, para seguidamente realizar la codificación de los mismos, efectuando el análisis de criticidad según la importancia en el proceso; luego se elaboró el Plan de mantenimiento en sí, tomando en cuenta las actividades a realizar, las cuales se basaron en la conservación, para evitar el desgaste anormal y las preventivas, las mismas que brindan sostenibilidad.

Teniendo en cuenta los resultados de análisis de criticidad y los indicadores de mantenimiento, se dará inicio al estudio de los equipos con mayor índice de criticidad e impacto en el negocio con la finalidad de lograr el objetivo.

### 6.4.1 Inventario, codificación y análisis de criticidad de equipos

Es preciso conocer que, el plan de mantenimiento que se implementa debe ser estrictamente dinámico, ya que este se actualizará mediante el estado del equipo y la experiencia en el mantenimiento, cabe precisar que el plan de mantenimiento antes mencionado se basó en la condición con el fin de evitar una falla catastrófica que perjudique la producción de la línea, en este caso se aplicó el mantenimiento predictivo.

Tabla 26. Codificación de equipos.

Ítem	Código	Equipo
1	825	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1
2	826	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 2
3	827	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3
4	828	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4
5	829	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 5
6	846	Lavavajillas 4600
7	847	Lavavajillas 3600
8	849	Licuadora industrial n° 1
9	850	Licuadora industrial n° 2
10	850	Licuadora industrial n° 3
11	850	Licuadora industrial n° 4
12	850	Licuadora industrial n° 5
13	850	Máquina lavavajilla de arrastre
14	850	Máquina tipo túnel
15	850	Marmita eléctrica
16	850	Marmita a gas n°1
17	850	Sartén volcable a gas GLP n°01
18	850	Sartén volcable a gas GLP n° 02

A continuación, nos basaremos en el modelo de análisis de criticidad modelo semicuantitativo, Criterio total de Riesgo multiplicando la frecuencia de fallas por la consecuencia del mismo.

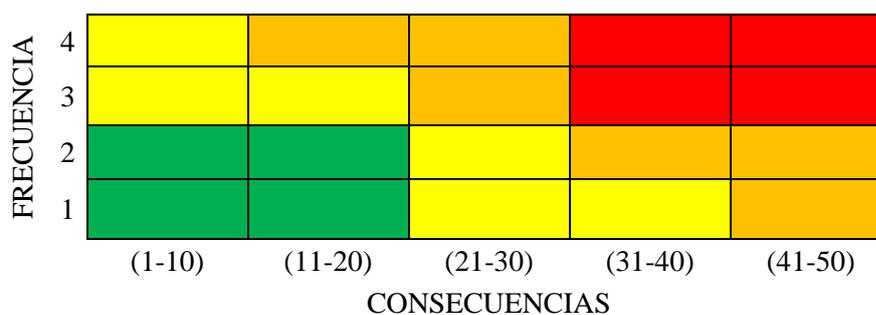
Tabla 27. Criterios para la criticidad.

<b>CRITERIOS DE CRITICIDAD</b>			
<b>Frecuencia de fallas: FF</b>		<b>Costos de Mantenimiento: CM</b>	
Mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual a 3.000 USD	2
1-2 fallas/año	3	Inferior a 3.000 USD	1
0,5 a 1 fallas/año	2	<b>Impacto en seguridad, ambiente Higiene (SAH): ISAH</b>	
<0,5 fallas/año	1		
<b>Impacto Operacional: IO</b>			
Parada inmediata del C Operación	10	Afecta a la seguridad humana externa como interna	8
Parada del sistema o subsistema y repercusión en otros sistemas	8	Afecta al ambiente instalaciones provocando daños irreversibles	6
Impacto a nivel de producción y calidad	5	Afecta a las instalaciones provocando daños severos	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	Provoca daños menores (Accidentes, incidentes)	3
<b>Flexibilidad Operacional: FO</b>			
No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	4	Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas	2
No hay opción de repuesto en almacén	3	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o en el ambiente	1
Función de repuesto disponible	1		

CRITICIDAD = Frecuencia de fallo × Consecuencia ... (1)

Consecuencia = (Impacto producción × Flexibilidad Operacional)

+ (Costo de Mantenimiento + Impacto Seguridad, Higiene, Ambiente) (2)



A continuación, se presenta la matriz de evaluación de los equipos.

Tabla 28. Cuadro de criticidad de la línea de producción.

CUADRO DE CRITICIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN								NC	No críticos <41	
								M	Media Criticidad <41 - 90>	
								C	Críticos <91 - 200>	
								C		
ÍTEM	ÁREA	EQUIPO	Frecuencia de fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mttto	Impacto Seguridad, Ambiente, Higiene	Consecuencia	CRITICIDAD TOTAL	
1	PRODUCCIÓN	Máquina lavavajilla de arrastre	4	8	4	2	8	42	168	C
2		Marmita a gas n°1	4	8	4	2	8	42	168	C
3		Marmita eléctrica	4	8	4	2	8	42	168	C
4		Máquina tipo túnel	4	8	4	2	8	42	168	C
5		Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	4	8	4	2	8	42	168	C
6		Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 5	3	7	3	1	8	30	90	MC
7		Sarten volcable a gas n°01	3	7	3	1	8	30	90	MC
8		Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	3	7	3	1	8	30	90	MC
9		Sarten volcable a gas n° 02	3	7	3	1	8	30	90	MC
10		Licuada industrial n° 5	3	5	4	2	8	30	90	MC
11		Lavavajillas 3600	3	5	3	2	6	23	69	MC
12		Lavavajillas 4600	3	5	3	2	6	23	69	MC
13		Licuada industrial n° 4	3	5	3	2	6	23	69	MC
14		Licuada industrial n° 3	2	5	1	1	6	12	24	NC
15		Licuada industrial n° 2	2	5	1	1	6	12	24	NC
16		Licuada industrial n° 1	2	5	1	1	6	12	24	NC
17		Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 2	2	5	1	1	6	12	24	NC
18		Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	2	5	1	1	6	12	24	NC

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Máquina lavavajilla de arrastre

$$\text{Consecuencia} = (8 * 4) + 2 + 8 = 42$$

$$\text{Criticidad} = 4 * 42 = 168$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	Máquina lavavajilla de arrastre
	3	MC	MC	MC	C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
		CONSECUENCIAS				

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Marmita a gas n°1

$$\text{Consecuencia} = (8 * 4) + 2 + 8 = 42$$

$$\text{Criticidad} = 4 * 42 = 168$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	Marmita a gas n°1
	3	MC	MC	MC	C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
		CONSECUENCIAS				

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Marmita eléctrica

$$\text{Consecuencia} = (8 * 4) + 2 + 8 = 42$$

$$\text{Criticidad} = 4 * 42 = 168$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	Marmita eléctrica
	3	MC	MC	MC	C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
		CONSECUENCIAS				

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Máquina Tipo túnel

$$\text{Consecuencia} = (8 * 4) + 2 + 8 = 42$$

$$\text{Criticidad} = 4 * 42 = 168$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	Máquina Tipo túnel
	3	MC	MC	MC	C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)

CONSECUENCIAS

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas

3

$$\text{Consecuencia} = (8 * 4) + 2 + 8 = 42$$

$$\text{Criticidad} = 4 * 42 = 168$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	
	3	MC	MC		C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)

CONSECUENCIAS

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas  
5

$$\text{Consecuencia} = (7 * 3) + 1 + 8 = 30$$

$$\text{Criticidad} = 3 * 30 = 90$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 5	C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
CONSECUENCIAS						

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Sartén volcable a gas n°01

$$\text{Consecuencia} = (7 * 3) + 1 + 8 = 30$$

$$\text{Criticidad} = 3 * 30 = 90$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	Sartén volcable a gas n°01	C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
CONSECUENCIAS						

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas

4

$$\text{Consecuencia} = (7 * 3) + 1 + 8 = 30$$

$$\text{Criticidad} = 3 * 30 = 90$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)

CONSECUENCIAS

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Sartén volcable a gas n°02

$$\text{Consecuencia} = (7 * 3) + 1 + 8 = 30$$

$$\text{Criticidad} = 3 * 30 = 90$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	Sartén volcable a gas n°02	C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)

CONSECUENCIAS

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Licuadora industrial n° 5

$$\text{Consecuencia} = (5 * 4) + 2 + 8 = 30$$

$$\text{Criticidad} = 3 * 30 = 90$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	Licuadora industrial n° 5	C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
CONSECUENCIAS						

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Lavavajillas 3600

$$\text{Consecuencia} = (5 * 3) + 2 + 6 = 23$$

$$\text{Criticidad} = 3 * 23 = 69$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	Lavavajillas 3600	C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
CONSECUENCIAS						

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Lavavajillas 4600

$$\text{Consecuencia} = (5 * 3) + 2 + 6 = 23$$

$$\text{Criticidad} = 3 * 23 = 69$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	Lavavajillas 4600	C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
CONSECUENCIAS						

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Licuadora industrial n° 4

$$\text{Consecuencia} = (5 * 3) + 2 + 6 = 23$$

$$\text{Criticidad} = 3 * 23 = 69$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	Licuadora industrial n° 4	C	C
	2			MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
CONSECUENCIAS						

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Licuadora industrial n° 3

$$\text{Consecuencia} = (5 * 1) + 1 + 6 = 12$$

$$\text{Criticidad} = 2 * 12 = 24$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2		Licuadora industrial n° 3	MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
CONSECUENCIAS						

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Licuadora industrial n° 2

$$\text{Consecuencia} = (5 * 1) + 1 + 6 = 12$$

$$\text{Criticidad} = 2 * 12 = 24$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2		Licuadora industrial n° 2	MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
CONSECUENCIAS						

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Licuadora industrial n° 1

$$\text{Consecuencia} = (5 * 1) + 1 + 6 = 12$$

$$\text{Criticidad} = 2 * 12 = 24$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2		Licuadora industrial n° 1	MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
		CONSECUENCIAS				

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas

2

$$\text{Consecuencia} = (5 * 1) + 1 + 6 = 12$$

$$\text{Criticidad} = 2 * 12 = 24$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2		Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 2	MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
		CONSECUENCIAS				

Cálculo de consecuencias y criticidad para el equipo horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1

$$\text{Consecuencia} = (5 * 1) + 1 + 6 = 12$$

$$\text{Criticidad} = 2 * 12 = 24$$

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2		Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	MC	C	C
	1				MC	C
		(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
		CONSECUENCIAS				

Como se pudo observar al realizar la evaluación de criticidad la máquina lavavajilla de arrastre, marmita a gas n°1, marmita eléctrica, máquina tipo túnel y Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3, poseen el mayor número de paradas; lo cual afecta directamente el tiempo de retraso para el proceso, ya que esta toma más tiempo de lo programado, teniendo en cuenta que dicho producto no puede estar expuesto más tiempo por temas de calidad.

Asimismo, la máquina lavavajilla de arrastre es altamente crítica porque garantiza la higiene y desinfección de los utensilios en la planta procesadora de alimentos, un aspecto clave para cumplir con normativas sanitarias como el HACCP y evitar la contaminación cruzada. Su falla interrumpe el flujo operativo, generando retrasos en la producción y afectando la seguridad alimentaria. Además, al ser un equipo de alto rendimiento y automatización, su paralización requiere procesos manuales menos eficientes, aumentando costos y tiempos de operación. Su disponibilidad es fundamental para mantener la continuidad y eficiencia del proceso productivo.

Habiéndose realizado el estudio de criticidad se pretende hacer el estudio de los equipos más críticos de la producción, siendo estos

#### 6.4.2 Componente, pieza de equipos

Seguidamente, se procedió a describir los diferentes componentes de los equipos críticos.

Tabla 29. Descripción de los componentes de los equipos

Sistema	Sub sistema	Componente
<b>Máquina lavavajilla de arrastre</b>	Sistema de lavado	Bomba de agua
		Boquillas de aspersión
	Sistema de secado	Brazos giratorios
		Filtro de residuos
Sistema de control	Resistencias eléctricas	
	Ventiladores de aire caliente	
Sistema de seguridad	Panel de control digital	
	Sensores de temperatura	
	Sensores de nivel de agua	
<b>Marmita a gas n°1</b>	Cuerpo principal	Válvula de Sobrepresión
		Interruptor de puerta
	Sistema de calentamiento	Recipiente de acero inoxidable.
		Tapa con bisagras
Sistema de control	Quemadores de gas	
	Válvula solenoide de gas	
<b>Marmita eléctrica</b>	Cuerpo principal	Termostato de seguridad
		Sensor de temperatura PT100
	Sistema de calentamiento	Panel de control
		Indicadores de presión y temperatura.
<b>Marmita eléctrica</b>	Cuerpo principal	Recipiente de acero inoxidable.
		Tapa con bisagras
	Sistema de calentamiento	Resistencias eléctricas
		Sensor de temperatura PT100
Sistema de control	Termostato de seguridad	
	Panel de control	
<b>Máquina tipo túnel</b>	Sistema de transporte	Indicadores de presión y temperatura.
		Banda transportadora
	Sistema de lavado	Rodillos de guía
		Motorreductor
Sistema de secado	Bomba de agua	
	Boquillas de aspersión	
<b>Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3</b>	Sistema de combustión	Sensores de nivel de agua
		Resistencias eléctricas
	Sistema de convección	Ventiladores
		Quemadores de gas
Sistema de control	Válvula solenoide de gas	
	Sensor de llama UV	
	Transformador de ignición	
Sistema de control	Presostato diferencial de aire	
	Ventilador de convección	
	Motor 0,75 CV	
Sistema de control	Termostato digital	
	Panel de control táctil	
Sistema de control	Sensores de temperatura	

### **6.4.3 Funciones, fallas funcionales, modos de falla, efectos de falla de los equipos**

En este paso se analizó la función de los 5 equipos más críticos hasta cada pieza que lo complementa. A continuación, se presentará las funciones por componente y piezas de equipo, de modo que puedan analizarse sus fallas funcionales y modos de falla, se tomará esta información y se analizará en conjunto con el área de mantenimiento para generar las actividades del plan de mantenimiento propuesto basado en confiabilidad.

Se procederá a realizar el análisis de modo y efectos de falla de todos los equipos críticos denominados como sistemas, teniendo en cuenta los subsistemas de cada equipo.

Aplicamos el AMEF (Análisis Modo Efecto y falla)

Tabla 30. AMEF Máq. Lavavajilla de arrastre-sistema de Lavado.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Máquina Lavavajilla de arrastre			Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01 de 01
	SUB SISTEMA: Sistema de lavado			Auditor:	Fecha:	
	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA			
Lavado automático de utensilios y bandejas	A	No realiza el proceso de lavado	1	Obstrucción en boquillas de aspersión	Residuos de suciedad en utensilios, incumplimiento de normativas sanitarias	
			2	Bomba de agua defectuosa	Falta de presión en el lavado, ciclos incompletos	
			3	Baja temperatura del agua por falla en resistencia o caldera	Ineficiente eliminación de grasa y bacterias	
Transporte de utensilios a través de la cinta de arrastre	A	No arrastra las bandejas	1	Falla en el motor de arrastre	Detención del proceso, acumulación de utensilios	
			2	Ruptura o desajuste en la cadena transportadora	Interrupción del flujo de lavado	
Suministro eléctrico al sistema	A	No energiza la máquina	1	Falla en el tablero eléctrico (contactores, fusibles, relés)	Máquina fuera de servicio, retrasos en la producción	
			2	Sobrecalentamiento del motor por alta demanda	Apagado inesperado del equipo	
Control y operación del sistema	A	No responde a comandos	1	Falla en el panel de control	Operadores sin posibilidad de gestionar el equipo	
			2	Sensor de nivel de agua defectuoso	Ciclos de lavado interrumpidos o ineficientes	

Tabla 31. AMEF Máq. Lavavajilla de arrastre-Sistema de secado.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Máquina Lavavajilla de arrastre			Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01 de 01
	SUB SISTEMA: Sistema de secado			Auditor:	Fecha:	
	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLA			
Secado de utensilios y bandejas	A	No seca completamente los utensilios	1	Resistencias de calentamiento defectuosas	Utensilios con humedad, posible proliferación de bacterias	
			2	Ventiladores o turbinas de aire defectuosas	Poca circulación de aire, secado ineficiente	
			3	Obstrucción en conductos de aire caliente	Reducción en la eficiencia del secado	
Control de temperatura y flujo de aire	A	No regula la temperatura adecuadamente	1	Sensor de temperatura defectuoso	Sobrecalentamiento o baja temperatura en el proceso	
			2	Fallo en el termostato	Incapacidad de mantener temperatura adecuada	
Suministro eléctrico al sistema	A	No energiza el sistema de secado	1	Falla en el tablero eléctrico (contactores, fusibles, relés)	Máquina fuera de servicio, retrasos en la producción	
			2	Sobrecalentamiento del motor por alta demanda	Apagado inesperado del equipo	
Control y operación del sistema	A	No responde a comandos	1	Falla en el panel de control	Operadores sin posibilidad de gestionar el equipo	
			2	Sensor de flujo de aire defectuoso	Secado deficiente o ineficiente	

