



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TÍTULO

Propuesta de plan de mantenimiento preventivo para las líneas de producción de hielo en escama y maquilado de camarón, de la empresa PROCAMSA, en la ciudad de El Viejo, Departamento de Chinandega.

AUTORES

Br. Kliford Eduardo Arguello Guerrero
Br. Rosa Emilia Matamoros Serrano
Br. Zorayda Paola Pinell Cerrato

TUTOR

Msc. Mario Arnulfo Gómez Guadamuz

Managua, 10 de Noviembre del 2021.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

I.INTRODUCCIÓN	1
II.ANTECEDENTES	2
III.JUSTIFICACIÓN	4
IV.OBJETIVOS.....	5
4.1. Objetivo General	5
4.2. Objetivos Específicos.....	5
V.MARCO TEÓRICO	6
5.1 Fundamentación teórica.....	6
5.2 Definición de Mantenimiento.....	6
5.2.1 Filosofía del mantenimiento.....	6
5.2.2 Objetivos del mantenimiento.....	7
5.2.3. Funciones Primarias del mantenimiento.....	8
5.2.4. Funciones Secundarias de mantenimiento.....	8
5.3 Tipos de mantenimientos.....	8
5.3.1 Mantenimiento preventivo.....	8
5.3.1.1 Ventajas.....	9
5.3.1.2 Desventajas.....	9
5.3.1.3 Fases del mantenimiento preventivo.....	9
5.3.1.4 Características del mantenimiento preventivo.....	10
5.3.2 Mantenimiento correctivo.....	10
5.3.2.1 Ventajas.....	11
5.3.2.2 Desventajas.....	11
5.3.2.3 Características del Mantenimiento correctivo.....	11
5.3.2 Mantenimiento predictivo.....	12
5.3.3.1 Ventajas.....	12
5.3.3.2 Desventajas.....	13
5.3.3.3 Características del mantenimiento predictivo.....	14
5.3.4 Mantenimiento Cero Horas (Overhaul).....	15
5.3.4.1. Características del mantenimiento Overhaul.....	15
5.3.4.2 Beneficios del Mantenimiento Overhaul.....	15
5.3.4.3 Etapas del mantenimiento Cero Horas.....	16

5.4 Costos del mantenimiento.....	17
5.4.1 Costos directos operativos.....	17
5.4.2 Costos indirectos operativos.....	18
5.4.3 Costos financieros operativos.....	18
5.4.4 Costos de tiempos perdidos	18
5.5 Gestión del mantenimiento.	19
5.5.1 Planificación.....	19
5.6 Refrigerantes.....	20
5.6.1 Clasificación de los refrigerantes	20
5.6.2 Refrigerante amoníaco	21
5.7 Herramientas de Calidad	22
5.7.1 Hojas de verificación o de calidad Chequeo.	22
5.7.1.1 Ventajas de las hojas de verificación.....	23
5.7.1.2 Utilización de las hojas de verificación	23
5.7.2 Diagrama de Pareto.....	24
5.7.2.1 Ventajas del Diagrama de Pareto.....	24
5.7.2.2 Utilización del diagrama de Pareto	24
5.7.3 Diagrama Ishikawa.	25
5.7.3.1 Ventajas del diagrama de Ishikawa	25
5.7.3.2 Utilización del diagrama de Ishikawa.....	26
5.7.4 Diagrama de árbol.	26
5.7.4.1. Ventajas del diagrama de árbol	27
5.7.4.2 Utilización del diagrama de árbol.....	27
VI.DISEÑO METODOLÓGICO	28
6.1 Marco operacional de la investigación	28
6.2 Diagnóstico de la situación actual de mantenimiento.....	28
6.3 Ejecución del plan de mantenimiento.....	29
6.4 Diseño del Plan de Mantenimiento Preventivo.....	29
6.4.1 Identificación de las incidencias significativas que afectan el buen funcionamiento de la maquinaria.	29
6.4.2 Jerarquización de las fallas presentes en los equipos en orden de prioridad.....	29

6.4.3 Evaluación del grado de ocurrencia, control de detección de averías y acciones de corrección al momento de una falla.....	30
6.4.4 Elaboración de plan de acción de propuesta de mantenimiento preventivo para las líneas de producción de Hielo en escama y maquilado de camarón.....	30
VII.DESARROLLO DEL TEMA.....	31
CAPÍTULO I: MARCO OPERACIONAL DE LA INVESTIGACIÓN	31
1. Análisis Del Entorno.....	31
1.1 Reseña.....	31
1.2. Diagnóstico de la Situación Actual de Mantenimiento.....	32
1.3 Ejecución del plan de mantenimiento.....	33
1.3.1 Procesos, equipos y maquinarias	33
1.3.2 Estado Actual de la Maquinaria.....	33
1.3.3 Diseño del plan de mantenimiento	37
CAPÍTULO II: IDENTIFICACIÓN DE LAS INCIDENCIAS SIGNIFICATIVAS QUE AFECTAN EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA.....	38
2.1. Fallas.....	38
2.1.1. Análisis de Fallas.....	38
2.1.2. Tipos de Fallas.....	38
2.2 Fabricación de Hielo en escama.....	39
2.2.1 Sistema de suministro de agua.....	39
2.2.1.1 Cisterna:	39
2.2.1.1.1 Chequeo a realizar:	39
2.2.1.2 Bomba de Agua o Centrífuga:	39
2.2.1.2.1 Chequeo a realizar:	41
2.2.1.3 Hidroneumático:	41
2.2.1.3.1 Chequeo a realizar	41
2.2.1.4 Filtro de Agua	42
2.2.1.4.1 Chequeo a realizar:	42
2.2.2 Condensador Evaporativo.....	44
2.2.2.1 Chequeo a realizar:	45
2.2.3. Compresor	48
2.2.3.1. Chequeo a realizar	48
2.2.4. Máquina de Hielo “Por Raspado” (Nort Star).....	52

2.2.4.1 Chequeo a realizar	52
2.3 Maquilado de Camarón	56
2.3.1 Clasificadora	56
2.3.1.1 Chequeo a realizar:	56
2.3.2 Congelador de Placas.....	59
2.3.2.1 Chequeo a realizar:	59
2.3.3. Cámaras Frigoríficas.....	62
2.3.3.1. Chequeo a realizar:	62
CAPITULO III: JERARQUIZACIÓN DE FALLAS PRESENTES EN LOS EQUIPOS POR ORDEN DE PRIORIDAD.....	65
3.1 Fallas y Averías.....	65
3.1.1 División de fallas o averías según prioridad de mantenimiento.	65
3.2 Diagramas de árbol.....	66
CAPITULO IV: EVALUACIÓN DEL GRADO DE OCURRENCIA, CONTROL DE DETECCIÓN DE AVERÍAS Y ACCIONES DE CORRECCIÓN AL MOMENTO DE UNA FALLA.....	74
4.1 Lista de Materiales, Mano de Obra y Costos indirectos para Mantenimiento Correctivo.....	82
4.2 Resumen de Presupuesto de Mantenimiento Correctivo.	84
CAPITULO V: ELABORACIÓN DE PLAN DE ACCIÓN DE PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS LINEAS DE PRODUCCIÓN DE HIELO EN ESCAMA Y MAQUILADO DE CAMARÓN.....	85
5.1 Lista de Materiales, Mano de Obra y Costos indirectos para Mantenimiento preventivo	93
5.2 Análisis Comparativo de los Costos del Plan de Mantenimiento del Proyecto	95
VIII.CONCLUSIÓN.....	103
IX.RECOMENDACIONES.....	105
X.ANEXOS.....	106
10.1 Fichas técnicas de las máquinas.	107

INDICE DE TABLAS.