Tabla 32. AMEF Máquina de Lavavajilla de arrastre-Sistema de control.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Máquina Lavavajilla de arrastre			Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01
	SUB SISTEMA: Sistema de control			Auditor:	Fecha:	de 01
	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA			
Control de operación de la lavavajilla	A	No responde a comandos	1	Fallo en el panel de control	Operadores sin posibilidad de gestionar el equipo	
			2	Fallo en la programación del PLC	Ciclos de lavado desincronizados o ineficientes	
			3	Obstrucción en conductos de aire caliente	Imposibilidad de seleccionar programas de lavado	
Monitoreo de temperatura y presión	A	Lecturas inexactas o nulas	1	Sensor de temperatura defectuoso	Lavado a temperatura incorrecta, afectando higiene	
			2	Sensor de presión de agua averiado	Baja presión en boquillas, lavado ineficiente	
Comunicación con otros sistemas	A	No envía o recibe señales correctamente	1	Falla en la comunicación con el sistema eléctrico	Desconexión de funciones clave como calentadores o motores	
			2	Cableado o conexiones dañadas	Pérdida de control y monitoreo del proceso	
Seguridad del sistema	A	No activa alarmas o bloqueos de seguridad	1	Falla en el sistema de alarmas	Riesgo de fallos no detectados y problemas operativos	
			2	Error en el software de control	Posibles bloqueos del sistema, detenciones inesperadas	

Tabla 33. AMEF Máq. Lavavajilla de arrastre-Sistema de seguridad.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Máquina Lavavajilla de arrastre			Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01
	SUB SISTEMA: Sistema de seguridad			Auditor:	Fecha:	de 01
	FALLAS FUNCIONALES		MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLA		
Protección del operador y del equipo	A	No activa los sistemas de seguridad	1	Fallo en sensores de puerta	Riesgo de accidentes por acceso a partes móviles	
			2	Interruptores de emergencia defectuosos	No se puede detener la máquina en caso de emergencia	
			3	Falla en el sistema de bloqueo de puertas	Riesgo de exposición a altas temperaturas y productos químicos	
Detección y prevención de fallos	A	No alerta sobre condiciones anormales	1	Alarmas de seguridad inoperativas	Fallos no detectados que pueden derivar en daños mayores	
			2	Mal funcionamiento en indicadores visuales o sonoros	Operadores sin advertencia de fallos en el sistema	
Control de sobrecarga eléctrica	A	No interrumpe el suministro en caso de falla	1	Disyuntores o fusibles defectuosos	Posible daño en componentes eléctricos o incendio	
Control de fugas y derrames	A	No detecta o contiene fugas de agua o químicos	1	Sensores de fugas averiados	Riesgo de resbalones, daños en equipos o contaminación	
Seguridad en la conexión eléctrica	A	No protege contra sobrecargas o cortocircuitos	1	Conexiones eléctricas deterioradas	Riesgo de descargas eléctricas o incendios	

Tabla 34. AMEF Marmita a Gas N°01- Cuerpo principal.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Marmita a Gas N°01			Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01 de 01
	SUB SISTEMA: Cuerpo principal			Auditor:	Fecha:	
	FALLAS FUNCIONALES		MODO DE FALLA			EFFECTOS DE FALLA
Contención y cocción uniforme de alimentos	A	Pérdida de integridad estructural	1	Fisuras o grietas en el cuerpo principal		Pérdida de calor, riesgo de contaminación de alimentos
			2	Corrosión o desgaste excesivo		Reducción en la eficiencia térmica, posibles fugas
			3	Junta o sellado defectuoso		Derrames de líquidos, riesgo de quemaduras
Distribución eficiente del calor	A	Distribución desigual del calor	1	Base deformada o dañada		Cocción irregular de alimentos, posible desperdicio de energía
Seguridad estructural del equipo	A	Falta de estabilidad	1	Pies de soporte dañados o desajustados		Riesgo de vuelco, accidentes en la operación
			2	Fijaciones sueltas o debilitadas		Vibraciones excesivas, deterioro acelerado
Mantenimiento de la higiene y facilidad de limpieza	A	Superficie interna deteriorada	1	Acumulación de residuos, riesgo de contaminación		Cumplimiento deficiente de normas sanitarias
			2	Acabado superficial dañado		Mayor dificultad en la limpieza, aumento del desgaste

Tabla 35. AMEF Marmita a Gas N°01- Sistema de calentamiento.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Marmita a Gas N°01		Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01 de
	SUB SISTEMA: Sistema de calentamiento		Auditor:	Fecha:	01
	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLA		
Generación y mantenimiento del calor	A	No calienta adecuadamente	1	Quemadores obstruidos o deteriorados	Tiempo de cocción prolongado, afectación en la producción
			2	Regulador de gas defectuoso	Variaciones de temperatura, riesgo de combustión ineficiente
			3	Falla en el encendido automático	Dificultad para operar el equipo, retrasos en la preparación
Distribución uniforme del calor	A	Calentamiento desigual	1	Conductos de gas bloqueados o sucios	Cocción irregular, desperdicio de energía
Seguridad en el sistema de calentamiento	A	Fugas de gas	1	Conexiones deterioradas o mal ajustadas	Riesgo de incendio o explosión
			2	Sensor de temperatura defectuoso	Sobrecalentamiento o insuficiente calentamiento
			3	Válvula de seguridad dañada	Incapacidad de detener el flujo de gas en caso de emergencia

Tabla 36. AMEF Marmita a Gas N°01- Sistema de control.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Marmita a Gas N°01				Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01 de 01
	SUB SISTEMA: Sistema de control				Auditor:	Fecha:	
	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA		EFECTOS DE FALLA			
Regulación de temperatura	A	No mantiene temperatura	1	Termostato o sensor defectuoso	Sobrecalentamiento o cocción ineficiente		
Seguridad operativa	A	Calentamiento desigual	1	Botones o cableado dañados	Pérdida de control y riesgo de accidentes		
Comunicación	A	No responde a comandos	1	PLC o conexiones sueltas	Errores en la sincronización del equipo		

Tabla 37. AMEF Marmita Eléctrica-Cuerpo principal.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Marmita Eléctrica				Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01 de 01
	SUB SISTEMA: Cuerpo principal				Auditor:	Fecha:	
	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA		EFECTOS DE FALLA			
Contención y soporte de los alimentos	A	Fisuras o deformaciones en la estructura	1	Fatiga del material o sobrecarga	Pérdida de producto, riesgo de contaminación		
			2	Corrosión en la superficie interna	Deterioro del material, posible contaminación de alimentos		
Seguridad estructural	A	Desprendimiento de componentes	1	Fijaciones debilitadas o rotas	Riesgo de accidentes y fallas mecánicas		

Tabla 38. AMEF Marmita eléctrica-Sistema de Calentamiento.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Marmita Eléctrica			Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01 de 01
	SUB SISTEMA: Sistema de Calentamiento			Auditor:	Fecha:	
	FALLAS FUNCIONALES			MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLA	
Generación de calor para cocción	A	No calienta o calienta de manera irregular	1	Resistencias eléctricas dañadas	Ineficiencia en la cocción, retraso en la producción	
			2	Conexiones eléctricas defectuosas	Interrupción del calentamiento, riesgo de fallos eléctricos	
Seguridad operativa	A	Sobrecalentamiento del sistema	1	Termostato defectuoso	Riesgo de incendio, daño en componentes internos	

Tabla 39. AMEF Marmita Eléctrica-Sistema de Control.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Marmita Eléctrica			Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01 de 01
	SUB SISTEMA: Sistema de Control			Auditor:	Fecha:	
	FALLAS FUNCIONALES			MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLA	
Regulación de temperatura y tiempo de cocción	A	No ajusta correctamente los parámetros	1	Sensor de temperatura defectuoso	Cocción inadecuada, desperdicio de energía	
			2	Fallo en el panel de control	Operador no puede configurar la marmita correctamente	
Seguridad del sistema	A	No responde a comandos de apagado	1	Relés o software dañados	Riesgo de sobrecalentamiento y fallos eléctricos	

Tabla 40. AMEF Máquina tipo Túnel-Sistema de Transporte.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Máquina tipo Túnel			Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01 de 01
	SUB SISTEMA: Sistema de transporte			Auditor:	Fecha:	
	FALLAS FUNCIONALES		MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLA		
Movimiento continuo de productos	A	No transporta correctamente	1	Banda transportadora desgastada o desalineada	Interrupción del proceso, acumulación de productos	
			2	Rodillos o ejes dañados	Movimiento irregular, desgaste acelerado	
Seguridad operativa	A	Detención inesperada del sistema	1	Motor defectuoso o sobrecarga	Pérdida de producción, riesgo de fallas mecánicas	
			2	Sensores de proximidad averiados	Falta de detección de productos, errores en el proceso	
Control del flujo y velocidad	A	Velocidad inadecuada del transporte	1	Variador de frecuencia fallando	Transporte inconsistente, desperdicio de recursos	
			2	Desgaste en el sistema de tracción	Deslizamiento de la banda, reducción en eficiencia	

Tabla 41. AMEF Máquina tipo Túnel-Sistema de Lavado.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Máquina tipo Túnel			Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01 de 01
	SUB SISTEMA: Sistema de Lavado			Auditor:	Fecha:	
	FALLAS FUNCIONALES			MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLA	
Eliminación de residuos y suciedad	A	Lavado deficiente	1	Boquillas obstruidas o desgastadas	Productos mal lavados, contaminación cruzada	
			2	Baja presión de agua	Ineficiencia en la limpieza, acumulación de residuos	
Control de temperatura del agua	A	Agua no alcanza la temperatura adecuada	1	Resistencia o sistema de calentamiento defectuoso	Reducción en la eficacia del lavado	
Seguridad operativa	A	Fugas en el sistema	1	Sellos o tuberías dañadas	Riesgo de accidentes y desperdicio de agua	

Tabla 42. AMEF Máquina tipo Túnel-Sistema de Secado

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Máquina tipo Túnel			Facilitador:	Fecha:	Hoja N°01 de 01
	SUB SISTEMA: Sistema de Secado			Auditor:	Fecha:	
	FALLAS FUNCIONALES			MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLA	
Eliminación de humedad en productos	A	Secado deficiente	1	Resistencias o ventiladores defectuosos	Productos con exceso de humedad, posibles problemas de calidad	
			2	Conductos de aire obstruidos	Flujo de aire insuficiente, tiempos de secado prolongados	
Control de temperatura del aire	A	Aire no alcanza temperatura requerida	1	Sensor o termostato averiado	Ineficiencia en el proceso de secado	
Seguridad operativa	A	Sobrecalentamiento	1	Falta de ventilación o fallos eléctricos	Riesgo de incendio, daños en el equipo	

Tabla 43. AMEF Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3-Sistema de Combustión.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3				Facilitador:	Fecha:	Hoja
	SUB SISTEMA: Sistema de Combustión				Auditor:	Fecha:	Nº01 de
	FALLAS FUNCIONALES		MODO DE FALLA		EFECTOS DE FALLA		
Generación de calor para cocción	A	No enciende el quemador	1	Obstrucción en inyectores o falla en el encendido	No hay generación de calor, interrupción del proceso		
			2	Regulador de gas defectuoso	Combustión irregular, riesgo de acumulación de gas		
Control de la combustión	A	Llama inestable o apagado inesperado	1	Sensor de llama defectuoso	Variaciones de temperatura, posible apagado del horno		
Seguridad operativa	A	Pérdidas de gas	1	Válvula de seguridad dañada	Riesgo de explosión o incendio		

Tabla 44. AMEF Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3-Sistema de Convección.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3				Facilitador:	Fecha:	Hoja
	SUB SISTEMA: Sistema de Convección				Auditor:	Fecha:	Nº01 de
	FALLAS FUNCIONALES		MODO DE FALLA		EFECTOS DE FALLA		
Distribución uniforme de calor	A	Circulación deficiente de aire	1	Ventilador defectuoso o con acumulación de grasa	Puntos fríos en el horno, cocción desigual		
			2	Obstrucción en los conductos de aire	Pérdida de eficiencia térmica, tiempos de cocción prolongados		
Seguridad operativa	A	Sobrecalentamiento del sistema	1	Falta de ventilación adecuada	Daño en componentes internos, riesgo de incendio		

Tabla 45. AMEF Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3-Sistema de Control.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA: Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3				Facilitador:	Fecha:	Hoja
	SUB SISTEMA: Sistema de Control				Auditor:	Fecha:	N°01
	FALLAS FUNCIONALES		MODO DE FALLA		EFECTOS DE FALLA		
Regulación de temperatura y programas de cocción	A	No responde a ajustes de temperatura	1	Sensor de temperatura defectuoso	Cocción inadecuada, pérdida de calidad		
			2	Falla en el panel de control	Operador no puede configurar el horno correctamente		
Monitoreo y seguridad operativa	A	Error en la visualización de datos	1	Pantalla o tarjeta electrónica dañada	Imposibilidad de verificar parámetros de cocción		
Seguridad del sistema	A	No ejecuta funciones de apagado automático	2	Software o relés defectuosos	Riesgo de sobrecalentamiento y fallos eléctricos		

Es preciso recalcar que el efecto de falla se define como las consecuencias de cuando ocurre un modo de falla según Jhon Moubray en su libro RCM, respondiéndonos a la pregunta de ¿qué pasa? si ocurriese el siguiente modo de falla, por ejemplo, aumento y disminución de decibeles, vibración, mayor o menor temperatura, o efectos que sean detectados por los dispositivos de seguridad como alarmas, señales, etc.

Las consecuencias de las fallas se determinan según su impacto una vez que ocurren. Estas pueden clasificarse en fallas evidentes o fallas ocultas. A continuación, se presenta una tabla que resume las consecuencias de las fallas, la cual servirá como base para el plan de mantenimiento.

#### **6.4.4 Aplicación de la mejora: Plan de mantenimiento**

Se llevó a cabo la implementación del plan de mantenimiento basado en confiabilidad (RCM), comenzando con el levantamiento del inventario de equipos en planta. Posteriormente, se realizó la codificación de los equipos y el análisis de criticidad, considerando factores como productividad, seguridad y tipo de repuesto (nacional o importado).

El Plan de mantenimiento se estructuró en actividades que requieren o no la detención de operaciones, permitiendo una mejor coordinación con el área de Producción para programar intervenciones y comunicar los tiempos de ejecución. Además, los tiempos estimados de cada actividad de mantenimiento fueron evaluados mediante pruebas piloto, determinando las horas hombre requeridas y los recursos necesarios.

Para calcular la disponibilidad anual de horas hombre, se tomaron en cuenta tiempos de traslado a planta, pausas para refrigerio y reuniones breves de seguridad, obteniendo un total de 1,365 horas netas anuales por técnico de mantenimiento.