Tabla N°1.	Máquinas implementadas en ambos procesos productivos.....	33
Tabla N°2.	Estado actual de la maquinaria.....	34
Tabla N°3.	Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. del Sistema de Suministro de Agua.	42
Tabla N°4.	Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. del Condensador Evaporativo.....	46
Tabla N°5.	Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. Del Compresor... ..	50
Tabla N°6.	Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. De la Máquina de Hielo.....	54
Tabla N°7.	Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. De la Clasificadora.....	57
Tabla N°8.	Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. Del Congelador de Placas.....	60
Tabla N°9.	Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. De la Cámara Frigorífica.....	63
Tabla N°10.	Costos del mantenimiento correctivo del Sistema de suministro de agua.	75
Tabla N°11.	Costos de mantenimiento correctivo del Condensador Evaporativo	76
Tabla N°12.	Costos del mantenimiento correctivo del Compresor.....	77
Tabla N°13.	Costos del mantenimiento correctivo de la Máquina de Hielo por Raspado.....	78
Tabla N°14.	Costos del mantenimiento correctivo de la Clasificadora.....	79
Tabla N°15.	Costos del mantenimiento correctivo del Congelador de Placas... ..	80
Tabla N°16.	Costos del mantenimiento correctivo de la Cámara Frigorífica.....	81
Tabla N°17.	Lista de costos materiales del mantenimiento correctivo.....	82
Tabla N°18.	Lista de Costos indirectos de Fabricación.....	83
Tabla N°19.	Lista de Costos de Mano de obra.....	83
Tabla N°20.	Resumen de Presupuesto de Mantenimiento Correctivo.....	84
Tabla N°21.	Costos del plan de Mantenimiento preventivo del Suministro de agua	86
Tabla N°22.	Costos del plan de Mantenimiento preventivo del Condensador Evaporativo.....	87

Tabla N°23.	Costos del plan de Mantenimiento preventivo del Compresor.....	88
Tabla N°24.	Costos del plan de Mantenimiento preventivo de la Máquina de Hielo por Raspado.....	89
Tabla N°25.	Costos del plan de Mantenimiento preventivo de la Clasificadora...	90
Tabla N°26.	Costos del plan de Mantenimiento preventivo del Congelador de Placas.....	91
Tabla N°27.	Costos del plan de Mantenimiento preventivo del Cámara Frigorífica.....	92
Tabla N°28.	Lista de costos de materiales directos del mantenimiento preventivo.....	93
Tabla N°29.	Lista de costos indirectos de fabricación del mantenimiento preventivo.....	93
Tabla N°30.	Costos de mano de obra del mantenimiento preventivo.....	94
Tabla N°31.	Resumen de Presupuesto de Mantenimiento Preventivo.....	94
Tabla N°32.	Cuadro comparativo de Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo.....	95

INDICE DE ILUSTRACIÓN.

Ilustración N°1. Diagrama causa y efecto del proceso de fabricación de hielo....	35
Ilustración N°2. Diagrama causa y efecto del proceso de Maquilado de camarón.....	36
Ilustración N°3. Diagrama de Pareto del Sistema de Suministro de Agua.....	43
Ilustración N°4. Diagrama de Pareto del Condensador Evaporativo.....	47
Ilustración N°5. Diagrama de Pareto del Compresor.....	51
Ilustración N°6. Diagrama de Pareto de la Máquina de Hielo.....	55
Ilustración N°7. Diagrama de Pareto de la Clasificadora.....	58
Ilustración N°8. Diagrama de Pareto del Congelador de Placas.....	61
Ilustración N°9. Diagrama de Pareto de la Cámara Frigorífica.....	64
Ilustración N°10. Diagrama de árbol del Sistema de Suministro de agua.....	67
Ilustración N°11. Diagrama de árbol del Condensador evaporativo.....	68
Ilustración N°12. .Diagrama de árbol del Compresor.....	69
Ilustración N°13. Diagrama de árbol de la Máquina de Hielo.....	70
Ilustración N°14. .Diagrama de árbol de la Clasificadora.....	71
Ilustración N°15. Diagrama de árbol del Congelador de placas.....	72
Ilustración N°16. Diagrama de árbol de la Cámara Frigorífica.....	73
Ilustración N°17. Cronograma del sistema de suministro de agua.....	96
Ilustración N°18. .Cronograma del Condesador Evaporativo.....	97
Ilustración N°19. .Cronograma del Compresor.....	98
Ilustración N°20. .Cronograma de la Máquina de Hielo.....	99
Ilustración N°21. . Cronograma de la Clasificadora.....	100
Ilustración N°22. Cronograma del Congelador de Placas.....	101
Ilustración N°23. .Cronograma de la Cámara Frigorífica.....	102



I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad PROCAMSA es una empresa dedicada a la producción de hielo en escama y maquilado de camarón, ubicada en la ciudad de El Viejo, departamento de Chinandega, su parte productiva se ha visto afectada en muchas ocasiones debido a los fallos y averías que presenta la maquinaria existente, causando pérdidas de tiempo y dinero, ya que la ardua labor a la cual se han enfrentado los equipos ha provocado desgastes, ocasionando paros y un déficit en sus procesos productivos.

Por ello se dio hincapié a la implementación, de una propuesta de mantenimiento preventivo, el cual tiene por objeto realizar una serie de procedimientos que ayuden a conservar en óptimas condiciones el estado de las instalaciones productivas, auxiliares y de servicios, del mismo modo busca como extender el tiempo de vida útil de dichos mecanismos, logrando reducir los gastos de reparaciones y tiempos ociosos.

El carecimiento de un programa de mantenimiento eficiente ha ocasionado en la organización diversos problemas de manera significativa y de forma progresiva, como lo son: la falta de repuestos al momento de fallas, deficiencia en la capacitación del personal en cuanto a gestión del mantenimiento, instrumentación limitada, poco apoyo logístico, etc., lo cual obliga a realizar la creación e implementación de un plan de mantenimiento efectivo y eficaz para agilizar y mejorar sus procesos productivos, así como también la rentabilidad de la empresa.

El presente documento, tiene como propósito la elaboración de una propuesta de plan de mantenimiento preventivo que ayude a una mejora en el funcionamiento de los equipos y maquinarias con los que cuenta la organización. El plan tiene como finalidad proporcionar las herramientas necesarias para una coordinación y correcta ejecución de las tareas a realizar para el buen funcionamiento de los dispositivos mecánicos utilizados en sus actividades productivas, así como lograr reducir significativamente sus gastos en reparaciones correctivas y tiempos ociosos, logrando incrementar su productividad.



II. ANTECEDENTES

PROCAMSA es una empresa procesadora de camarón y fabricante de hielo en escama, que tiene sus inicios a partir del año 1996 en la ciudad de El Viejo, Chinandega dado a la alta demanda de hielo que tenían los acopiadores de pescado y productores de camarón, fue entonces que inicio el proyecto con su construcción y posteriormente realizándose pruebas a los equipos y maquinarias pertinentes.

Esta empresa decidió invertir en los pequeños productores de camarón con el fin que les suministrarán materia prima, de este modo adquirió 5 propiedades camaroneras ubicadas en zonas aledañas a la ciudad, logrando exportar su producto hacia Estados Unidos. Durante los años posteriores la empresa sufrió crisis económicas y políticas ocasionadas por agentes externos, haciéndola permanecer solamente con la producción de hielo. Fue hasta el año 2018 que retomó la actividad del maquilado del camarón, sosteniendo problemas en su producción debido a que parte de la maquinaria con la que cuenta la organización ya cumplió su plazo de vida útil, trabajando a una capacidad inferior a la establecida, además de presentar múltiples desgastes en piezas correspondientes a equipos clave en los procesos de producción de hielo y maquilado de camarón. A finales del año 2020 la empresa decidió priorizar la implementación de una iniciativa básica de plan de mantenimiento puesto que no se ha logrado el alcance del nivel de producción inicial el cual correspondía a 18 quintales/hora y actualmente se mantiene en un promedio de 12 quintales/hora, respecto a la producción de hielo, y 20,000 libras/día de camarón, de las cuales solo se procesan 6,000 libras/día.

Se conoce que el bajo rendimiento del 33% correspondiente a la producción de hielo y del 30% al maquilado de camarón, se logra atribuir al carecimiento de equipos auxiliares que sirvan como respaldo al momento de lidiar con desperfectos en los equipos claves, esto juega un papel muy importante en el déficit productivo, ya que al presentarse una falla o avería, se lleva a cabo un mantenimiento empírico ejecutado por el jefe de planta, que conlleva revisiones de los equipos afectados y mantenimiento correctivo de forma sistemática con una media de 1 a 2 ajustes por



maquina a la semana, los diagnósticos preliminares son inconsistentes por lo que se contrata un especialista externo en términos de mantenimiento y electrónica industrial, ocasionando en algunas circunstancias retrasos en sus actividades productivas además de un incremento en sus costos operativos diarios del 3%, equivalentes a C\$ 417.6 en el proceso de producción de hielo y del 5% correspondientes a C\$ 2,927.16 en el maquilado de camarón del presupuesto correspondiente a este tipo de operaciones dentro de la planta.

Estas incidencias han ocasionado interrupciones en sus actividades, incapacidad de la garantía post venta de la maquinaria, pérdida de recursos económicos debido al coste elevado de las reparaciones y merma de los bienes materiales a causa del daño permanente a ciertos equipos claves y auxiliares con los que cuenta la compañía.

Es por ello que el plan de mantenimiento propuesto, pretende lograr la mayor reducción posible de fallas mediante revisiones continuas y exhaustas en conjunto de una series de actividades y acciones a realizarse con el fin de cumplir con los objetivos de disponibilidad, fiabilidad y de costo, para maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipos para la producción, preservando el valor de las instalaciones, minimizando el uso y el deterioro de los mismos, ampliando su vida útil y cumpliendo dichas metas en la forma más económica posible a largo plazo. Dichas mejoras permitirán a la empresa incrementar su capacidad productiva y aumentar el nivel de calidad en sus productos, obteniendo un posicionamiento superior al actual referente al mercado de exportación e importación de camarón.



III. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día existe una gran variedad de posibles planes de mantenimiento con la capacidad de ser adaptados a las distintas empresas industriales con las que cuenta nuestro país, diseñados con el fin de brindar mayor confiabilidad, rentabilidad y eficiencia en la ejecución de los distintos procesos productivos. Debido a la presencia de distintas anomalías en los instrumentos y maquinarias en sus procesos de manufactura, se llegó a la tarea de proponer un plan de mantenimiento con el objetivo de prevenir y minimizar fallas y averías en los equipos claves y auxiliares utilizados en las líneas de producción de hielo en escama y maquilado de camarón en la empresa PROCAMSA, por las razones de priorizar cualquier ámbito de adversidad que se puedan presentar durante dichos procesos, para no perjudicar la integridad física de los trabajadores, resguardando la seguridad a fin de evitar cualquier daño que se presente durante las horas de trabajo en que operan los equipos de la empresa, de tal manera que el logro de sus metas diarias y de forma continua genere un aumento en su producción deseada.

La realización de la investigación está enfocada al nivel de servicio y desempeño posterior que tendrá la empresa una vez realizado el diseño del plan de mantenimiento preventivo, teniendo en cuenta una visión a futuro de planeación y programación del mantenimiento para cubrir toda el área en el tiempo que sea conveniente, a mediano o largo plazo, además de reducir costos de repuestos y materiales.

Por tal razón esta propuesta de plan de mantenimiento pretende mejorar el nivel de servicio así como la calidad y vida útil de la maquinaria implementada, facilitando una forma eficiente del rendimiento para los equipos, mediante un orden correcto en la ejecución de las tareas y garantizando mejoras en la producción, tales como: reducción de fallas y tiempos muertos, incremento de la disponibilidad de los equipos e instalaciones, mejoras en la utilización de recursos materiales y de maquinaria, ahorros al evitar grandes desembolsos en reparaciones de pequeña o gran magnitud amortiguadas por la implementación de este plan.



IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- Proponer un plan de mantenimiento preventivo para las líneas de producción de hielo en escama y maquilado de camarón de la empresa PROCAMSA, en la ciudad de El Viejo, Departamento de Chinandega.

4.2. Objetivos Específicos

- Determinar mediante un diagnóstico previo, aquellas incidencias significativas que afecten el buen funcionamiento de los equipos disponibles para las líneas correspondientes.
- Registrar incidencias de fallas de los equipos utilizados, para el establecimiento de una jerarquización que detalle la prioridad de tareas, garantizando la utilización efectiva de los mismos.
- Evaluar la ocurrencia, grado, controles de detección y acciones de corrección de las fallas con mayor incidencia en los equipos de las líneas correspondientes.
- Elaborar parámetros asociados a la programación y magnitud de tareas, listado de repuestos y disponibilidad de los equipos que faciliten la incorporación de un presupuesto operativo de mantenimiento asociados a los equipos claves y auxiliares de las líneas analizadas.



V. MARCO TEÓRICO

5.1 Fundamentación teórica.

Con el fin de realizar una propuesta de mantenimiento, se definirán todos los conceptos teóricamente necesarios, para utilizar esta información como una herramienta base en la implementación de los procedimientos de planeación, organización, control y ejecución de métodos en el mantenimiento a realizarse.