Finalmente, se presenta la hoja de decisión del RCM, la cual establece las actividades de mantenimiento con base en la evaluación de consecuencias, las acciones necesarias y la frecuencia recomendada para cada intervención, tomando en consideración:

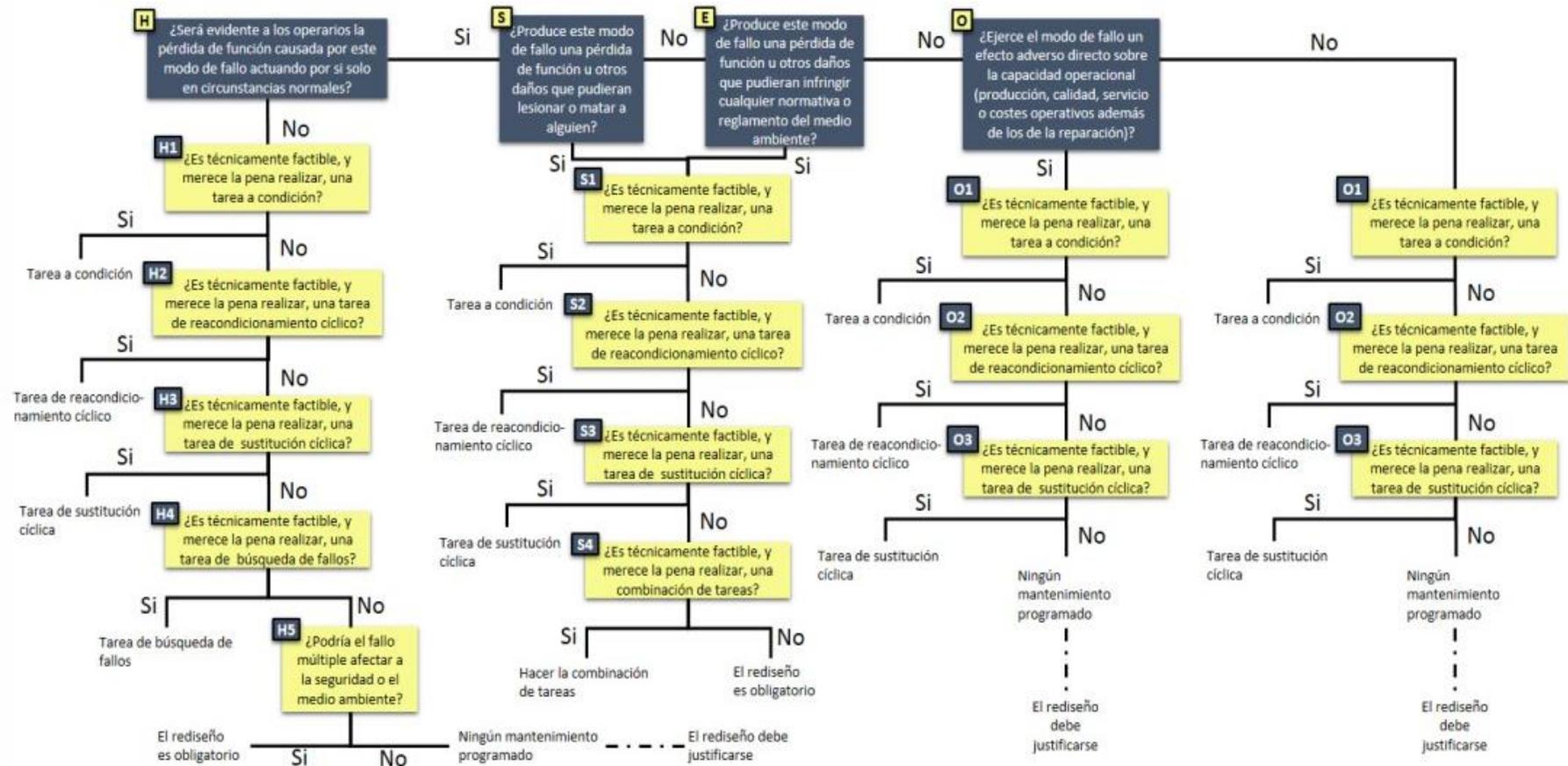


Figura 11. Guía para determinar el NPR. Tomada de: Universidad Continental.

Tabla 46. Hoja de decisión de RCM para lavavajilla de arrastre-Sistema de Lavado.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Lavavajilla de arrastre SUB SISTEMA: Sistema de Lavado						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3						
							O1	O2	O3	H4	H5	S4			
							N1	N2	N3						
1	A	1	S	S	N	S	N	S				Limpieza y revisión de boquillas	Diario	Operario	
1	A	2	N	S	S	N	N	N	N				Inspección de bomba y presión	Semanal	Técnico de mantenimiento
2	A	1	N	S	S	N	N	N	N				Verificación y ajuste de conexiones	Mensual	Técnico de mantenimiento
3	A	1	N	S	S	N	N	N	N	S	N	S	Revisión eléctrica y mecánica	Trimestral	Técnico de mantenimiento

Tabla 47. Hoja de decisión de RCM para lavavajilla de arrastre-Sistema de Secado.

HOJA DE DECISIÓN RCM								SISTEMA: Lavavajilla de arrastre						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
								SUB SISTEMA: Sistema de Secado								
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias					H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3				
							N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	A	2	N				N	N	N	S			Limpieza y revisión de resistencias y ventiladores	Diario	Operario	
1	A	3	S	N	N	S	S						Inspección de sistema de calefacción	Semanal	Técnico de mantenimiento	
3	A	1	S	S			S						Verificación y ajuste de conexiones eléctricas	Mensual	Técnico de mantenimiento	
2	A	1	S	S			S						Revisión eléctrica y mecánica	Trimestral	Técnico de mantenimiento	

Tabla 48. Hoja de decisión de RCM para lavavajilla de arrastre-Sistema de Control.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Lavavajilla de arrastre						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
							SUB SISTEMA: Sistema de Control								
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
							N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1	A	1	S	S	N	S	N	S					Revisión de panel de control	Diario	Operario
2	A	1	S	S	N	S	N	S					Inspección y calibración de sensores	Semanal	Técnico de mantenimiento
3	A	2	S	S	N	S	N	S					Verificación y ajuste de conexiones eléctricas	Mensual	Técnico de mantenimiento
4	A	2	S	S	N	S	N	S					Revisión y actualización del software	Trimestral	Técnico de mantenimiento

Tabla 49. Hoja de decisión de RCM para Marmita a Gas N°01- Cuerpo Principal.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Marmita a Gas N°01						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
							SUB SISTEMA: Cuerpo Principal								
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3						
							O1	O2	O3	H4	H5	S4			
1	A	1	N				N	N	N	S			Inspección visual y verificación de integridad	Diario	Operario
1	A	3	S	N	N	S	S						Evaluación y reforzamiento de uniones	Semanal	Técnico de mantenimiento
3	A	1	S	S			S						Revisión y mantenimiento del aislamiento térmico	Mensual	Técnico de mantenimiento
4	A	2	S	S			S						Sustitución de partes afectadas	Trimestral	Técnico de mantenimiento

Tabla 50. Hoja de decisión de RCM para Marmita a Gas N°01- Sistema de Calentamiento.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Marmita a Gas N°01						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
							SUB SISTEMA: Sistema de Calentamiento								
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
							N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1	A	1	S	S	N	S	N	S				Limpieza y desobstrucción de quemadores	Diario	Operario	
2	A	1	S	S	N	S	N	S				Inspección y ajuste de conexiones de gas	Semanal	Técnico de mantenimiento	
1	A	3	S	S	N	S	N	S				Verificación y sustitución de encendido	Mensual	Técnico de mantenimiento	
3	A	2	S	S	N	S	N	S				Revisión y mantenimiento del sistema	Trimestral	Técnico de mantenimiento	

Tabla 51. Hoja de decisión de RCM para Marmita a Gas N°01- Sistema de control.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Marmita a Gas N°01						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
							SUB SISTEMA: Sistema de Control								
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
							N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1	A	1	N	S	N	S	S						Calibración del termostato	Diario	Operario
1	A	1	S	S	N	S	N	S					Inspección y prueba de sensores	Semanal	Técnico de mantenimiento
3	A	1	S	S	N	S	N	S					Verificación y ajuste de válvulas	Mensual	Técnico de mantenimiento
3	A	1	S	S	N	S	N	S					Revisión y mantenimiento del sistema	Trimestral	Técnico de mantenimiento

Tabla 52. Hoja de decisión de RCM para Marmita eléctrica-Cuerpo principal.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Marmita eléctrica						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
							SUB SISTEMA: Cuerpo principal								
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
							N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1	A	2	S	S	N	S	N	S				Inspección visual y aplicación de tratamiento anticorrosivo	Diario	Técnico de mantenimiento	
2	A	1	S	S	N	S	N	S				Evaluación y reparación de fisuras	Semanal	Técnico de mantenimiento	
1	A	2	S	S	N	S	N	S				Limpieza profunda del interior	Mensual	Operario	
1	A	2	S	S	N	S	N	S				Revisión estructural y monitoreo térmico	Trimestral	Técnico de mantenimiento	

Tabla 53. Hoja de decisión de RCM para Marmita eléctrica-Sistema de Calentamiento.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Marmita eléctrica						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
							SUB SISTEMA: Sistema de calentamiento								
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
							N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1	A	1	S	S	N	S	N	S					Inspección y prueba de resistencias	Diario	Operario
2	A	1	S	S	N	S	N	S					Verificación y calibración del termostato	Semanal	Técnico de mantenimiento
1	A	2	N	S	N	S	S						Limpieza y descalcificación	Mensual	Técnico de mantenimiento
1	A	1	N	S	N	S	S						Revisión eléctrica y sustitución de componentes	Trimestral	Técnico de mantenimiento

Tabla 54. Hoja de decisión de RCM para Marmita eléctrica-Sistema de control.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Marmita eléctrica						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
							SUB SISTEMA: Sistema de control								
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3						
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1	A	1	S	S	N	S	N	S				Inspección y calibración del termostato	Diario	Operario	
1	A	2	S	S	N	S	N	S				Diagnóstico y reemplazo de componentes defectuosos	Semanal	Técnico de mantenimiento	
1	A	1	N	S	N	S	S				Verificación y prueba de sensores	Mensual	Técnico de mantenimiento		
2	A	1	N	S	N	S	S				Revisión y ajuste de conexiones	Trimestral	Técnico de mantenimiento		

Tabla 55. Hoja de decisión de RCM para máquina tipo túnel-Sistema de transporte.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Máquina tipo túnel						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
							SUB SISTEMA: Sistema de transporte								
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
							N1	N2	N3	H4	H5	S4			
2	A	1	S	S	N	S	N	S					Inspección y mantenimiento del motor	Diario	Operario
1	A	1	S	S	N	S	N	S					Limpieza y ajuste de bandas	Semanal	Técnico de mantenimiento
1	A	2	S	S	N	S	N	S					Lubricación y reemplazo de componentes	Mensual	Técnico de mantenimiento
3	A	2	S	S	N	S	N	S					Verificación y ajuste de alineación	Trimestral	Técnico de mantenimiento

Tabla 56. Hoja de decisión de RCM para máquina tipo túnel-Sistema de Lavado.

HOJA DE DECISIÓN RCM								SISTEMA: Máquina tipo túnel					Fecha:	Hoja N°01 de 1
								SUB SISTEMA: Sistema de Lavado						
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE	TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR	
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3					
							O1	O2	O3					
							N1	N2	N3	H4	H5	S4		
1	A	1	N	S	N	S	S				Limpieza y desobstrucción de boquillas	Diario	Operario	
3	A	1	N	S	N	S	S				Inspección y limpieza de filtros	Semanal	Técnico de mantenimiento	
1	A	2	S	S	N	S	N	S			Mantenimiento y revisión de bomba	Mensual	Técnico de mantenimiento	
3	A	1	N	S	N	S	S				Verificación y ajuste de tuberías y válvulas	Trimestral	Técnico de mantenimiento	

Tabla 57. Hoja de decisión de RCM para Máquina tipo túnel-Sistema de Secado.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Máquina tipo túnel						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
							SUB SISTEMA: Sistema de Secado								
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
							N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1	A	2	N	S	N	S	S						Limpieza y desobstrucción de boquillas	Diario	Operario
1	A	1	N	S	N	S	S						Inspección y reemplazo de resistencias	Semanal	Técnico de mantenimiento
3	A	1	S	S	N	S	N	S					Verificación y mantenimiento del ventilador	Mensual	Técnico de mantenimiento
1	A	2	S	S	N	S	N	S					Revisión y ajuste de conductos	Trimestral	Técnico de mantenimiento

Tabla 58. Hoja de decisión de RCM para Horno Combi de 20 Bandejas 1/1gn a Gas 3-Sistema de Combustión.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3						Fecha:	Hoja N°01 de 1
							SUB SISTEMA: Sistema de Combustión							
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE	TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR	
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3					
							O1	O2	O3					
							N1	N2	N3	H4	H5	S4		
1	A	1	S	S	N	S	N	S			Limpieza y calibración del quemador	Diario	Operario	
1	A	2	S	S	N	S	N	S			Inspección y ajuste de la mezcla	Semanal	Técnico de mantenimiento	
3	A	1	S	S	N	S	N	S			Verificación y ajuste de válvula	Mensual	Técnico de mantenimiento	
2	A	1	S	S	N	S	N	S			Revisión y reemplazo de electrodo	Trimestral	Técnico de mantenimiento	

Tabla 59. Hoja de decisión de RCM para Horno Combi de 20 Bandejas 1/1gn a Gas 3- Sistema de Convección.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
							SUB SISTEMA: Sistema de Convección								
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
							N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1	A	1	N	S	N	S	S						Limpieza y revisión del ventilador	Diario	Operario
2	A	1	N	S	N	S	S						Inspección y calibración del termostato	Semanal	Técnico de mantenimiento
2	A	1	S	S	N	S	N	S					Verificación y ajuste del motor	Mensual	Técnico de mantenimiento
1	A	2	S	S	N	S	N	S					Revisión y reemplazo de fusibles y relés	Trimestral	Técnico de mantenimiento

Tabla 60. Hoja de decisión de RCM para Horno Combi de 20 Bandejas 1/1gn a Gas 3-Sistema de Control.

HOJA DE DECISIÓN RCM							SISTEMA: Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3						Fecha:	Hoja N°01 de 1	
							SUB SISTEMA: Sistema de Control								
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	ACCIÓN A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
							N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1	A	1	N	S	N	S	S						Inspección y calibración de sensores	Diario	Operario
3	A	1	N	S	N	S	S						Revisión y actualización de software	Semanal	Técnico de mantenimiento
1	A	2	S	S	N	S	N	S					Diagnóstico y reparación del sistema de control	Mensual	Técnico de mantenimiento
3	A	1	S	S	N	S	N	S					Verificación y reinstalación de firmware	Trimestral	Técnico de mantenimiento

Es preciso recalcar que, en este proceso también se elaboraron las fichas técnicas de los equipos críticos teniendo en cuenta las partes del sistema.

<b>FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA LAVAVAJILLA DE ARRASTRE</b>		
<b>ÁREA:</b>	PRODUCCIÓN	<b>CÓDIGO:</b> LAV-ARR-001
		
<b>PARTES DE EQUIPO</b>		
Bomba de agua	Ventiladores de aire caliente	Interruptor de puerta
Boquillas de aspersión	Panel de control digital	Sensores de nivel de agua
Brazos giratorios	Sensores de temperatura	Válvula de Sobreperción
Filtro de residuos	Resistencias eléctricas	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>		
<p><b>Dimensiones:</b> 3000 x 800 x 1600 mm (Largo x Ancho x Alto)</p> <p><b>Capacidad de lavado:</b> 3000 platos/hora</p> <p><b>Consumo de agua:</b> 250 litros/hora</p> <p><b>Temperatura de lavado:</b> 60-75°C</p> <p><b>Temperatura de secado:</b> 85-95°C</p> <p><b>Potencia total:</b> 12 kW</p> <p><b>Alimentación eléctrica:</b> 380V, 3Ø, 50Hz</p> <p><b>Material:</b> Acero inoxidable AISI 304</p> <p><b>Sistema de control:</b> Panel digital con programación de ciclos</p> <p><b>Seguridad:</b> Sensores de puerta, termostato de seguridad, protección contra sobrecalentamiento</p>		

Figura 12. Ficha técnica de Máquina lavavajilla de arrastre.

### FICHA TÉCNICA DE MARMITA A GAS N°01

<b>ÁREA:</b>	PRODUCCIÓN	<b>CÓDIGO:</b> MARM-GAS-001
--------------	------------	-----------------------------



#### PARTES DE EQUIPO

Recipiente de acero inoxidable.	Termostato de seguridad	Válvula solenoide de gas
Tapa con bisagras	Sensor de temperatura PT100	Indicadores de presión y temperatura.
Quemadores de gas		
Panel de control		

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

<p><b>Dimensiones:</b> 1200 x 1000 x 1100 mm (Diámetro x Altura)</p> <p><b>Capacidad:</b> 150 litros</p> <p><b>Consumo de gas:</b> 3.5 m<sup>3</sup>/h</p> <p><b>Presión de operación:</b> 20-50 mbar</p> <p><b>Material:</b> Acero inoxidable AISI 304</p> <p><b>Sistema de calentamiento:</b> Quemadores de alta eficiencia con control de temperatura</p> <p><b>Alimentación de gas:</b> GLP o GN</p> <p><b>Sistema de seguridad:</b> Válvula de corte automático, termostato de seguridad, piloto de encendido</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura 13. Ficha técnica de marmita a gas.

### FICHA TÉCNICA DE MARMITA ELÉCTRICA

<b>ÁREA:</b>	PRODUCCIÓN	<b>CÓDIGO:</b> MARM-GLP-001
--------------	------------	-----------------------------



#### PARTES DE EQUIPO

<b>PARTES DE EQUIPO</b>		
Recipiente de acero inoxidable.	Sensor de temperatura PT100	Panel de control
Tapa con bisagras		Indicadores de presión y temperatura.
Resistencias eléctricas	Termostato de seguridad	

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

<p><b>Dimensiones:</b> 1200 x 1000 x 1100 mm (Diámetro x Altura)</p> <p><b>Capacidad:</b> 150 litros</p> <p><b>Alimentación eléctrica:</b> 380V / 50Hz / Trifásico</p> <p><b>Potencia nominal:</b> 9 kW</p> <p><b>Material:</b> Acero inoxidable AISI 304</p> <p><b>Sistema de calentamiento:</b> Resistencias eléctricas de alta eficiencia con control de temperatura</p> <p><b>Sistema de seguridad:</b> Termostato de seguridad, protección contra sobrecalentamiento, piloto indicador</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura 14. Ficha técnica de marmita eléctrica.