5.2 Definición de Mantenimiento.

El mantenimiento es el procedimiento por el cual se trata un bien determinado de manera que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias externas no lo afecten.

Según (Perozo, 1998), “el mantenimiento se define como el trabajo generado para conservar y/o restaurar los equipos a un estándar requerido de operación, mediante la aplicación de métodos y técnicas especializadas, con el objeto de preservar la continuidad de los procesos productivos y sustentar la rentabilidad operacional”.

“El papel principal de mantenimiento es incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción, realizando actividades tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos, buscando la conservación de los equipos. Sus funciones van más allá de las reparaciones que se presentan; su importancia se aprecia en la forma en que las fallas se disminuyen como resultado de una buena gestión que involucre todo el departamento de mantenimiento y el apoyo de gerencia y en general de toda la empresa” (Mora, 1990).

5.2.1 Filosofía del mantenimiento.

Una política de mantenimiento resulta más rentable que una política de reemplazo por equipos nuevos. (Emilio Romero 2020).



El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las llamadas “seis grandes pérdidas” de los equipos, con el objetivo de facilitar la implantación de la forma de trabajo “Just in Time” o “justo a tiempo”.

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas.

- Cero averías.
- Cero tiempos muertos.
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos.
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos a estos de los equipos.

5.2.2 Objetivos del mantenimiento.

Según Pérez (2009) los objetivos del mantenimiento son:

- Conservar los equipos e instalaciones en óptimas condiciones para garantizar el funcionamiento de los mismos.
- Planear y programar en forma conveniente las labores de mantenimiento de los equipos.
- Mantener las instalaciones y los equipos operando en un porcentaje óptimo de tiempo.
- Garantizar la confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y eficiencia de los equipos al momento de ejecutar sus funciones.
- Establecer un seguimiento del departamento de mantenimiento, de tal manera que se logre garantizar los costos totales mínimos de operación.



5.2.3. Funciones Primarias del mantenimiento.

Según Romero (2020) El mantenimiento es una función básica con influencia directa en la producción, la seguridad, la integridad de los procesos y los costos de la empresa.

- Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones.
- Generación y distribución de los servicios eléctricos, vapor, aire, agua, gas, etc.
- Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones.
- Nuevas instalaciones de equipos y edificios. Desarrollo de programas de Mantenimiento Preventivo y Programado.
- Selección y entrenamiento de personal.

5.2.4. Funciones Secundarias de mantenimiento.

- Asesorar la compra de nuevos equipos.
- Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros.
- Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros.
- Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección.
- Llevar la contabilidad e inventario de los equipos.
- Cualquier otro servicio delegado por la administración.

5.3 Tipos de mantenimientos.

5.3.1 Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo surge por oposición al mantenimiento correctivo. En lugar de esperar que se produzca la avería, este tipo de mantenimiento tiene como objetivo prevenir que eso ocurra.

Smith (1993) define el mantenimiento preventivo como: “el cumplimiento de las tareas de inspección y/o de servicio que han sido planeadas para mantener las capacidades funcionales del equipo operativo y de los sistemas en un tiempo específico”.



El mantenimiento preventivo ocurre de modo cíclico y programado, independiente de la condición del activo y con el objetivo de evitar averías y minimizar las consecuencias de colapsos de equipos. La frecuencia es definida por el gestor de mantenimiento con base en una valoración de la vida útil del equipo y en las recomendaciones del fabricante.

5.3.1.1 Ventajas

Este tipo de mantenimiento es imprescindible en los equipos esenciales al funcionamiento normal de la empresa. Es más, cuanto mayor es el riesgo asociado a una determinada avería, mayor es la necesidad de mantenimiento preventivo para aumentar la vida útil del activo y reducir el down time no planificado.

5.3.1.2 Desventajas

Una vez que no se basan en la condición real de los equipos, los planes de mantenimiento preventivo pueden, a veces, ser ineficientes y resultar en acciones de mantenimiento (incluyendo sustitución de piezas) innecesarias y que cuestan tiempo y dinero.

El efecto se agrava cuando un planteamiento preventivo es aplicado a activos de baja prioridad o bajo coste que podrían generar costes más bajos si solamente fueran reparados de manera reactiva.

5.3.1.3 Fases del mantenimiento preventivo

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listado de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicaciones exactas a efectuar del trabajo.
- Registro de operaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.



5.3.1.4 Características del mantenimiento preventivo

a). Cambio de piezas y componentes

Es muy importante recordar que este tipo de mantenimiento no repara nada. Ahora bien, se reemplazan maquinarias, componentes o combustibles para alargar la vida útil del dispositivo.

b). Revisión periódica

Este tipo de mantenimiento se diferencia del correctivo porque es periódico y sistemático. La idea es comprobar con una cierta frecuencia que la máquina funciona bien. En el caso de que sea necesario, se cambiarán las piezas que correspondan.

c). El fabricante indica los periodos de revisión

Independientemente de la decisión que tú tomes, el fabricante recomienda periodos de revisión y mantenimiento. Por regla general, es aconsejable seguirlos para que la maquinaria dure lo que tenga que durar en perfectas condiciones en algunos componentes.

d). El mantenimiento se realiza con el dispositivo detenido

Las labores de mantenimiento preventivo se realizan cuando el dispositivo está detenido. Esta es la manera de realizar los reemplazos que sean necesarios para mejorar los rendimientos.

5.3.2 Mantenimiento correctivo.

Cuando se avería un equipo, hay que repararlo o sustituirlo. Este es el presupuesto del mantenimiento correctivo, también llamado mantenimiento reactivo. En otras palabras, es la actividad técnica ejecutada después de producirse una avería y tiene como objetivo restaurar el activo a una condición en la que puede funcionar como deseado, ya sea debido a su reparación o debido a su sustitución.



Smith (1993) define el mantenimiento correctivo como: “la realización de tareas de mantenimiento no planeadas, para restaurar las capacidades funcionales del equipo que falla o que trabaja mal y de los sistemas”.

5.3.2.1 Ventajas.

La ventaja principal del mantenimiento correctivo es que permite alargar la vida útil de los equipos y maquinarias por medio de la reparación de piezas y la corrección de fallas. En este sentido, libra a la empresa de la necesidad de comprar un nuevo equipo cada vez que uno se daña, lo cual elevaría los costos. Además, otra de las ventajas de realizar mantenimiento correctivo es la posibilidad de programarlo con antelación a cualquier desperfecto, de modo que se puedan prevenir accidentes y evitar reducción en la producción.

5.3.2.2 Desventajas

Las desventajas del mantenimiento correctivo están relacionadas con la imposibilidad, en muchas ocasiones, de predecir un fallo, lo cual obliga a una detención obligatoria de la producción mientras se detecta el problema, se consigue el repuesto y se resuelve el desperfecto. En este sentido, los costos y los tiempos de la reparación, cuando ocurre un fallo imprevisto, son siempre una incógnita.

5.3.2.3 Características del Mantenimiento correctivo

- Puede incluir el reemplazo de alguna pieza o el cambio del equipo completo.
- Se aplica cuando se produce o se detecta una falla en un equipo.
- Puede ser programado o no programado.
- No representa ningún costo a la empresa mientras el equipo se encuentra en funcionamiento, pero una falla inesperada puede representar costos muy altos, si el equipo es importante en la cadena de producción.



5.3.2 Mantenimiento predictivo.

Según (Mora, 2009) Tener una ejecución a la hora de toma de decisiones técnicas en los equipos, y definición de los límites de tendencia relativos a los tiempos de falla o de aparición de condiciones no estándares.

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

El objetivo del mantenimiento predictivo es prever cuándo es que una avería está a punto de producirse. Cuando se detectan ciertas condiciones indeseables, se programa una reparación antes de la ocurrencia, antes de que el equipo, efectivamente, se averíe, eliminando, de este modo, la necesidad de mantenimiento correctivo oneroso o mantenimiento preventivo innecesario. Se basa en la condición física y operativa de los equipos a través de la supervisión regular y pruebas de la condición y rendimiento de los equipos, usando técnicas avanzadas como análisis de vibración, análisis de aceite, acústico, pruebas de infrarrojos o imagen térmica. De todos los tipos de mantenimiento, este es el más reciente y el que requiere más inversión a nivel tecnológico.

5.3.3.1 Ventajas

Este planteamiento se basa en la condición física u operativa de los activos en el momento del mantenimiento, en lugar de basarse en estadísticas y calendarios definidos previamente. Intenta detectar el fallo en su fase todavía oculta, antes de que haya cualquier tipo de señal visible, y en su fase potencial. Así, el mantenimiento efectuado será más informado, necesario y oportuno, una vez que el equipo solo se someterá a mantenimiento cuando una avería es prevista, lo que bajará los costes y el tiempo de mano de obra invertidos en el mantenimiento.



5.3.3.2 Desventajas

La necesidad de invertir en equipos de supervisión específicos, bien como en la formación de personal para usarlos correctamente e interpretar los datos recogidos, hace la implementación de esta estrategia muy cara, y, por eso, no suele estar al alcance de la capacidad de pequeñas y medianas empresas. Por esta razón, no es un planteamiento rentable para activos que no sean esenciales al funcionamiento adecuado de sus operaciones.



5.3.3.3 Características del mantenimiento predictivo

a). Más fiabilidad

Una de las principales ventajas de este mantenimiento es que es más confiable. No en vano, vamos a poder saber si la máquina durará más o menos. La información es poder, también para que puedas planificar ciclos de funcionamiento.

b). Piezas de recambio más económicas

La planificación trae consigo la posibilidad de adquirir piezas de recambio más económicas. En consecuencia, tenemos la opción de ahorrar costes cuando corresponda cambiar piezas o sistemas.

c). Aumento de la productividad

Es evidente que anticiparnos a los problemas que se pueden originar nos permite ser más productivos. La aplicación del mantenimiento predictivo permitirá que el rendimiento por hora sea mejor.

d). Menores costos a largo plazo

Es verdad que los mantenimientos predictivos exigen una inversión alta. Ahora bien, lo cierto es que las horas que le dedicaremos posteriormente a las tareas de mantenimiento son menos, de manera que esta modalidad conviene a largo plazo. En consecuencia, conseguiremos un ahorro de costes a medio y largo plazo.

e). Exige el concurso de personal cualificado

No es un secreto que determinadas máquinas tienen sistemas de funcionamiento complejo. Por lo tanto, si estás interesado en aplicar un mantenimiento predictivo has de contar con personal cualificado. Esta es la manera de conseguir monitorizar los procesos y sacarles partido.



5.3.4 Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados antes de que aparezca ningún fallo, o bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

5.3.4.1. Características del mantenimiento Overhaul

Por su complejidad, es frecuente ver que las empresas contraten proveedores externos para el mantenimiento cero horas.

- Se anticipa a posibles daños en los equipos, pues la maquinaria se inspecciona, aunque siga estando operativa.
- Cuando los activos han comenzado a mostrar signos de envejecimiento o baja productividad, el overhauling se enfoca en detener el proceso y extender la vida útil en lugar de hallar motivos para reemplazar la maquinaria.
- Un programa de mantenimiento cero horas puede hacer que una máquina recupere su capacidad productiva al 100%.
- El overhauling puede conjugarse con tecnologías predictivas para obtener mediciones más exactas. Para esto, se necesita un Software de Mantenimiento.

5.3.4.2 Beneficios del Mantenimiento Overhaul.

a). Optimización de Costos

Como no se espera hasta que los equipos de la empresa comiencen a exhibir fallas, el overhauling ayuda a evitar gastos a largo plazo en reparaciones y sustitución de



piezas. Además, el mantenimiento cero horas evita que el negocio tenga que invertir en nueva maquinaria.

b). Disminución de Labores Manuales

Otra forma de ahorrar en costos de mantenimiento es prescindiendo de mano de obra. Con el overhauling predictivo, por ejemplo, los encargados del mantenimiento pueden saber qué componentes necesitan ser reparados o inspeccionados. Esto significa menos personal de mantenimiento haciendo tareas no esenciales.

c). Mejoras en el Rendimiento de los Equipos

Como dijimos antes, el mantenimiento cero horas puede hacer que un activo vuelva a funcionar como si estuviera nuevo o casi nuevo.

Esto es muy atractivo para las empresas, y en especial para las compañías donde la producción exige invertir en máquinas costosas (como las plantas procesadoras de alimentos, la industria de la manufactura, etc.).

5.3.4.3 Etapas del mantenimiento Cero Horas

a). Inspección

En esta fase, la maquinaria es inspeccionada cuidadosamente bajo condiciones de producción (es decir, estando operativa). Con esto, los técnicos pueden notar errores de funcionamiento fácilmente.

b). Desarticulación

El segundo paso es desarticular o desensamblar la maquinaria. No es una tarea que pueda delegarse a cualquier empleado de mantenimiento, al contrario: alguien especializado debe hacerlo para desarmar el equipo dejando las piezas intactas.

c). Reparación

Con el equipo desarticulado, se procede a hacer las reparaciones o reemplazo de componentes que el personal de mantenimiento diagnostique.



Este no siempre es un procedimiento continuo. Si las piezas no están disponibles en el inventario, la fase de reparación se puede extender días hasta que las piezas son despachadas por un proveedor.

d). Ensamblaje

Cuando se haya completado la sustitución de partes o el proceso de reparación pertinente, la maquinaria debe ensamblarse de nuevo con el mismo cuidado puesto en su desarticulación.

Si una pieza es mal enroscada o se pasa por alto, el rendimiento del equipo no será bueno y es posible que surjan más fallas.

e). Pruebas

El paso final es probar el rendimiento de la maquinaria para estar seguros de que los problemas de funcionamiento se solucionaron. Si no es así, el proceso debe comenzar de nuevo en la fase de inspección.