### FICHA TÉCNICA DE SARTEN BASCULANTE

<b>ÁREA:</b>	PRODUCCIÓN	<b>CÓDIGO:</b> BASC-GLP-001
--------------	------------	-----------------------------



#### PARTES DE EQUIPO

Banda transportadora	Bomba de agua	Resistencias eléctricas
Rodillos de guía	Boquillas de aspersión	Ventiladores
Motorreductor	Sensores de nivel de agua	

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**Dimensiones:** 2500 x 900 x 1600 mm (Largo x Ancho x Alto)

**Capacidad:** 2000 platos/hora

**Alimentación eléctrica:** 380V / 50Hz / Trifásico

**Consumo de agua:** 250 litros/hora

**Material:** Acero inoxidable AISI 304

**Sistema de calentamiento:** Resistencias eléctricas y quemadores a gas

**Sistema de secado:** Sopladores de aire caliente con control de temperatura

**Sistema de seguridad:** Sensores de temperatura y apagado automático

**Sistema de control:** Panel digital con ajuste de temperatura y velocidad

Figura 15. Ficha técnica de sartén basculante.

**FICHA TÉCNICA DE HORNO COMBI DE 20 BANDEJAS 1/1GN A GAS 3**

<b>ÁREA:</b>	PRODUCCIÓN	<b>CÓDIGO:</b> HR-GLP-001
--------------	------------	---------------------------



**PARTES DE EQUIPO**

Quemadores de gas	Transformador de ignición	Motor 0,75 CV
Válvula solenoide de gas	Presostato diferencial de aire	Termostato digital
Sensor de llama UV	Ventilador de convección	Panel de control táctil
		Sensores de temperatura

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

<p><b>Dimensiones:</b> 1200 x 980 x 1800 mm (Largo x Ancho x Alto)</p> <p><b>Capacidad:</b> 20 bandejas 1/1 GN</p> <p><b>Alimentación eléctrica:</b> 220V / 50Hz / Monofásico</p> <p><b>Consumo de gas:</b> 1.2 m<sup>3</sup>/h</p> <p><b>Material:</b> Acero inoxidable AISI 304</p> <p><b>Sistema de calentamiento:</b> Quemadores a gas con control de temperatura</p> <p><b>Sistema de convección:</b> Ventiladores de alta eficiencia con distribución homogénea del calor</p> <p><b>Sistema de control:</b> Panel digital programable con múltiples modos de cocción</p> <p><b>Sistema de seguridad:</b> Válvulas de seguridad, termostato de sobrecalentamiento y bloqueo de puerta</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura 16. Ficha técnica horno combi rational.

Seguidamente, se presenta el formato de mantenimiento preventivo, el cual consta de las siguientes partes.

- Datos de la orden de trabajo

Esta sección del formato detalla el tipo de mantenimiento a ejecutar, ya sea mecánico o eléctrico, además de registrar el número de orden correspondiente de acuerdo con la numeración del Plan anual. También se incluye el número del IPERC Continuo (Identificación de peligros evaluación de riesgos y control) para garantizar que cada orden de mantenimiento cuente con su respectiva evaluación de riesgos.

Este documento ha sido revisado y aprobado por el área de Calidad, estableciendo así un punto de partida para la gestión del mantenimiento y futuras auditorías.

- Fechas y período

Aquí se especifican la fecha programada para la actividad, el inicio y la finalización del trabajo, junto con los tiempos de ejecución, la hora exacta de inicio y término, así como el turno asignado. En este caso, la planta opera en tres turnos diarios, asegurando actividad continua durante las 24 horas del día.

- Datos de la instalación de equipo

Se describe el sistema al que pertenece el equipo, como deshidratado, calidad o acondicionado. Asimismo, se registra el código del equipo según el inventario, facilitando su identificación.

- Descripción de equipo

Se indica la frecuencia de la tarea de mantenimiento, de acuerdo con la planificación anual, detallando la parte específica del equipo intervenida y la actividad realizada. También se verifica si se completó el checklist correspondiente, el tiempo total invertido en la ejecución y los materiales, herramientas o repuestos utilizados durante la intervención.

- Observaciones

En este apartado se documentan hallazgos relevantes durante la inspección, como ruidos inusuales, fluctuaciones de tensión o la necesidad de reemplazar componentes en el futuro. Estos datos permiten programar mantenimientos preventivos en paradas de planta o coordinarlos con interrupciones breves en la producción.

- Firma y responsabilidades

Se registran los datos del técnico que ejecutó el mantenimiento, y de la persona encargada de recibir la información y anotar las observaciones para su seguimiento y posterior planificación.

Como parte de esta mejora, también se implementó una macro en Microsoft Excel para agilizar la programación de mantenimiento, esto facilita en el tiempo de planificación y programación para que ya no sea manual, como se estuvo llevando en un principio.

	<b>ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y RUTINARIO</b>				Cód.:	
					Elab:	
					Apro:	
					Fech:	
					Ver:	
<b>DATOS DE LA ORDEN DE TRABAJO</b>						
N° OTM:		TIPO DE OTM:		PRIORIDAD:		ATS N°:
SOLICITADO POR:		TIPO DE TRABAJO:				FREC.
<b>FECHAS Y TIEMPOS</b>						
FECHA PROG:		TIEMPO EST. (MIN)		FECHA INI:		HORA INIC:
TURNO:				FECHA FIN:		HORA FIN:
<b>DATOS DE LA INSTALACIÓN Y/O EQUIPO</b>						
SISTEMA				EQUIPO		
<b>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO</b>						
FREC.	PARTE DEL EQUIPO	ACTIVIDAD A REALIZAR	REALIZADO		TIEMPO (MIN)	
			SI ()	NO ()		
<b>REPUESTOS UTILIZADOS</b>		<b>EQUIPOS UTILIZADOS</b>			<b>HERRAMIENTAS UTILIZADAS</b>	
<b>OBSERVACIONES</b>						
Detallar eficientemente la observación						

Figura 17. Modelo de orden de trabajo.

#### 6.4.5 Ejecución del Plan de mantenimiento basado en RCM

A continuación, se presentan los planes de mantenimiento para los equipos críticos en la producción, detallando todas las actividades necesarias para garantizar su óptimo funcionamiento. Estos planes incluyen inspecciones, limpieza, lubricación, ajustes y reemplazo de componentes según corresponda, asegurando así la eficiencia operativa, la reducción de fallos y la prolongación de la vida útil del equipo.

Tabla 61. Plan del mantenimiento Máquina Lavavajilla de arrastre.

		Actividad	Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
<b>SISTEMA: Máquina Lavavajilla de arrastre</b>	<b>SUB SISTEMA: Sistema de lavado</b>	Inspección y limpieza de boquillas de aspersión							
		Verificación de temperatura del agua y calibración de la resistencia/caldera							
		Inspección visual de la cadena transportadora							
		Inspección del panel de control y botones de operación							
		Capacitación del personal en el uso adecuado del equipo							
		Lubricación de la cadena transportadora							
		Revisión y ajuste de la tensión de la cadena de arrastre							
		Inspección del motor de arrastre (ruidos, vibraciones, temperatura)							
		Revisión y mantenimiento de la bomba de agua (presión, fugas, conexiones)							
		Pruebas de funcionamiento de sensores de nivel de agua							

		Verificación del estado de contactores, fusibles y relés en el tablero eléctrico							
		Medición de voltaje y corriente para detectar sobrecargas en el motor <b>(aplicar equipo analizador de redes)</b>							
		Revisión de conexiones eléctricas y apriete de terminales							
	<b>SUB SISTEMA: Sistema de secado</b>	Inspección y limpieza de resistencias de calentamiento <b>(Verificación en marcha con termografía)</b>							
		Verificación del correcto funcionamiento de ventiladores/turbinas							
		Inspección visual de los conductos de aire caliente para detectar obstrucciones							
		Revisión del sensor de temperatura y termostato							
		Limpieza y ajuste de conexiones eléctricas del sistema de secado							
		Verificación del estado de contactores, fusibles y relés en el tablero eléctrico							

		Medición de voltaje y corriente en motores y resistencias							
	<b>SUB SISTEMA: Sistema de secado</b>	Inspección y prueba de funcionamiento del panel de control							
		Verificación de la correcta respuesta del PLC en la selección de ciclos							
		Revisión y limpieza de sensores de temperatura y presión							
		Inspección del cableado y conexiones eléctricas del sistema de control							
		Prueba de comunicación entre el sistema de control y el sistema eléctrico							
		Revisión y calibración de sensores de temperatura y presión							
		Verificación del correcto funcionamiento de alarmas y bloqueos de seguridad							
		<b>SUB SISTEMA: Sistema de seguridad</b>	Verificación del funcionamiento de sensores de puerta						
	Prueba de activación de interruptores de emergencia								

	Inspección del sistema de bloqueo de puertas						
	Revisión del correcto funcionamiento de alarmas de seguridad						
	Verificación de indicadores visuales y sonoros						
	Inspección de disyuntores y fusibles del sistema de seguridad ( <b>hacer prueba de disparo con dispositivo RCD</b> )						
	Revisión y limpieza de sensores de fugas de agua o químicos						
	Inspección de conexiones eléctricas para detectar sobrecalentamientos						

Tabla 62. Plan del mantenimiento máquina marmita eléctrica.

		Actividad	Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	
SISTEMA: Marmita Eléctrica	SUB SISTEMA: Cuerpo principal	Inspección visual de la estructura para detectar fisuras o deformaciones								
		Revisión del estado de la superficie interna para identificar signos de corrosión								
		Verificación del ajuste y estado de fijaciones estructurales								
	SUB SISTEMA: Sistema de Calentamiento	Verificación del funcionamiento de las resistencias eléctricas								
		Inspección de conexiones eléctricas para detectar posibles fallos								
		Comprobación del correcto funcionamiento del termostato ( <b>Aplicar la cámara termográfica</b> )								
	SUB SISTEMA: Sistema de Control	Prueba de ajuste y respuesta del sensor de temperatura								
		Revisión del estado y operatividad del panel de control								
		Verificación de funcionamiento de relés y software de control								

Tabla 63. Plan del mantenimiento máquina marmita a gas.

		Actividad	Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
SISTEMA: Marmita a Gas N°01	SUB SISTEMA: Cuerpo principal	Inspección visual de la estructura para detectar fisuras, grietas o corrosión							
		Verificación del estado de juntas y sellados							
		Inspección del acabado superficial y limpieza profunda							
		Revisión y ajuste de fijaciones estructurales							
		Inspección y ajuste de los pies de soporte para garantizar estabilidad							
	SUB SISTEMA: Sistema de calentamiento	Limpieza y verificación del estado de los quemadores							
		Inspección y limpieza de conductos de gas							
		Revisión del regulador de gas y válvulas de seguridad							
		Comprobación del encendido automático							
		Inspección de conexiones de gas para detectar fugas							
		Verificación del sensor de temperatura							
	SUB SISTEMA: Sistema de control	Prueba de funcionamiento del termostato y sensor de temperatura ( <b>Aplicar la cámara termográfica</b> )							
		Revisión del panel de control y botones de operación							
		Inspección del cableado y conexiones eléctricas							
		Verificación del PLC y su comunicación con otros sistemas							

Tabla 64. Plan del mantenimiento máquina lavavajilla tipo túnel.

		Actividad	Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
SISTEMA: Máquina tipo Túnel	SUB SISTEMA: Sistema de transporte	Inspección y alineación de la banda transportadora							
		Limpieza y lubricación de rodillos y ejes							
		Revisión y prueba de sensores de proximidad							
		Verificación del variador de frecuencia y calibración de velocidad							
		Inspección del desgaste en el sistema de tracción							
		Prueba de sobrecarga y estado del motor							
	SUB SISTEMA: Sistema de Lavado	Limpieza de boquillas para evitar obstrucciones							
		Inspección y prueba de presión de agua							
		Verificación del sistema de calentamiento del agua							
		Verificar los sellos y tuberías para detectar fugas							
	SUB SISTEMA: Sistema de Secado	Limpieza de conductos de aire							
		Revisión del funcionamiento de ventiladores y resistencias							
		Prueba del sensor de temperatura y termostato							
		Inspección del sistema eléctrico para prevenir sobrecalentamiento							

Tabla 65. Plan del mantenimiento máquina Horno Rational.

		Actividad	Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
SISTEMA: Horno Combi de 20 Bandejas 1/1GN a Gas 3	SUB SISTEMA: Sistema de Combustión	Limpieza de inyectores y verificación de encendido							
		Revisión del regulador de gas y prueba de combustión							
		Inspección del sensor de llama y prueba de estabilidad de la combustión							
		Prueba de fugas en conexiones y válvulas de seguridad							
	SUB SISTEMA: Sistema de Convección	Limpieza de ventiladores y eliminación de grasa acumulada							
		Inspección y limpieza de los conductos de aire							
		Prueba del sistema de ventilación y control de temperatura - Termografía							
		Revisión de componentes eléctricos y prevención de sobrecalentamiento							
	SUB SISTEMA: Sistema de Control	Calibración del sensor de temperatura							
		Inspección y prueba del panel de control							
		Verificación de la pantalla y tarjeta electrónica							
		Prueba del software y relés del sistema de apagado automático							

#### 6.4.6 Comparación entre los valores iniciales y los indicadores de mantenimiento propuestos

A continuación, se presentan los datos obtenidos a partir de las mejoras implementadas desde julio de 2024 a diciembre de 2024 en los siguientes equipos: máquina lavavajillas de arrastre, marmita a gas N°1, marmita eléctrica, máquina tipo túnel y horno combi de 20 bandejas 1/1GN a gas. Estos resultados reflejan los avances y optimizaciones logradas en cada uno de ellos.

Tabla 66. Resumen de horas de parada con las mejoras.

Equipo	N° horas paro
Máquina lavavajilla de arrastre	22.275
Marmita a gas n°1	20.475
Marmita eléctrica	18.975
Máquina tipo túnel	18.9
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	18.6

Tabla 67. Tiempo de reparación agosto.

Ítem	Fecha inicial	Equipo	T. de reparación (Hrs.)
1	01/08/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	1
2	03/08/2024	Licadora industrial n° 2	4
3	05/08/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	1
4	07/08/2024	Marmita a gas n°1	3.5
5	09/08/2024	Marmita eléctrica	2
6	11/08/2024	Máquina tipo túnel	2
7	13/08/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	2
8	15/08/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	2
9	17/08/2024	Marmita eléctrica	2
10	19/08/2024	Máquina tipo túnel	2
11	21/08/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	3
12	23/08/2024	Licadora industrial n° 2	3
13	25/08/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	3
14	27/08/2024	Marmita a gas n°1	3
15	29/08/2024	Marmita eléctrica	1

Tabla 68. Tiempo de reparación setiembre.

Ítem	Fecha inicial	Equipo	T. de reparación (Hrs.)
1	01/09/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	1
2	03/09/2024	Licadora industrial n° 2	4
3	05/09/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	1
4	07/09/2024	Marmita a gas n° 1	3.5
5	09/09/2024	Marmita eléctrica	2
6	11/09/2024	Máquina tipo túnel	2
7	13/09/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	2
8	15/09/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	2

Tabla 69. Tiempo de reparación octubre.

Ítem	Fecha inicial	Equipo	T. de reparación (Hrs.)
1	01/10/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	1
2	01/10/2024	Marmita a gas n° 1	2
3	05/10/2024	Marmita eléctrica	1
4	05/10/2024	Máquina tipo túnel	1
5	05/10/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	1
6	05/10/2024	Marmita eléctrica	1.5
7	11/10/2024	Máquina tipo túnel	1.5
8	17/10/2024	Marmita a gas n° 1	1
9	23/10/2024	Marmita eléctrica	2

Tabla 70. Tiempo de reparación noviembre.

Fecha inicial	Equipo	T. de reparación (Hrs.)
01/11/2024	Máquina lavavajilla de arrastre	1
05/11/2024	Marmita a gas n° 1	2
09/11/2024	Marmita eléctrica	1
13/11/2024	Máquina tipo túnel	1
17/11/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	1
21/11/2024	Marmita eléctrica	1.5
25/11/2024	Máquina tipo túnel	1.5
29/11/2024	Marmita a gas n° 1	1

Tabla 71. Tiempo de reparación diciembre.

Ítem	Fecha inicial	Equipo	T. de reparación (Hrs.)
1	02/12/2024	Sartén volátil a gas n°01	2
2	11/12/2024	Sartén volátil a gas n°02	1
3	20/12/2024	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	2
4	29/12/2024	Marmita a gas n°1	1

Tabla 72. Tiempo de reparación enero.