5.4 Costos del mantenimiento.

En la manufactura de las empresas de alto nivel existe una firme convicción, afirmando que sus mayores activos son sus máquinas, equipos y procesos, en conjunto con el personal que lo opera y mantiene, (Willmott, 2001).

Son los gastos causados por las acciones ejecutadas para conservar los equipos o máquinas en buen estado y funcionamiento, o restáuralos a un estado específico de funcionalidad.

El mantenimiento puede ser considerado por algunos gerentes: Un gasto, una inversión o un seguro de producción.

5.4.1 Costos directos operativos.

(C. Ferguson y J. Gould), definen al costo como “un aspecto de la actividad económica, para el empresario individual esto implica sus obligaciones de hacer



pagos en efectivo, para el conjunto de la sociedad, el costo representa los recursos que deben sacrificarse para obtener un bien dado”.

Relacionados con el rendimiento y mientras mayor es la conservación de los equipos los precios serán menores. Dependen del tiempo de empleo del equipo y la atención que el mismo requiere.

- Mano de obra directa y contratada.
- Materiales y repuestos utilizados para ordenes de trabajo.
- Utilización de herramientas y equipos.
- Contratos de revisiones e intervenciones.

5.4.2 Costos indirectos operativos.

Son aquellos gastos que no pueden atribuirse directamente a una operación específica. Por ejemplo: la supervisión, instalaciones, almacén, servicio de taller, administración, servicios públicos, etc.

5.4.3 Costos financieros operativos.

Son gastos ocasionados por el valor de los repuestos y por las amortizaciones de los equipos. Los costos por recambios para realizar reparaciones, son un desembolso que limita la liquidez de la empresa. Esta inversión la hace la empresa para mantener la capacidad productiva, sin embargo, con el tiempo se convierte en un gasto que no genera beneficio alguno para la empresa. (Mora, 2009)

5.4.4 Costos de tiempos perdidos

Son aquellos que no están relacionados con mantenimiento, pero se originan de alguna forma por el mismo. Cuando una máquina queda fuera de servicio, se incurre en costos debido a las horas de trabajo de dicha máquina. Que ocasiona bajas en la capacidad productiva, en este caso se necesita información para manejar los tiempos perdidos y necesidad de materiales, de esta manera evitar los costos que ocasionan: Paros en la producción, desperdicios de materia prima, fallas en la calidad del producto, demoras en las entregas, etc.



5.5 Gestión del mantenimiento.

“El departamento de mantenimiento no debe limitarse solamente a la reparación de equipos, sino que debe tratar de disminuir los costos al realizar un mantenimiento efectivo, a través de la reducción de costos generados por mantener el recurso humano capacitado, almacenes y repuestos, con el fin de desarrollar una óptima gestión” (De Bona, 1999).

Consiste en mantener los recursos de la empresa para que la producción se lleve a cabo de forma efectiva y no se malgaste dinero en el proceso de trabajo. Hay muchos programas de software que ayudan en este proceso, y hay algunos objetivos que un jefe de mantenimiento debe tratar de alcanzar. Estos objetivos son controlar los costes, programar el trabajo de forma adecuada y eficiente, y asegurar que la empresa cumple con todas las normativas.

La gestión del mantenimiento es muy importante en una empresa. De hecho, determina parcialmente el éxito a largo plazo de la empresa, ya que unos recursos mal gestionados pueden detener las operaciones y hacer que la empresa pierda dinero.

5.5.1 Planificación.

La planificación del mantenimiento es una actividad importante que permite a los supervisores del área de proceso o personal de mantenimiento realizar las actividades planeadas en tiempo y forma a los activos. (Raúl Soto Covarrubias, 2017)

La mayoría de las organizaciones intensivas en activos reconocen que la planificación y programación eficiente y efectiva del mantenimiento es uno de esos procesos fundamentales que pueden ayudar a asegurar la fiabilidad de los equipos y ayudar a alcanzar la excelencia operativa. Sin embargo, los estudios muestran que la mayoría de las empresas todavía no realizan una planificación de mantenimiento eficaz.



Para la planeación del mantenimiento se requiere de realizar algunas actividades que se enlistan a continuación:

- Permitir a la persona encargada de realizar la intervención de mantenimiento, identificar el activo.
- Qué tipo de activo es el que recibirá la intervención (Maquinaria, edificio, equipo de IT, etcétera).
- Qué actividad se estará realizando al activo.
- Qué materiales se requerirán para cada tarea planeada.
- Qué tiempo se empleará en cada tarea planeada.
- Qué número de personas se requerirán de acuerdo a la especialidad de cada tarea.
- Cuál es el tiempo requerido para la intervención.

5.6 Refrigerantes

Los refrigerantes son fluidos o sustancias líquidas que se utilizan en sistemas de refrigeración, aire acondicionado y sistemas de bombeo de calor. Éstos se encargan de absorber el calor de la cámara de enfriamiento y lo liberan al medio externo, a través de los procesos de evaporación y condensación respectivamente. La selección del refrigerante a emplear depende de una serie de factores relacionados tanto con su eficiencia para el intercambio térmico, como del impacto ambiental que éste puede causar si se presentan fugas a la atmósfera. Entre dichos factores están las propiedades termo físicas de la sustancia, como por ejemplo el calor latente de vaporización; la estabilidad química bajo condiciones de uso y las normas de seguridad en cuanto a su uso, de acuerdo con el grado de inflamabilidad y toxicidad que éste tenga.

5.6.1 Clasificación de los refrigerantes

Los refrigerantes según su composición se clasifican en orgánicos e inorgánicos. Los de origen orgánico se dividen en, halocarbonos e hidrocarburos.



- CFC: es un refrigerante conocido como halocarbono totalmente halogenado (exento de hidrógeno) cuyos elementos son, el cloro, flúor y carbono, que son dañinos para la atmosfera.
- HCFC: halocarbono en parte halogenado cuyos elementos son, el hidrógeno, cloro, flúor y carbono.
- HFC: halocarbono en parte halogenado cuyos elementos son, el hidrógeno, flúor y carbono.
- PFC: halocarbono cuyo contenido es exclusivamente el flúor y carbono.
- HC: hidrocarburo cuyo contenido es exclusivamente el hidrógeno y carbono.
- Mezclas se subdividen en Azeotrópicas: consiste en una combinación de fluidos refrigerantes cuyas fases son, vapor y líquido equilibradas conteniendo la misma composición a una presión determinada y zeotrópicas: Es una combinación de fluidos refrigerantes cuyas fases son vapor y líquido equilibradas y a cualquier presión poseen diferente contextura.

Los de origen inorgánico son las sustancias de la serie R-700 como por ejemplo el agua o el NH₃ es decir el amoníaco.

Se sabe que los refrigerantes orgánicos representan un alto daño ambiental y a la salud de las personas debido a esto se toma la decisión de usar refrigerantes Inorgánicos que son sustancias aprobadas y las más usadas siendo el amoníaco o dióxido de carbono debido a su bajo nivel de contaminación a la capa de ozono, una vez analizado este apartado se puede deducir que dentro de los nuevos diseños de sistemas de refrigeración contengan amoníaco como refrigerante para su proceso en el sistema.