Ítem	Fecha inicial	Equipo	T. de reparación (Hrs.)
1	01/01/2025	Licadora industrial n° 2	2
2	09/01/2025	Lavavajillas 3600	2
3	17/01/2025	Licadora industrial n° 4	1
4	25/01/2025	Licadora industrial n° 5	1.5

- MTBF con la mejora

Tabla 73. Medida del MTBF.

Para hallar el MTTBF					
Equipo	N° horas de operacion (horas de trabajo ideal - Mensual)	N° averías	Tiempo de mantenimiento	N° h. operacion (real mensual aplicando mantto correctivo)	MTBF
<b>Máquina lavavajilla de arrastre</b>	720	7	54.85	665.15	95.02
<b>Marmita a gas n°1</b>	720	7	54.65	665.35	95.05
<b>Marmita eléctrica</b>	720	7	26.84	693.16	99.02
<b>Máquina tipo túnel</b>	720	8	18.91	701.11	87.63
<b>Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3</b>	720	7	18.61	701.41	100.21

- MTTR con la mejora

Tabla 74. Medida del MTTR.

Equipo	Para hallar el MTTR		MTTR
	N° h. paro	N° averías	
Máquina lavavajilla de arrastre	54.85	13	4.21
Marmita a gas n°1	54.65	13	4.20
Marmita eléctrica	26.84	13	2.06
Máquina tipo túnel	18.91	10	1.89
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	18.61	8	2.32

### 6.4.7 Disponibilidad mejorada por equipo

Tabla 75. Medida de la disponibilidad.

Equipo	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Máquina lavavajilla de arrastre	95.02	4.21	95.74%
Marmita a gas n°1	95.05	4.20	95.76%
Marmita eléctrica	99.02	2.06	97.95%
Máquina tipo túnel	87.63	1.89	97.88%
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	100.2	2.32	97.73%

Tabla 76. Medida de la confiabilidad.

Equipo	Para hallar la Confiabilidad (R) = e <sup>(-λt)</sup>		
	T (Calculamos la confiabilidad en 24 horas)	MTBF	CONFIABILIDAD
Máquina lavavajilla de arrastre	24	95.02	77.68%
Marmita a gas n°1	24	95.05	77.68%
Marmita eléctrica	24	99.02	78.47%
Máquina tipo túnel	24	87.63	76.04%
Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 3	24	100.2	78.70%

## 6.5 Resultados – comprobación de hipótesis

### 6.5.1 Análisis descriptivo

#### 6.5.1.1. Disponibilidad

A continuación, en la figura 18 se muestran los resultados de disponibilidad antes y después de la prueba.

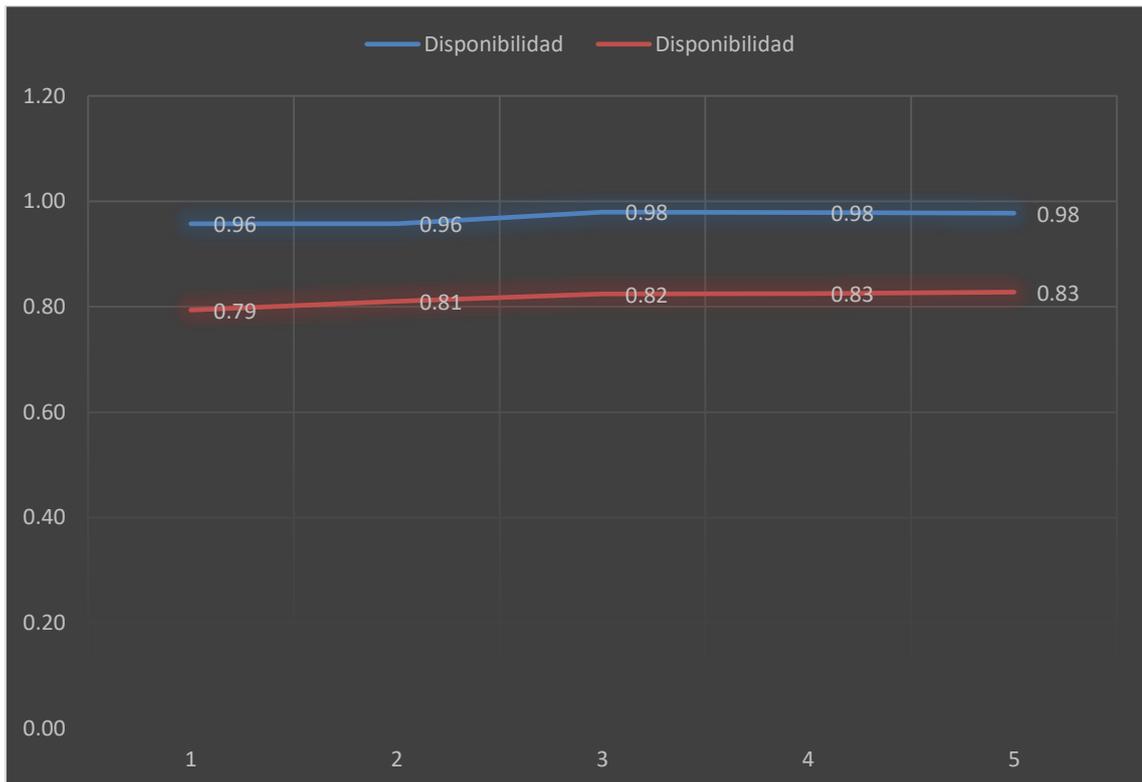


Figura 18. *Disponibilidad. actual vs Disponibilidad actual (mejora)*

La figura anteriormente especificada muestra la disponibilidad antes y después de la mejora implementada. Se observa que, en la etapa inicial, la disponibilidad presentaba valores entre 79.38% y 82.78%, lo que indicaba oportunidades de mejora en el proceso.

En contraste, después de la implementación de la mejora, se registró un aumento significativo en la disponibilidad, alcanzando valores entre 95.748% y 97.732%. Este incremento refleja un impacto positivo en la eficiencia operativa.

Al analizar los datos, se evidencia que la disponibilidad promedio en la etapa inicial era de 81.63%, mientras que después de la mejora se incrementó a 97.25%, lo que representa un

aumento del 19.1%. Esto demuestra la efectividad de las acciones implementadas para optimizar la disponibilidad del sistema.

### 6.5.1.2. Confiabilidad

A continuación, en la figura 19 se muestran los resultados de confiabilidad antes y después de la prueba.

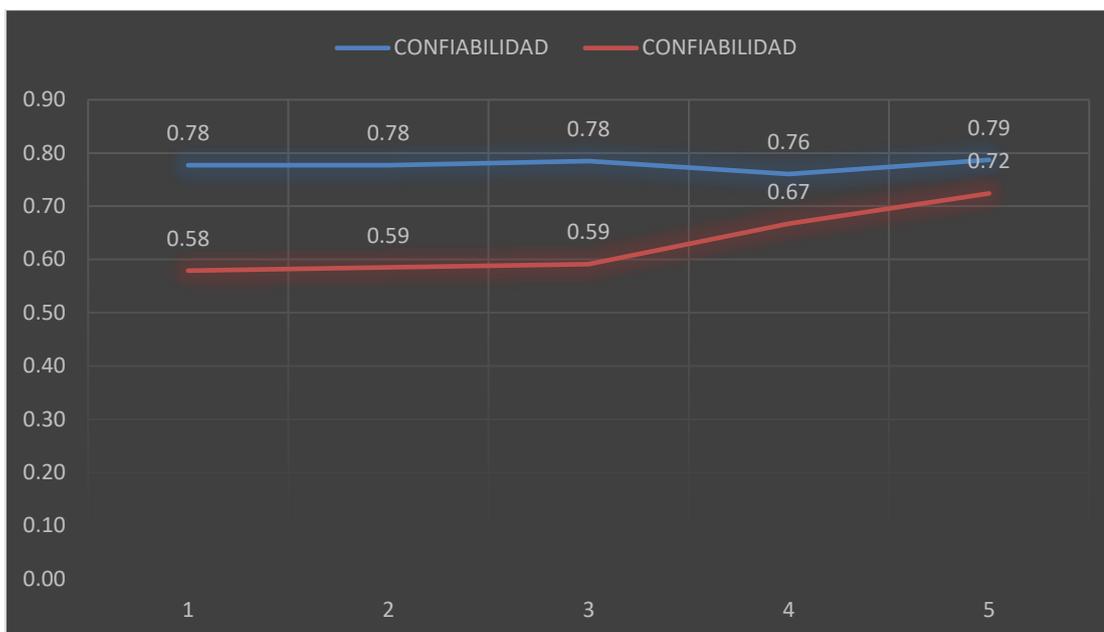


Figura 19. *Confiabilidad actual vs. confiabilidad mejor.*

La figura muestra la comparación de la confiabilidad antes y después de la mejora implementada. Se observa que, en la confiabilidad actual, los valores oscilaban entre 57.9% y 72.4%, lo que indicaba variaciones en el desempeño del sistema.

En contraste, con la confiabilidad mejorada, se registró un aumento en todos los valores, alcanzando un rango de 77.682% a 78.702%. Este incremento refleja un impacto positivo en la estabilidad y eficiencia del sistema.

Al analizar los datos, se evidencia que la confiabilidad promedio en la configuración actual era de 63% mientras que con la mejora ascendió a 78%, lo que representa un incremento del 15%. Estos resultados demuestran la efectividad de las acciones implementadas para optimizar la confiabilidad operativa.

### 6.5.2 Análisis inferencial (prueba de hipótesis)

- HO: La implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) no tiene un efecto significativo en alcanzar una disponibilidad del 95% en los equipos de la planta procesadora de alimentos de la empresa Newrest Perú.
- HA: La implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) tiene un efecto significativo en alcanzar una disponibilidad del 95% en los equipos de la planta procesadora de alimentos de la empresa Newrest Perú.

Dispactual	Dispmejorada	VAR0000
0.79	0.96	5
0.81	0.96	,16
0.82	0.98	,15
0.83	0.98	,16
0.83	0.98	,15

Figura 20. Comparativo de la disponibilidad actual vs. la mejorada

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Variacion	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Variacion	,315	5	,117	,838	5	,159

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 21. Resumen de procesamiento de casos.

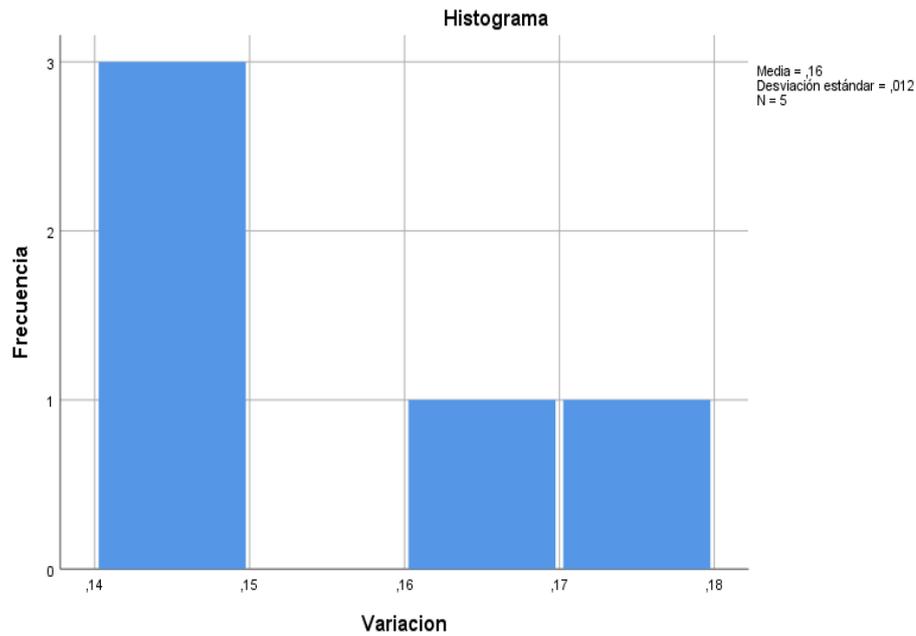


Figura 22. *Histograma, variación y frecuencia.*

Dado que la prueba de normalidad arrojó un valor de significancia (Sig. = 0.117) en el test de Kolmogorov-Smirnov, el cual es mayor al umbral de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Esto indica que los datos siguen una distribución normal o no hay suficiente evidencia para afirmar lo contrario.

Por esta razón, se opta por utilizar la prueba t de Student, una prueba paramétrica adecuada para comparar medias cuando los datos cumplen con el supuesto de normalidad. Dependiendo del objetivo del análisis, se empleará:

- Prueba t para muestras independientes, si se desea comparar dos grupos distintos.
- Prueba t para muestras relacionadas, si se quiere evaluar el mismo grupo en dos momentos diferentes.
- Prueba t para una muestra, si el objetivo es contrastar la media observada con un valor de referencia.

Este enfoque permitirá obtener conclusiones robustas sobre las diferencias entre los grupos o condiciones evaluadas.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Dispactual	,82	5	,017	,007
	Dispmejorada	,97	5	,011	,005

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	Dispactual & Dispmejorada	5	,873	,053

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Dispactual - Dispmejorada	-,156	,009	,004	-,167	-,145	-39,000	4	,000

Figura 23. Estadísticas de muestra emparejadas.

El resultado obtenido en la prueba t muestra un valor de significancia (Sig.) = 0.000, lo que indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las dos mediciones. Dado que este valor es menor al umbral de 0.05, se rechaza la hipótesis nula, lo que confirma que la mejora aplicada tuvo un impacto significativo en los resultados evaluados.

Esto sugiere que los cambios implementados lograron una variación relevante en la variable de interés, evidenciando una mejora en el desempeño tras la intervención en base a la disponibilidad de los equipos de producción masiva de alimentos para la empresa Newrest Perú.

## 6.6 Análisis descriptivo

### 6.6.1 Confiabilidad

A continuación, en la figura se muestran los resultados de confiabilidad antes y después de la prueba.

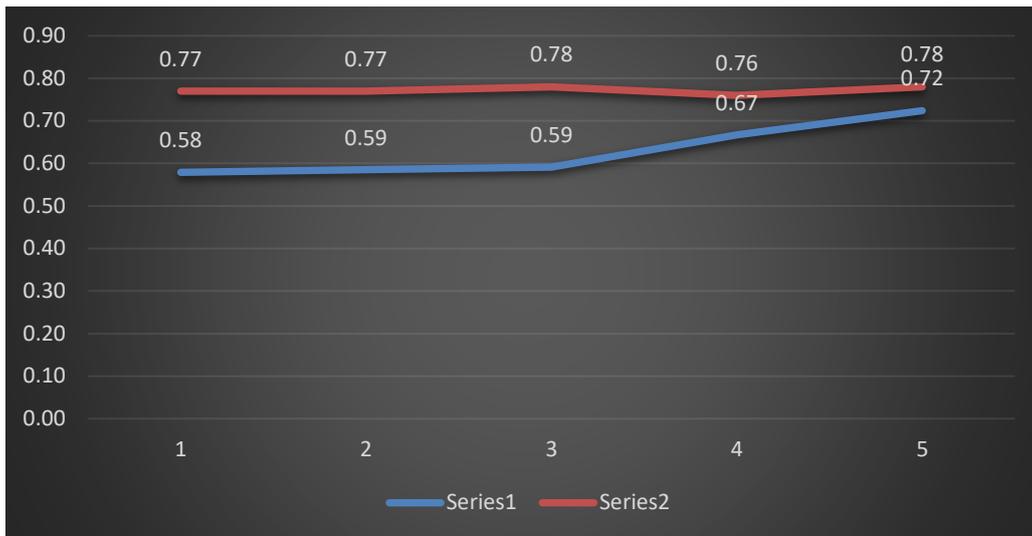


Figura 24. Comparativo de la confiabilidad antes y después del RCM.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Confactual	,63	5	,062	,028
	Confmejorada	,78	5	,011	,005

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	Confactual & Confmejorada	5	,037	,953

Figura 25. Estadísticas de muestras emparejadas.

El resultado obtenido en la prueba t muestra un valor de significancia (Sig.) = 0.06, lo que indica que no se puede considerar que exista una diferencia estadísticamente significativa entre las dos mediciones. Dado que este valor es mayor al umbral de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula, lo que sugiere que la mejora aplicada no tuvo un impacto suficientemente fuerte como para generar una diferencia significativa en los resultados evaluados. Esto indica que los cambios implementados no lograron una variación relevante en la variable de interés.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Confactual - Confmejorada	-,148	,063	,028	-,226	-,070	-5,286	4	,006

Figura 26. Prueba de muestras emparejadas.

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Confactual	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%
Confmejsorada	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%

Figura 27. Resumen de procesamiento de casos.