5.6.2 Refrigerante amoníaco

El amoníaco tiene la nomenclatura R-717, es un gas compuesto por 1 nitrógeno y 3 hidrogeno se lo usa en la industria mayormente como refrigerante para sistemas de congelación, este gas tiene un olor muy particular es de olor repulsivo no se lo puede encontrar en estado líquido a temperatura y presión ambiental, este gas tiene alta eficiencia evaporativa lo que lo hace idóneo como refrigerante para sistemas de



congelación. El amoníaco dentro de un sistema de congelación se lo puede encontrar en estado gaseoso y líquido.

El refrigerante amoníaco es considerablemente difícil de arder ya que está demostrado en experiencias pasadas, y bajo condiciones normales, es un compuesto estable, pero bajo condiciones extremas, puede producir combinaciones explosivas con el aire y el oxígeno, porque se debe tratar con mucha cautela.

5.7 Herramientas de Calidad

Las herramientas de la calidad pueden ser consideradas como cualquier técnica o método utilizado para medir, definir, analizar y proponer soluciones a problemas enfrentados por una persona o empresa. (Kaoru Ishikawa)

Son un conjunto de metodologías que fueron reunidas por **Kaoru Ishikawa** y están ampliamente difundidas como forma de mejorar los procesos de las empresas.

Estas herramientas se utilizan para definir, medir, analizar y proponer soluciones a los problemas que interfieren en el rendimiento y el resultado de las empresas. Ellas ayudan a establecer métodos más elaborados de resolución basados en hechos y datos, lo que aumenta la tasa de éxito de los planes de acción.

5.7.1 Hojas de verificación o de calidad Chequeo.

Una Hoja de Verificación (también llamada “de Control” o “de Chequeo”) es un impreso con formato de tabla o diagrama, destinado a registrar y compilar datos mediante un método sencillo y sistemático, como la anotación de marcas asociadas a la ocurrencia de determinados sucesos. Esta técnica de recogida de datos se prepara de manera que su uso sea fácil e interfiera lo menos posible con la actividad de quien realiza el registro.



5.7.1.1 Ventajas de las hojas de verificación

- Proporciona datos fáciles de comprender.
- Los datos son obtenidos mediante un proceso simple y eficiente que puede ser aplicado a cualquier área de la organización.
- Reflejan rápidamente las tendencias y patrones subyacentes en los datos.

5.7.1.2 Utilización de las hojas de verificación

En la mejora de la calidad, se utiliza tanto en el estudio de los síntomas de un problema, como en la investigación de las causas o en la recogida y análisis de datos para probar alguna hipótesis.

Kaoru Ishikawa identificó cuatro usos para las hojas de control en el control de calidad. Estas pueden utilizarse para:

- Comprobar la forma de la distribución de probabilidad de un proceso.
- Cuantificar defectos por tipo.
- Cuantificar defectos por ubicación.
- Cuantificar defectos por causa (máquina, trabajador).

La hoja de verificación debe ser visualmente fácil y debe permitir observar la información de manera sencilla para hacer un primer análisis que permita apreciar la magnitud y localización de los problemas principales.

Cada área de la empresa podría diseñar sus formatos de registro de tal forma que ayude a entender mejor la regularidad estadística de los problemas que tienen.

Algunos de los fallos más comunes pueden ser:

- Accidentes de trabajo.
- Fallos en equipos y mantenimientos.
- Quejas y atención a clientes.
- Razones de incumplimiento de plazos de entrega.
- Absentismo.
- Inspección y supervisión de operaciones.



5.7.2 Diagrama de Pareto

(Vilfredo, 1909) publicó los resultados de sus estudios sobre la distribución de la riqueza, observando que el 80% de la misma se encontraba concentrada en el 20% de la población.

El diagrama de Pareto es una gráfica que organiza valores, los cuales están separados por barras y organizados de mayor a menor, de izquierda a derecha respectivamente.

Esta gráfica permite asignar un orden de prioridades para la toma de decisiones de una organización y determinar cuáles son los problemas más graves que se deben resolver primero. Su finalidad, es hacer visibles los problemas reales que están afectando el alcanzar los objetivos de la empresa y reducir las pérdidas que esta posee.

5.7.2.1 Ventajas del Diagrama de Pareto

Entre las ventajas del Diagrama de Pareto destacan:

- Te ayuda a enfocar los esfuerzos en las mejoras que traerán mayores beneficios.
- Ofrece un panorama sencillo y eficaz sobre la prioridad de los problemas.
- Es una herramienta fácil de entender y fomenta las ganas de solucionar los problemas dentro de la organización.

El Diagrama de Pareto permite definir las prioridades y enfocarse en conocer las causas de los problemas y solucionar los más importantes. Al usar esta herramienta puedes tomar decisiones objetivas que le traigan más beneficios a tu organización.

5.7.2.2 Utilización del diagrama de Pareto

- Analizar los diferentes productos y servicios que ofreces y mejorar su calidad.
- Identificar qué productos generan mayores ventas y cuáles tienen más tiempo almacenados.



- Reconocer las oportunidades de mejorar tu negocio.
- Identificar las razones por las que ocurren algunos problemas y priorizar las soluciones.

5.7.3 Diagrama Ishikawa.

Un diagrama causa-efecto bien organizado sirve como vehículo para ayudar a los equipos a tener una concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido (Zapata y Villegas, 2006).

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como Diagrama de Espina de Pescado o Diagrama de Causa y Efecto, es una herramienta de la calidad que ayuda a levantar las causas-raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso.

El diagrama tiene en cuenta todos los aspectos que pueden haber llevado a la ocurrencia del problema, de esa forma, al utilizarlo, las posibilidades de que algún detalle sea olvidado disminuyen considerablemente.

En la metodología, todo problema tiene causas específicas, y esas causas deben ser analizadas y probadas, una a una, a fin de comprobar cuál de ellas está realmente causando el efecto (problema) que se quiere eliminar. Eliminado las causas, se elimina el problema.

5.7.3.1 Ventajas del diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa trae varios beneficios para las organizaciones y puede hasta ser utilizado en conjunto a otras metodologías. Entre estas ventajas están:

- Mejoras de los procesos.
- Identificación de causas.
- Jerarquización de las causas encontradas.
- Mayor visibilidad de los problemas.
- Registro visual, facilitando análisis futuros.



- Participación del equipo en la gerencia de calidad.
- Organización de ideas.

5.7.3.2 Utilización del diagrama de Ishikawa

El diagrama de causa-efecto presenta unas utilidades para determinar los factores involucrados en un problema.

- Ayuda a la objetividad, aunque no es un método cuantitativo.
- Es aplicable a muchas y diversas áreas.
- Se puede emplear tanto para la búsqueda de una causa como de una solución.
- Para crear un consenso sobre las causas.
- Para concentrar la atención en el proceso en el que se produce el problema.
- Para permitir el uso constructivo de la información.
- Para expresar hipótesis sobre las causas del problema.