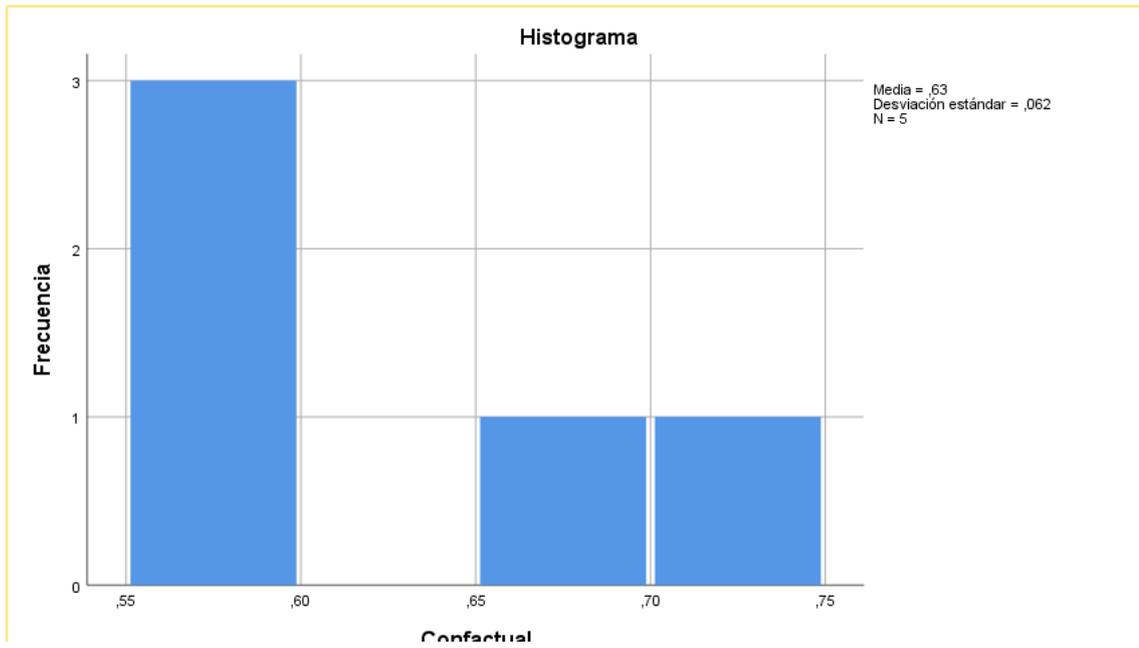


Figura 28. Histograma y frecuencia.

## CAPÍTULO VII

### EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROPUESTA DE MEJORA

#### 7.1 Beneficio económico de mantenimiento

Se presenta, la inversión de mano de obra a realizar con la finalidad de implementar el plan de mantenimiento basado en RCM, detallándose el equipo que debe encontrarse comprometido para lograr el objetivo.

*Tabla 77.* Inversión de mano de obra-herramientas-sistema.

Equipo RCM	Responsabilidad	Costo Unitario H-H	Tiempo requerido en Horas	Costo total
Gerencia	Difusión y formación sobre la ejecución del programa de mantenimiento basado en RCM.	S/ 83,14	5	S/ 415,70
Coordinador de mantenimiento	Implementación del programa de mantenimiento fundamentado en RCM.	S/ 20,83	150	S/ 3.124,50
Asistente de mantenimiento	Recopilación de información de equipos mecánicos.	S/ 11,45	150	S/ 1.717,50
Supervisor de mantenimiento	Asistencia en la elaboración del plan de mantenimiento.	S/ 15,60	40	S/ 624,00
Planner de Mantenimiento	Registro de datos de equipos mecánicos.	S/ 9,30	20	S/ 186,00
Técnico mecánico	Recolección de información de equipos mecánicos.	S/ 10,41	70	S/ 728,70
Técnico electricista	Levantamiento de información de equipos eléctricos.	S/ 10,41	70	S/ 728,70
RRHH	Entrenamiento del personal de mantenimiento y producción.		30	S/ 26.500,00
Herramientas	Insumos para la recopilación de datos y señalización de equipos.			S/ 700,00
Reordenamiento del taller	Organización y acondicionamiento de áreas.	S/ 10,41	48	S/ 499,68
Herramientas de mantenimiento de equipos	Instrumentos para los técnicos de mantenimiento: pirómetro, megóhmetro, llaves Stanley, etc.			S/ 8.500,00
Técnico Mecánico Predictivo	Enfocado en la detección de fallas y asistencia en mantenimiento.			S/26.000,00
<b>TOTAL</b>				<b>S/69.724,78</b>

Asimismo, es preciso recalcar que en la presente tabla se muestra el presupuesto que se encuentra definido para la implementación del Plan de mantenimiento, teniendo en cuenta los

equipos de mayor criticidad, en los cuales, realizando un mantenimiento preventivo óptimo y mantenimiento predictivo, se logra una mayor disponibilidad de equipos.

En las siguientes tablas se presentan los costos de mantenimiento de los equipos de mayor criticidad, específicamente la máquina lavavajilla de arrastre, la marmita a gas N°1, la marmita eléctrica, la máquina tipo túnel y el horno combi de 20 bandejas 1/1GN a gas. A estos equipos se les implementó un plan de mantenimiento basado en RCM.

*Tabla 78.* Costo de hora máquina lavavajilla.

<b>Máquina lavavajilla de arrastre</b>				
<b>Sistema</b>	<b>N° Fallas</b>	<b>Costes de Mantenimiento (\$)</b>	<b>Tiempo de Reparación (Hrs)</b>	<b>Costo por Hora de Equipo Parado (\$)</b>
Sistema de lavado	4	1.500,00	50,5	25.250,00
Sistema de secado	3	1.000,00	40,3	20.150,00
Sistema de control	6	800	30,2	15.100,00
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>3.300,00</b>	<b>121</b>	<b>60.500,00</b>

*Tabla 79.* Costo de hora equipo marmita a gas.

<b>Marmita a gas N°1</b>				
<b>Sistema</b>	<b>N° Fallas</b>	<b>Costes de Mantenimiento (\$)</b>	<b>Tiempo de Reparación (Hrs)</b>	<b>Costo por Hora de Equipo Parado (\$)</b>
Cuerpo principal	4	1.500,00	50,7	25.350,00
Sistema de calentamiento	5	1.800,00	60,4	30.200,00
Sistema de control	4	1.200,00	40,5	20.250,00
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>4.500,00</b>	<b>151,6</b>	<b>75.800,00</b>

*Tabla 80.* Costo de hora equipo marmita eléctrica.

<b>Marmita eléctrica</b>				
<b>Sistema</b>	<b>N° Fallas</b>	<b>Costes de Mantenimiento (\$)</b>	<b>Tiempo de Reparación (Hrs)</b>	<b>Costo por Hora de Equipo Parado (\$)</b>
Cuerpo principal	4	1.200,00	40,6	20.300,00
Sistema de calentamiento	5	1.500,00	50,9	25.450,00
Sistema de control	4	1.000,00	30,3	15.150,00
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>3.700,00</b>	<b>121,8</b>	<b>60.900,00</b>

Tabla 81. Costo de hora equipo máquina tipo túnel.

<b>Máquina tipo túnel</b>				
<b>Sistema</b>	<b>N° Fallas</b>	<b>Costes de Mantenimiento (\$)</b>	<b>Tiempo de Reparación (Hrs)</b>	<b>Costo por Hora de Equipo Parado (\$)</b>
Sistema de transporte	3	1.500,00	40,8	20.400,00
Sistema de lavado	4	2.000,00	50,6	25.300,00
Sistema de secado	3	1.500,00	30,5	15.250,00
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>5.000,00</b>	<b>121,9</b>	<b>60.950,00</b>

El análisis se ha realizado considerando el número de fallas, los sistemas que conforman cada equipo, el costo de mantenimiento y el tiempo de reparación. Asimismo, se incluye el costo por hora de equipo parado, el cual representa el mayor impacto económico debido a la pérdida de producción.

Tabla 82. Costo de hora equipo máquina lavavajilla de arrastre.

<b>Máquina lavavajilla de arrastre</b>					
<b>Sistema</b>	<b>N° Fallas (Antes)</b>	<b>N° Fallas (Después)</b>	<b>Costes de Mantenimiento (\$)</b>	<b>Tiempo de Reparación (Hrs)</b>	<b>Costo por Hora de Equipo Parado (\$)</b>
<b>Sistema de lavado</b>	4	2	675	22,7	11.350,00
<b>Sistema de secado</b>	3	1	450	16,5	8.250,00
<b>Sistema de control</b>	6	2	300	12,1	6.050,00
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>1.425,00</b>	<b>51,3</b>	<b>25.650,00</b>

Tabla 83. Costo de hora equipo máquina marmita a gas.

<b>Marmita a gas N°1</b>					
<b>Sistema</b>	<b>N° Fallas (Antes)</b>	<b>N° Fallas (Después)</b>	<b>Costes de Mantenimiento (\$)</b>	<b>Tiempo de Reparación (Hrs)</b>	<b>Costo por Hora de Equipo Parado (\$)</b>
<b>Cuerpo principal</b>	4	2	675	22,9	11.450,00
<b>Sistema de calentamiento</b>	5	2	875	28,4	14.200,00
<b>Sistema de control</b>	4	1	550	19,7	9.850,00
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>2.100,00</b>	<b>71</b>	<b>35.500,00</b>

## 7.2 Beneficio después de la propuesta

Tabla 84. Costo de hora equipo máquina marmita a gas.

Equipamiento	Costo Actual	Costo a partir de la mejora	Beneficio
Máquina lavavajilla de arrastre	60.500,00	25.650,00	<b>34.850,00</b>
Marmita a gas N°1	75.800,00	35.500,00	<b>40.300,00</b>
Marmita eléctrica	60.900,00	30.200,00	<b>30.700,00</b>
Máquina tipo túnel	60.950,00	29.600,00	<b>31.350,00</b>
Horno combi de 20 bandejas 1/1GN a gas 3	60.850,00	30.000,00	<b>30.850,00</b>

Como se muestra en la tabla, se representa el costo total de avería antes y después de la mejora para los equipos críticos: máquina lavavajilla de arrastre, marmita a gas N°1, marmita eléctrica, máquina tipo túnel y horno combi de 20 bandejas 1/1GN a gas. La implementación del plan de mantenimiento basado en RCM ha permitido una reducción significativa en los costos de mantenimiento, generando un beneficio total de 168,050 dólares anuales.

## CAPÍTULO VIII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 8.1 Conclusiones

La implementación del RCM contribuyó significativamente a mejorar la disponibilidad de los equipos, aumentando de un promedio de 81.63% a 97.25%, con una mejora del 19.1%. Asimismo, la confiabilidad, se observó una mejora del promedio de 63% a 78%. Con lo cual se concluye que, el RCM es eficaz especialmente en términos de disponibilidad, con beneficios operativos tangibles para la planta.

Con el diagnóstico se evidenció que las fallas frecuentes y no planificadas resultaban en niveles bajos de MTBF; asimismo, un MTTR elevados y disponibilidad media. Estos valores reflejan una operación ineficiente, con paradas frecuentes que afectaban la producción continua.

La disponibilidad actual de los equipos presentaba valores oscilantes entre 79.37% y 82.77%, en cuanto a la confiabilidad presentaban valores promedio entre 57.9% y 72.4%.

Las estrategias basadas en el enfoque RCM, como el análisis funcional, el uso del AMEF para priorizar modos de falla, y la planificación de mantenimientos preventivos y predictivos, permitieron reducir significativamente los eventos de fallas no planificadas. La frecuencia de averías disminuyó de un promedio de 13 a 7 fallas mensuales por equipo, lo que mejoró el tiempo medio entre fallas (MTBF) y redujo la duración de los paros (MTTR).

Las métricas implementadas en la presente gestión de mantenimiento son el MTBF (Tiempo Medio entre Fallas), el MTTR (Tiempo Medio de Reparación), la disponibilidad operativa y la confiabilidad. Estas herramientas permiten detectar fallas recurrentes, evaluar la eficacia de las intervenciones de mantenimiento y ajustar las estrategias preventivas y predictivas.

Gracias a la implementación del RCM se pretende que se genere un beneficio económico al año de 168 050 dólares, ello se logra mediante la minimización de fallas, tiempos de reparación y reducción de costos de mantenimiento.

#### 8.2 Recomendaciones

Realizar actualizaciones constantes sobre RCM con el fin de afianzar los niveles de disponibilidad y confiabilidad, con la finalidad de que estas mejoren ante nuevas condiciones operativas.

Se recomienda realizar acciones correctivas que estén directamente ligadas a la causa raíz y contribuya al mejoramiento del mantenimiento preventivo para lograr la minimización de las fallas y la mejora de los índices de MTBF y MTTR.

Se recomienda realizar un monitoreo constante de los indicadores de disponibilidad y confiabilidad, estableciendo metas mínimas y planes de mejora continua para estabilizar su comportamiento.

Se recomienda realizar seguimiento a las herramientas del RCM y reforzar la capacitación del personal técnico en su aplicación para mantener la tendencia a la reducción de fallas.

Es recomendable incluir métricas tales como MTBF, MTTR, disponibilidad y confiabilidad en un sistema digital de mantenimiento, para facilitar el análisis histórico y la toma de decisiones basadas en datos.

Se recomienda reinvertir parte del ahorro económico generado por el RCM en tecnología y formación técnica para asegurar la sostenibilidad del programa y maximizar sus beneficios a largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SILVA, RENAN FAVARÃO da, y otros. *Reliability and Risk Centered Maintenance: A Novel Method for Supporting Maintenance Management*. Julio-Setiembre de 2023, págs. 1-23.
2. *Benefits of RCM (Reliability-Centered Maintenance) in the Maritime Industry*. Saxena, Amit. 1, Enero-Febrero de 2025, Vol. 7.
3. JOSH, África del Norte &. *Crhome. Maint Africa*. [En línea] 3 de diciembre de 2024. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2025.] Disponible en: [https://maintafrica.com/2024/12/03/reliability-centered-maintenance-rcm/?utm\\_source=chatgpt.com](https://maintafrica.com/2024/12/03/reliability-centered-maintenance-rcm/?utm_source=chatgpt.com).
4. TORNERO, FRANK GIANCARLOS DE LA CRUZ Y PANDURO, PIERO HUMBERTO ARATA. *Mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad en equipos críticos en una planta de producción de harina y aceite de pescado - Callao - 2021*". Callao: s.n., 2021.
5. ANGEL, CASTILLO FLORES MIGUEL Y VLADIMIR, FLORES CORDOVA. *Implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de los camiones en una empresa minera*. Chimbote : s.n., 2023.
6. SMITH, DAVID J. *Reliability Maintainability and Risk*. 7. 1995.
7. MOUBRAY, JOHN. *Reliability-centered Maintenance (RCM)*. 2. Butterworth-Heinemann : s.n., 1997.
8. BLANCHARD, BENJAMIN S. Y FABRYCKY, WOLTER J. *Systems Engineering and Analysis*. 4. 2010.
9. NAKAJIMA, SEIICHI. *Introduction to TPM: Total productive maintenance*. s.l. : Productivity Press, 1998.
10. GOMEZ, SERGIO. *Metodología de la Investigación Tlanepantia MEXICO*. MEXICO : TERCER MILENIO SC. 2012. 9786077331490, 2012. págs. 1-88. 9786077331490.

11. KHASANAH, R, Y OTROS. *The Reliability-Centered Maintenance (RCM) effect on plant availability and downtime loss in the process industry*. 8-12 de octubre de 2023, IConISE-ACISE 2020.
12. JIMÉNEZ, VICTOR ANDRÉ FLORES. *Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la disponibilidad del equipo de alta criticidad, en la línea de deshidratado de la planta de alimentos Villa Andina S.A.C-Cajamarca*. Lambayeque : s.n., 2022.
13. LOYA, DARÍO R. *Diseño de un plan de mantenimiento predictivo para el área de abastecimiento corte térmico de la empresa sedemi*. Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica Indoamérica. Quito: Repositorio Universidad Tecnológica Indoamérica, 2020. págs. 1-134, Tesis de Pregrado.
14. ÁLVAREZ, GUSTAVO A Y ARAUJO, IVAN P. *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en RCM de los activos críticos del área de mezclado de la empresa Continental Tire Andina S.A*. Ingeniería, Universidad de Azuay. Cuenca: s.n., 2020. págs. 1-16, tesis de postgrado.
15. FLORES, DOMÉNICA J Y MOLINA, DENNIS M. *Elaboración de un plan de mantenimiento basado en RCM para la flota vehicular de la empresa pública EMMAIPC-EP*. Ingeniería Mecánica Automotriz, Universidad Técnica Salesiana. Cuenca: s.n., 2021. págs. 1-105, Tesis de pregrado.
16. LÓPEZ, EDUARDO A Y PRIETO, CARLOS D. *Diseño de protocolo para la aplicación de la metodología RCM en la industria*. Ingeniería Mecánica, Universidad Santo Tomas. Tunja: Repositorio Universidad Santo Tomas, 2022. págs. 1-75, Tesis de pregrado.
17. ÁVILES, LUIS A. *Propuesta de Plan de Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM) para los Vehículos de la Empresa Arancel Servicios Logísticos y Financieros S.A.S*. Ingeniería Mecánica, Universidad Antonio Nariño. Neiva: Repositorio Universidad Antonio Nariño, 2023. págs. 1-95, Tesis de Pregrado.
18. ARESTEGUI, MELISSA K. *Implementación de manufactura esbelta para mejorar el proceso de producción y calidad en una micro empresa de calzado ubicada en la ciudad de Arequipa, 2019*. Ingeniería Industrial, Universidad Católica de Santa María. Arequipa: Repositorio, 2020. págs. 1-224, tesis de pregrado.

19. CONSTANTINO, Carlos A. *Propuesta del plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad (RCM) para reducir costos de mantenimiento en el proceso de fundas de banano en la empresa Polisa S.R.L.* Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo: Repositorio universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2021. págs. 1-210, tesis de pregrado.
20. ORTEGA, PETER M. *Programa de mantenimiento productivo total en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019.* Universidad Cesar Vallejo, Ingeniería Industrial. Lima: Repositorio Universidad Cesar Vallejo, 2019. págs. 1-77, Tesis de pregrado.
21. MARÍÑAS, DIEGO. *Plan de mantenimiento basado en RCM para maximizar la disponibilidad de tráileres de 32 toneladas en una empresa de transportes en Lima Norte.* Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica Del Perú. Lima: Repositorio Universidad Tecnológica Del Perú, 2022. págs. 1-83, Tesis de Pregrado.
22. RUIZ, RICHARD. *Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en los sistemas de transmisión para mejorar la gestión de mantenimiento en las grúas stackers de llenos aplicado en la empresa apm terminals inland services para el periodo 2019.* Ingeniería Mecánica - Eléctrica, Universidad Nacional De Ica. Ica: repositorio universidad nacional de ica, 2019. págs. 4-113, tesis de pregrado.
23. ALVAREZ, FREISY y DE LA CRUZ, ELIAS E. *Propuesta de mejora en la gestión de logística y mantenimiento para incrementar la rentabilidad de una empresa de transporte de carga.* Ingeniería Industrial, Universidad Privada del Norte. Trujillo: Repositorio Universidad Privada del Norte, 2023. págs. 1-95, Tesis de Pregrado.
24. MORALES, ALEXANDER Y LAZO, JERSON J. *Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota de soporte de una empresa minera.* Ingeniería Industrial, Universidad Continental. Lima : Repositorio Universidad Continental, 2023. págs. 1-119, Tesis de Pregrado.
25. VICTORIO, YONEL M. *Propuesta de mejora aplicando TPM en el área de producción de la empresa Montalván Verástegui SAC.* Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica del Perú. Lima: Repositorio Universidad Tecnológica del Perú, 2019. págs. 1-91, TESIS DE PREGRADO.

26. SANCHEZ, EDISSON H. *Optimización de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad mecánica de una flota de semirremolques tipo portacontenedores que transportan concentrado de cobre en Proyecto Minero las Bambas*. Ingeniería Mecánica, Universidad Continental. Arequipa: Repositorio Universidad Continental, 2021. págs. 1-142, Tesis de pregrado.
  
27. JOSÉ, ARTEAGA, ÁNGEL Y DAQUINTA-GRADAILLE, ANTONIO. *Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) caso de aplicación máquina empacadora de atún en latas*. peñañiel, 8, s.l. : Ed. Esp. dic. 2021, 08 de diciembre de 2021, Revista Científica “INGENIAR”, Vol. 4, págs. 43-57.
  
28. ANDRADE CARLOS y HERRERA, MIGUEL. *Analysis of the current situation of maintenance focused on reliability Rcm*, s.l. : Revista Científica “INGENIAR, julio de 2021, INGENIAR, Vol. 4, págs. 2-18.
  
29. SALAZAR, JOSE I, TORRES, Roberto y VELEPUCHA, JORGE M. *Análisis de modos y efectos de fallas en una sala de máquinas de un hospital*. s.l. : Revista Científica INGENIAR, 10 de enero de 2024, INGENIAR, Vol. 7, págs. 119-131.
  
30. MOREIRA, NESTOR Y REAL, GRREETHER. *Tiempo estándar en gestión de mantenimiento de matrices de corte*. 8, s.l. : Revista Científica “INGENIAR”, 15 de Setiembre de 2021, INGENIAR, Vol. 4, págs. 2-29.
  
31. ZAMBRANO, JOSE A Y PEREZ. *Caracterización del estado de aplicación de las técnicas de mantenimiento predictivo de la flota atunera industrial que opera en el pacífico oriental.*, Julio N. 8, s.l. : Revista Científica “INGENIAR, 08 de diciembre de 2021, Revista Científica ‘INGENIAR, Vol. 4, págs. 79-95.
  
32. JOSÉ, PEÑAFIEL, ÁNGEL, ARTEAGA Y ANTONIO, DAQUINTA GRADAILLE. *Reliability centered maintenance (rcm) application case tuna canning machinery*. 8, Ecuador : s.n., Diciembre de 2021, INGENIAR, Vol. 4.
  
33. RAKYTA, MIROSLAV, Y OTROS. *The Change in Maintenance Strategy on the Efficiency and Quality of the Production System..* 17, Julio-Agosto de 2024, Electronics, Vol. 13.
  
34. PECH, MARTIN, VRCHOTA, JAROSLAV Y BEDNÁ, JIŘÍ. *Predictive Maintenance and Intelligent Sensors in Smart Factory: Review*. 4, Diciembre-Febrero de 2020-2021, Sensors, Vol. 21.

35. YASIN, I, KURNIATI, N Y SYAIRUDIN, B. *Reducing unplanned downtime using Predictive Maintenance (PdM)*. 2021, IOP Publishing, Vol. 1072.
36. GALEANO, LUIS PAIPA, Y OTROS. *Key Lessons to Sustain Continuous Improvement: A Case Study of Four Companies*. 1, Colombia : s.n., Julio-Febrero de 2019-2020, OmniaScience, Vol. 13, págs. 195-211.
37. BENINI, LUCAS Y SANTOS, ALEXANDRE. *Reliability-maintenance maintenance (RMC) using in food vacuum packaging*. 2, Brasil : s.n., 6 de Abril de 2021, The Journal of Engineering and Exact Sciences, Vol. 7, págs. 1-14.
38. YAVUZ, OĞUZHAN, Y OTROS. *Reliability Centered Maintenance Practices in Food Industry. Turkey* : s.n., 2019, Procedia, págs. 227-234.
39. CASTAÑEDA, SAIR, Y OTROS. *Increase of the Availability of Machinery in a Food Company Applying the TPM, SMED and RCM Methodologies*. 8, Lima: s.n., Agosto de 2024, International Journal of Engineering Trends and Technology, Vol. 72, págs. 128-138.
40. UZOIGWE, DANIEL OLUWASEGUN. *Evaluating the Effectiveness of Reliability-Centered Maintenance Programs in Food and Beverage Manufacturing Facilities; A Review*. 2, Enero-Marzo de 2024, Vol. 9, págs. 204-232.
41. VACA, CRISTIAN SEBASTIÁN ARROYO Y QUITO, ROMEL FABIAN OBANDO. *Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos*. 10, Quito : s.n., Abril-Junio de 2022, E-IDEA, Vol. 4, págs. 59-69.
42. TOYOS, SILVIA. CRHOME. FRACTTAL. [En línea] 27 de Mayo de 2023. [Fecha de consulta: 18 de Mayo de 2025.] Disponible en: [https://www.fracttal.com/es/blog/mantenimiento-preventivo-en-plantas-de-alimentos?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.fracttal.com/es/blog/mantenimiento-preventivo-en-plantas-de-alimentos?utm_source=chatgpt.com).
43. Fracttal. Crhome. Fracttal. [En línea] [Fecha de consulta: 18 de Mayo de 2025.] Disponible en: [https://www.fracttal.com/es/guias-mantenimiento/mantenimiento-centrado-en-confiabilidad?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.fracttal.com/es/guias-mantenimiento/mantenimiento-centrado-en-confiabilidad?utm_source=chatgpt.com).
44. HUSSAIN, AMJAD, Y OTROS. *Improving Productivity and Quality in SMEs of Pakistan: A case study*. 2, Pakistan : s.n., 2015, Vol. 20.

45. GIANNASI, ELBA. *Desperdicios en la producción. Instituto nacional de Tecnología Industrial.* 2020.
46. JOSE, BOLAÑOS FLORES EDWIN, ANTONIO, TORRES QUIJANO MARCO Y PRIMAVERA, VELÁSQUEZ PEREZ CELESTE. *Manual de mantenimiento preventivo y correctivo, para las instalaciones y equipos de la universidad francisco gavidia, bajo la norma de la ISO 9001:2000.* San Salvador : s.n., 2005.
47. ECHEVERRÍA, JOSÉ ANTONIO. *La participación de los trabajadores en la toma de decisiones de sus empresas. realidades y regulaciones.* 3, La habana : s.n., 2010, Ingeniería Industrial, págs. 1-5.
48. IV, JOHN MITCHELL MOUBRAY. *Mantenimiento centrado en la confiabilidad.* 2004.
49. CASTAÑEDA, SULY SENDY PÉREZ, Y OTROS. *Estudio de la rentabilidad empresarial en Latinoamérica. una aproximación bibliométrica.* 1, Ciudad de México : s.n., Enero-Febrero de 2024, Ciencia Latina Internacional, Vol. 8.
50. GRAJALES, DAIRO H. MESA. *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento.* 30, Pereira : s.n., 2006.
51. UTOMO, WIRANTO HERRY Y YULIANTI, FARAH. *Mean Time Between Failure for Predictive Maintenance Using Hadoop and PowerBI.* 13, Enero-Junio de 2021, Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, Vol. 12, págs. 3572-3578.
52. RELIC, NEW. *Reducing MTTR the Right Way Best practices for fast incident resolution.* 2020.
53. ESPINA, WILLIAM PÍRELA Y RAMÍREZ, MARLE MARTÍNEZ. *Subsistema de mantenimiento del capital humano para la praxis gerencial exitosa.* 1, Zulia : s.n., 2022.
54. ORTEGA, JENNY SÁNCHEZ. *Safety at work and occupational health: a systematic review based on Ecuadorian regulations, protocols and sustainability.* Ecuador : s.n., Enero de 2024, Polo del conocimiento, págs. 360-408.
55. OREIRA, CARLOS JOSUE RODRIGUEZ Y PERALVO, DAVID ALEJANDRO ZALDUMBIDE. *Análisis de la calidad de productos y su impacto en el*

*posicionamiento de mercado: caso empresa "Del Mejor".* M Ecuador : s.n., Marzo de 2024, Digital Publisher.

56. WENDY JOESLY MENDOZA DE LA CRUZ, ADELA DEL JESÚS LUCIO PILLASAGUA. *Financial profitability and its impact on decision-making in water bottling companies.* Manabí : s.n., 10 de Julio de 2024, Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas.
57. HERNÁNDEZ, ROGEJ A. MARRERO, Y OTROS. *Maintenance planning, its importance in asset management.* La habana : s.n., Octubre-Diciembre de 2022, Ingeniería Industrial.
58. NÉSTOR, MOREIRA MENDOZA Y GREETHER, REAL PÉREZ. *Standard time for maintenance management of cutting matrices.* 8, Manabí : s.n., Septiembre de 2021, INGENIAR, Vol. 4.
59. ALBERTO, FRANCO CARLOS Y FRANCISCO, VELÁSQUEZ. *Cómo mejorar la eficiencia operativa utilizando el trabajo en equipo.* 76. Colombia : s.n., Julio-septiembre de 2000, Estudios gerenciales, págs. 27-35.
60. FLORES, MARÍA DEL ROSARIO DEMUNER, TORRES, OSVALDO URBANO BECERRIL Y CISNEROS, MANUEL ALEJANDRO IBARRA. *Capacidad de respuesta y capacidad de absorción. Estudio de empresas manufactureras en México.* 53, México : s.n., Febrero-Abril de 2018, nóesis, Vol. 27.
61. SHAHEEN, BASHEER WASEF Y NÉMETH, ISTVÁN. *Integration of Maintenance Management System Functions with Industry 4.0 Technologies and Features A Review.* 2022, Vol. 10.
62. *Downtime in the Automotive Industry Production Process – Cause Analysis.* Wolniak, Radosław. 2, Junio-Julio de 2019, Vol. 23, págs. 101-117.
63. TREVIÑO, JUAN GILBERTO SILVA, Y OTROS. *The relationship between service quality, customer satisfaction, and customer loyalty: A case study of a trading company in Mexico.* 2, México : s.n., enero-junio de 2021, Ciencias sociales, Vol. 15, págs. 85-101.
64. BLAS, ROSITA ISELDA FERRER, BARBA, INDIRA GALARCEP Y GAVIÑO, JUAN CARLOS SOLANO. *Lean Manufacturing in food production: Systematic review,*

*bibliometric analysis and proposed application*. 4, Trujillo : s.n., 2024, Vol. 15, págs. 569-579.

65. HERNÁNDEZ, ROBERTO. *Metodología de la investigación*. México. Distrito Federal : Interamericana Editores S. A., 2014. págs. 1-634.
66. ESPINOZA, CIRO. *Metodología de la investigación Tecnológica*. HUANCAYO : Soluciones Gráficas S. A. C, 2014. págs. 1-206.
68. FLORES, VICTOR A. *Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la disponibilidad del equipo de alta criticidad en la línea de deshidratado de la Planta de Alimentos Villa Andina S.A.C - Cajamarca*. Ingeniería Mecánica Eléctrica, Universidad Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque: Repositorio Universidad Pedro Ruiz Gallo, 2022. págs. 1-215, Tesis de pregrado.
69. NIÑO, VICTOR. *Metodología de la investigación*. Bogotá, Colombia. Bogotá: Ediciones de la U - Calle 24 A No. 43-22, 2011. págs. 1-158. 978-958-8675-94-7.
70. NIETO, EUGENIO. *Mantenimiento industrial práctico (2a Edición)*. Madrid : Fidestec.
71. MOUBRAY, JOHN. *Mantenimiento centrado en la Confiabilidad*. 2014.
72. AGUILAR, SARAÍ. *Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones en Tabasco*, vol. 11, núm. 1-2, enero-agosto, 2005, pp. 333-338

## ANEXOS

**Anexo 01. Detalle de equipos de la empresa Newrest.**

<b>EQUIPOS EN PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS NEWREST PERÚ</b>												
ÍTEM	CODIGO	Equipo	COSTO DE EQUIPO PRECIO \$	Marca	Modelo	Serie	Ubicación	Locación	Estado	Fecha último Servicio	Activo/Inactivo	Frecuencia Mantenimiento
1	00825	HORNO COMBI DE 20 BANDEJAS 1/1GN A GAS 1	80000	RATIONAL	SCCWE 201G	G21SI18052668548	COCINA CALIENTE	CAMPAMENTO PERMANENTE	OPERATIVO	16-12-2024	Activo	Mensual
2	00826	HORNO COMBI DE 20 BANDEJAS 1/1GN A GAS 2	80000	RATIONAL	SCCWE 201G	G21SI18052668549	COCINA CALIENTE	CAMPAMENTO PERMANENTE	OPERATIVO	17-12-2024	Activo	Mensual

3	00827	HORNO COMBI DE 20 BANDEJAS 1/1GN A GAS 3	80000	RATIONAL	SCCWE 201G	G21SI18052668552	COCINA CALIENTE	CAMPAMENTO PERMANENTE	OPERATIVO	18-07-2024	Activo	Mensual
4	00828	HORNO COMBI DE 20 BANDEJAS 1/1GN A GAS 4	80000	RATIONAL	SCCWE 201G	G21SI18052668547	COCINA CALIENTE	CAMPAMENTO PERMANENTE	OPERATIVO	24-06-2024	Activo	Mensual
5	00829	HORNO COMBI DE 20 BANDEJAS 1/1GN A GAS 5	80000	RATIONAL			COMEDOR OXIDO L11	CAMPAMENTO PERMANENTE	OPERATIVO	18-07-2024	Activo	Mensual
6	00846	LAVAVA JILLAS 4600	55000	SAMMIC	SRC-4000D S8CV	13027651911102	COMEDOR CARPA	CAMPAMENTO PERMANENTE	OPERATIVO	13-12-2024	Activo	Mensual
7	00847	LAVAVA JILLAS 3600	50000	SAMMIC	SRC-4000D S8CV	13026881843335	COMEDOR PRINCIPAL	CAMPAMENTO PERMANENTE	OPERATIVO	13-12-2023	Activo	Mensual
8	00849	LICUADORA INDUST	30000	SKYMSE N	LAR-25	648019000142	JUGOS Y REFRESCOS	CAMPAMENTO	OPERATIVO	24-12-2024	Activo	Mensual

		RIAL N° 1						PERMA NENTE					
9	0085 0	LICUAD ORA INDUST RIAL N° 2	3000 0	SKYMSE N				COCIN A CALIEN TE	CAMP AMEN TO PERMA NENTE	OPERA TIVO	18-12- 2024	Activo	Mensual
10	0085 0	LICUAD ORA INDUST RIAL N° 3	3000 0	SKYMSE N	LAR- 25	6480190001 45		COCIN A CALIEN TE	CAMP AMEN TO PERMA NENTE	OPERA TIVO	26-12- 2024	Activo	Mensual
11	0085 0	LICUAD ORA INDUST RIAL N° 4	3000 0	SKYMSE N	LAR- 25	6480190001 46		COCIN A CALIEN TE	CAMP AMEN TO PERMA NENTE	OPERA TIVO	14-06- 2023	Activo	Mensual
12	0085 0	LICUAD ORA INDUST RIAL N° 5	4000	SKYMSE N	LAR- 25	6480190001 48		COCIN A CALIEN TE	CAMP AMEN TO PERMA NENTE	OPERA TIVO	04-12- 2024	Activo	Mensual
13	0085 0	MÁQUIN A LAVAVA JILLA	8500 0	WINTERH ALTER	C50	41996280- CAMP		COMED OR PRINCI PAL	CAMP AMEN TO PERMA NENTE	OPERA TIVO	14-12- 2024	Activo	Mensual
14	0085 0	MÁQUIN A TIPO TÚNEL	7500 0	ELECTRO LUX				COMED OR OXIDO	CAMP AMEN TO PERMA NENTE	OPERA TIVO	10/11/ 2024	Activo	Mensual

15	00850	MARMITA ELECTRICA	90000	FIREX	PMRIG300	0086321AI01	COCINA CALIENTE	CAMPAMENTO PERMANENTE	OPERATIVO	10-11-2024	Activo	Mensual
16	00850	MARMITA A GAS N°1	90000	NACIONAL	NACIONAL	REPAGAS001	COCINA CALIENTE	CAMPAMENTO PERMANENTE	OPERATIVO	06-11-2024	Activo	Mensual
17	00850	SARTEN VOLCABLE A GAS N°01	65000	FIREX	BM1G150I	CC-SV001	COCINA CALIENTE	CAMPAMENTO PERMANENTE	OPERATIVO	02-11-2024	Activo	Mensual
18	00850	SARTEN VOLCABLE A GAS N°02	65000	FIREX	BR1G150I	0084902AC02	COCINA CALIENTE	CAMPAMENTO PERMANENTE	OPERATIVO	04-11-2024	Activo	Mensual

Fuente: Newrest Perú (2024).

Anexo 02. Número de paralizaciones referenciales registradas manualmente por turno año 2023-2024.

NUMERO DE PARALIZACIONES REGISTRADAS POR TURNO DIA 2024																	
DIA DE PARALIZACION POR EQUIPO AÑO 2024																	
Ítem	Código	Equipo	Costo de producción neta por equipo	Costo perdida por parada de equipo anual	Horas de trabajo dia	Enero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
1	00825	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 1	\$8,000.00	\$304,000.00	20	2	2	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3
2	00826	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 2	\$8,000.00	\$424,000.00	20	2	2	4	4	4	5	6	5	5	5	4	5
3	00827	Horno combi de 20	\$8,000.00	\$288,000.00	20	2	2	3	2	2	2	2	3	5	4	4	3

		bandejas 1/1gn a gas 3															
4	008 28	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 4	\$8,000. 00	\$288,0 00.00	20	2	2	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3
5	008 29	Horno combi de 20 bandejas 1/1gn a gas 5	\$8,000. 00	\$240,0 00.00	20	2	1	2	2	2	2	2	3	2	3	4	3
6	008 46	Lavavajillas 4600	\$1,500. 00	\$54,00 0.00	16	2	2	2	2	1	2	2	3	5	4	5	4
7	008 47	Lavavajillas 3600	\$1,500. 00	\$63,00 0.00	16	2	2	2	4	2	2	6	2	4	5	4	5
8	008 49	Licuada industrial n° 1	\$1,100. 00	\$38,50 0.00	6	1	2	1	2	3	2	2	3	4	4	5	4
9	008 50	Licuada industrial n° 2	\$1,100. 00	\$37,40 0.00	6	3	2	2	2	2	3	2	2	3	4	3	4
10	008 50	Licuada industrial n° 3	\$1,100. 00	\$42,90 0.00	6	2	2	2	2	2	3	4	3	4	4	5	5
11	008 50	Licuada industrial n° 4	\$1,100. 00	\$40,70 0.00	6	3	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3
12	008 50	Licuada industrial n° 5	\$1,100. 00	\$40,70 0.00	6	2	2	2	3	2	3	3	4	3	3	4	4

13	008 50	Máquina lavavajilla de arrastre	\$920.00	\$29,44 0.00	16	2	2	2	3	1	1	2	3	4	3	3	5
14	008 50	Máquina tipo túnel	\$3,000. 00	\$87,00 0.00	16	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	4
15	008 50	Marmita electrica	\$5,201. 00	\$176,8 34.00	20	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	3	4
16	008 50	Marmita a gas n°1	\$5,201. 00	\$187,2 36.00	20	2	2	1	2	2	3	4	4	4	4	3	4
17	008 50	Sarten volcable a gas n°01	\$5,500. 00	\$165,0 00.00	20	1	1	1	3	3	3	2	2	2	3	4	3
18	008 50	Sarten volcable a gas n° 02	\$5,000. 00	\$160,0 00.00	20	1	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3

Fuente: Newrest Perú 2024

**Anexo 03. Matriz de operacionalización de las variables.**

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Implementación del RCM (independiente)	Según Moubray (2004) “el RCM como un proceso que se usa para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional presente”.	Se operacionaliza mediante un proceso sistemático de análisis que medirá a través de la documentación generada, número de análisis realizados, protocolos establecidos, acciones implementadas y reducción de paradas no programadas, permitiendo cuantificar la efectividad de la metodología en la mejora del rendimiento de los activos industriales.	Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) 1. Las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional 2. Falla de las funciones de los componentes del equipo 3. Causa de cada falla funcional 4. Modo de las fallas funcionales de los componentes del equipo 5. Importancia de cada falla 6. Toma de decisiones para corregir las fallas 7. Plan de mantenimiento	<p><b>Criticidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta - AC (&gt;25)</li> <li>• Media - MC (&lt;9-25&gt;)</li> <li>• Baja - BC (&lt;9)</li> </ul>
				<p><b>Número de prioridad de riesgo (NPR)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falla Inaceptable (NPR &gt; 200)</li> <li>• Falla reducible inaceptable (200&gt;NPR&gt;125)</li> <li>• Falla aceptable (125&gt;NPR)</li> </ul>
Disponibilidad y Confiabilidad de Equipos (dependiente)	Según Mora (2009) “Disponibilidad es la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación cuando se usa bajo condiciones estables”.	Es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo se encuentre disponible para cumplir la función para cumplir la función de operación (condición de operación)	Disponibilidad (A) 70% - 80 % Mala 81% - 90 % Regular 91% - 96 % Normal 97% - 100 % Optimo	<p>MTBF (Tiempo promedio entre fallas) N° de Horas operadas = ----- Número de paradas correctivas</p>
				<p>MTTR (Tiempo promedio para la reparación) Tiempo total del mantenimiento correctivos = ----- Número de Reparaciones correctivas</p>
				<p>Disponibilidad (%) Disponibilidad = MTBF ----- MTBF+MTTR</p>
			Confiabilidad 70% - 80%: Baja 81% - 90%: Media 91% - 96%: Alta 97% - 100%: Excelente	<p>Confiabilidad (R) = e<sup>(-λt)</sup></p>

## Anexo 04. Carta de autorización empresa Newrest Perú.

---



### AUTORIZACION DE INFORMACION

Por medio de la presente, autorizamos al Sr. SALVATIERRA RONDON, RAMIRO ERNESTO con DNI N° 45155887 trabajador de nuestra empresa, hacer uso de información y datos para el análisis de estudios en favor de la compañía, aportando mejoras en el desempeño y mantenimiento de los equipos de producción masiva de alimentos.

Se expide la presente autorización a solicitud de la parte interesada.

Lima, 15 de abril del 2025

Atentamente,

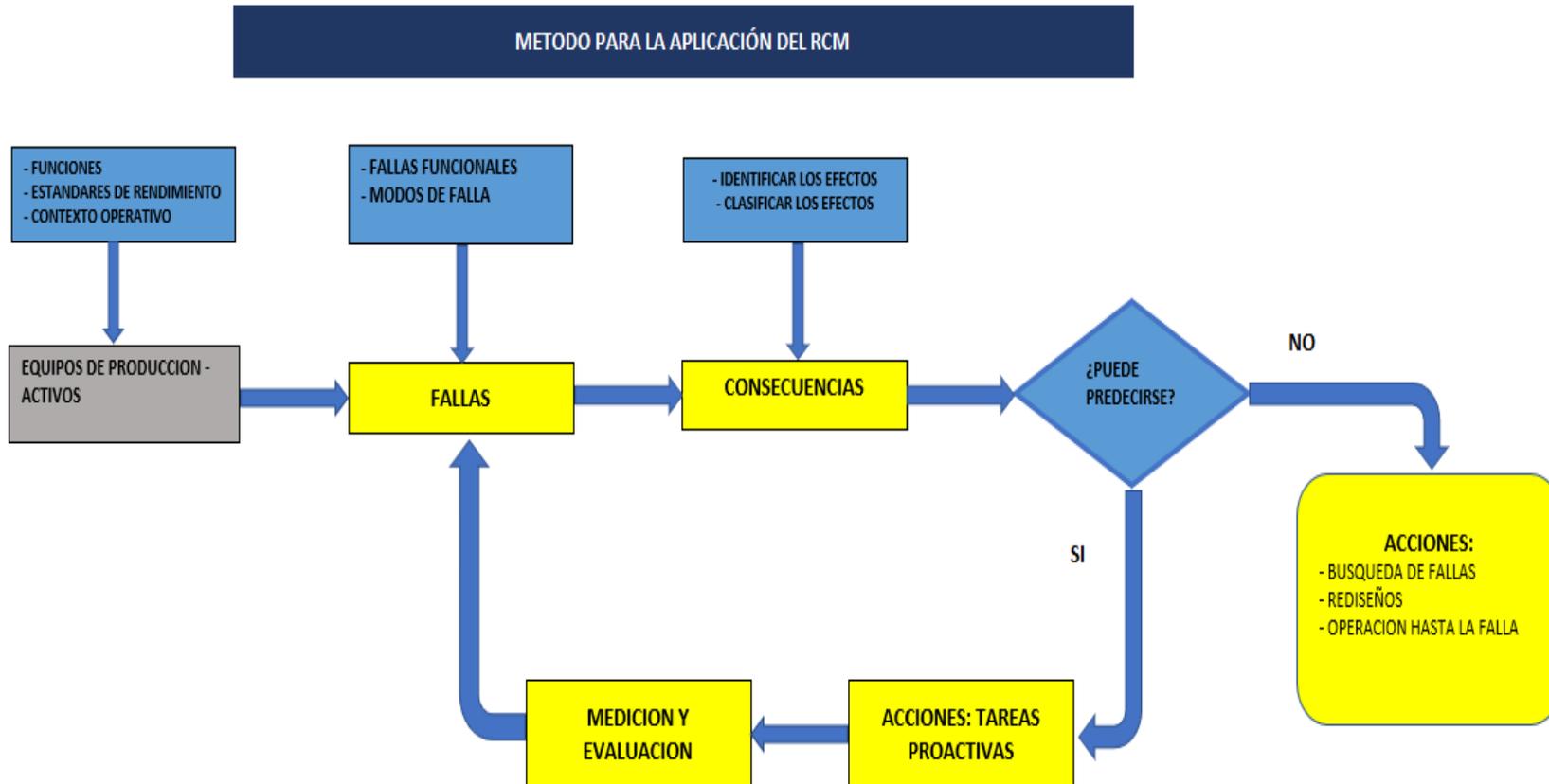
Newrest Perú S.A.C.  
  
JEREMY VERMEULEN  
Apoderado

---

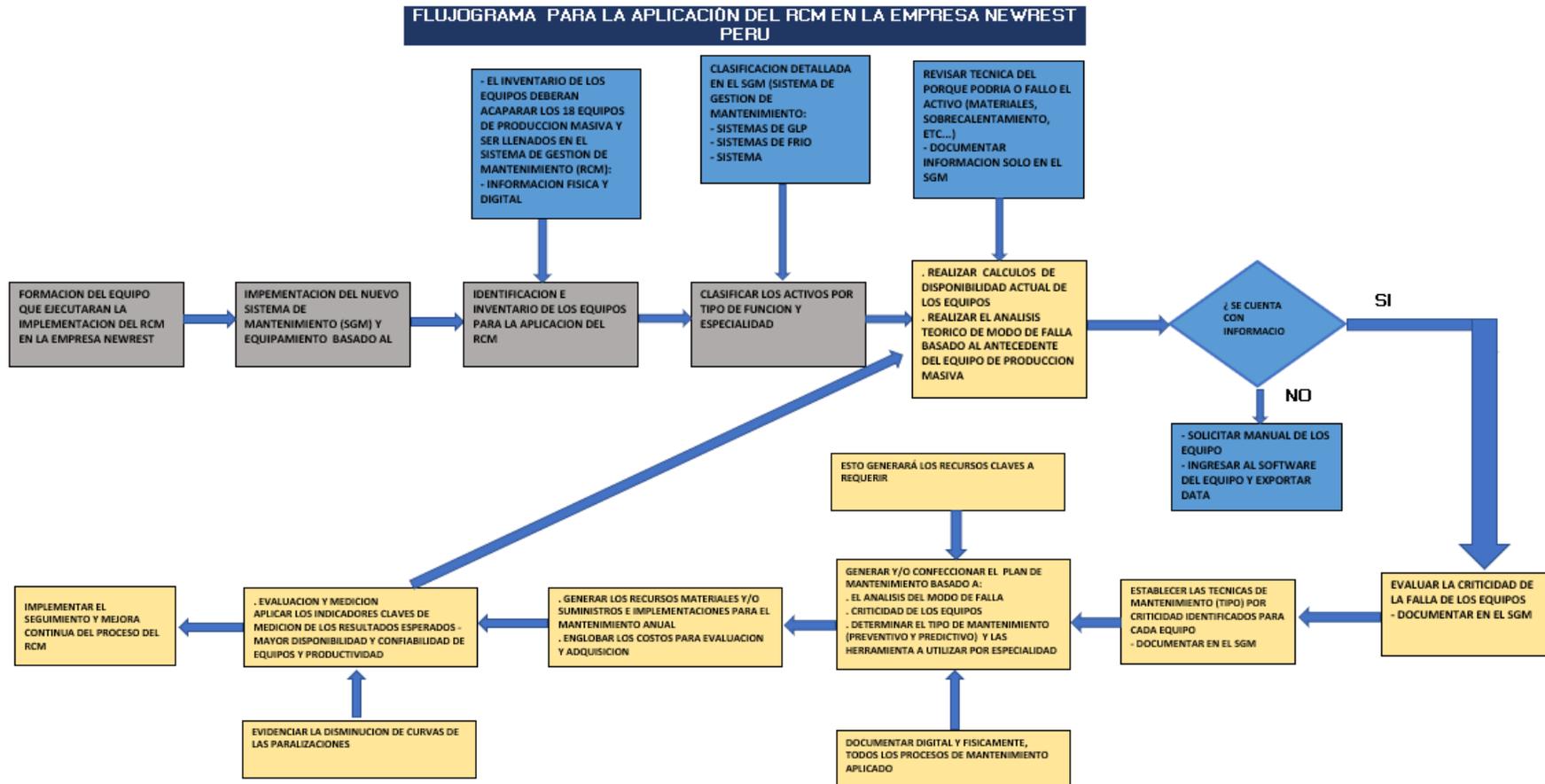
Newrest Perú S.A.C.  
Sede social: Calle A esq. Calle 1. Lote 4 - Mz B Zona 6. Urb. Bocanegra Alto -  
Callao - PerúT: (+51) 748 2111  
[www.newrest.eu](http://www.newrest.eu)

---

## Anexo 05. Método para la aplicación del RCM.



Anexo 06. Flujoograma para la aplicación del RCM.



**Anexo 07. Árbol de problemas.**