5.7.4 Diagrama de árbol.

El tipo de representación utilizado para resolver problemas influye en el modo en que se organiza e interpreta la información dada en el enunciado (Kolloffel, Eysink, de Jong y Wilhelm, 2009)

Es una herramienta de calidad que a través de un proceso sistemático nos permite hallar la relación existente entre un concepto general y los elementos que lo componen.

Dicho de otra forma, la herramienta se basa en la visión en conjunto de los medios requeridos (las ramas del árbol) para resolver un problema o alcanzar un objetivo (el tronco del árbol).



5.7.4.1. Ventajas del diagrama de árbol

Dentro de las ventajas de diagrama de árbol tenemos que:

- Permite visualizar la relación entre una generalidad y sus detalles.
- Logramos encontrar causa raíz del problema o situación que se aborda.
- Logramos detectar elementos faltantes (ramas) al tener una visión en conjunto del elemento central.
- Permite analizar procesos de forma detallada.
- Se usa herramienta comunicativa y visual al mostrar la relación entre conceptos de forma gráfica.

5.7.4.2 Utilización del diagrama de árbol

Los diagramas de árbol resultan adecuados cuando lo que intentamos conseguir es:

- Mantener a todo el equipo vinculado a las metas y submetas generales de una tarea, de forma que se comprenda la totalidad de las acciones que se llevan a cabo.
- Enfatizar la importancia de crear soluciones para problemas ya detectados, e identificar los posibles problemas que generan las soluciones detectada.



VI. DISEÑO METODOLÓGICO

El estudio a realizar corresponde para una propuesta de plan del mantenimiento, siendo este un tipo de investigación aplicada de relación causal, ya que procura predecir y explicar ciertos fenómenos que se presentan al momento de realizar los procesos productivos, buscando irregularidades y relaciones causales atribuidas a fallas en los equipos, ajustes de la maquinaria, marchas en vacío, esperas y detenciones; velocidad de operación reducida, defectos en los procesos y pérdidas de tiempo en las instalaciones de la empresa.

Esta investigación se percibe como un proyecto factible, ya que permitirá a la empresa tener mayor fiabilidad al realizar previsiones más realistas sobre el funcionamiento de los equipos, la capacidad productiva y los ingresos, esta se logrará por medio de la recolección de información primaria para la elaboración y desarrollo de una propuesta de plan de mantenimiento viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de la empresa.

6.1 Marco operacional de la investigación

Consiste en la planificación de las acciones por ejecutar para llevar a cabo la investigación, el cual estará conformado en 4 etapas secuenciales:

- Análisis del entorno.
- Diagnóstico de la situación actual del mantenimiento.
- Ejecución del plan de mantenimiento.
- Diseño del plan de mantenimiento preventivo.

6.2 Diagnóstico de la situación actual de mantenimiento.

Este se llevará a cabo mediante el proceso de recolección y análisis de datos una vez establecidos los objetivos, donde será estudiado el proceso de producción y analizada la información suministrada por la empresa. Luego la información obtenida será clasificada, evaluada y verificada según lo que se necesita para la ejecución del trabajo.



6.3 Ejecución del plan de mantenimiento.

- Se identificarán los elementos y maquinarias que componen los procesos de producción de hielo y maquilado de camarón, con la ayuda de la supervisión e inducción del jefe de planta de la empresa.
- Inspeccionar los equipos junto al personal técnico de la planta para obtener información práctica acerca de las rutinas que se llevaron a cabo anteriormente y que se están implementando.
- Recopilar la información necesaria de acuerdo al mantenimiento pertinente a cada máquina y equipo.
- Realizar análisis técnicos y operativos sobre las variables de mayor incidencia atribuibles a desperfectos mecánicos en colaboración del jefe de producción.
- Desarrollar un diagnóstico de causa y efecto con la información recopilada.
- Se planteará un diseño de un plan de mantenimiento para minimizar las fallas producidas durante el tiempo operativo de la maquinaria, esto garantizará un mejor control, mayor eficiencia e incremento de la vida útil de los equipos

6.4 Diseño del Plan de Mantenimiento Preventivo.

6.4.1 Identificación de las incidencias significativas que afectan el buen funcionamiento de la maquinaria.

Para determinar las incidencias que afecten el buen funcionamiento de la maquinaria se hará uso de una hoja de registro que permitirá reunir y clasificar la información sobre todas aquellas fallas, averías, daños y desgastes presentes en los equipos y maquinarias con los que cuenta la organización, del mismo modo se llevara una frecuencia sobre la aparición de las mismas.

6.4.2 Jerarquización de las fallas presentes en los equipos en orden de prioridad.

Para lograr dicho objetivo se hará uso de un diagrama de árbol, que permita jerarquizar, dividir o clasificar las fallas, daños, averías y desgastes según su nivel



de prioridad e importancia, esto permitirá establecer las tareas o actividades a ejecutarse al momento de presentarse una de estas.

6.4.3 Evaluación del grado de ocurrencia, control de detección de averías y acciones de corrección al momento de una falla.

Con la información antes recopilada se evaluará el nivel de gravedad en desperfectos que poseen los equipos y maquinarias para, posteriormente determinar las acciones de corrección a implementarse, logrando de esta forma minimizar el número de fallas, tiempos ocios y costos operativos en los equipos, correspondientes a sus líneas de producción.

6.4.4 Elaboración de plan de acción de propuesta de mantenimiento preventivo para las líneas de producción de Hielo en escama y maquilado de camarón.

Se implementará un cronograma sobre el cual se establecerán las tareas de mantenimiento preventivo a realizarse, con el objetivo de estipular el tiempo en que se puedan ejecutar cada una de las actividades de manera ordenada, permitiendo llevar un control de cada una de ellas, en conjunto de un listado de todos los repuestos y suplementos que sean necesarios al momento de presentarse una falla o avería y de este modo lograr incorporar un presupuesto operativo de mantenimiento acorde a las necesidades de la empresa.



VII. DESARROLLO DEL TEMA

CAPÍTULO I: MARCO OPERACIONAL DE LA INVESTIGACIÓN

1. Análisis Del Entorno.

1.1 Reseña.

PROCAMSA es una empresa que lleva bastante tiempo laborando en el mercado nacional, aproximadamente 25 años, a lo largo de los últimos 15 años ha tenido que enfrentar distintas situaciones que han afectado significativamente la estabilidad de varias de sus áreas, y una de ellas es la de mantenimiento.

Dado a las crisis legales y económicas que ha tenido que sobrevivir en este tiempo, dejó de ser relevante la prioridad del área correspondiente, provocando un sin número de anomalías, desperfectos, desgastes y daños permanentes en sus equipos de trabajo, se han logrado apreciar al momento de realizar sus actividades productivas.

Algunos de los daños fueron adquiridos durante el periodo transcurrido del año 2006 al 2017 en que la planta cesó las actividades de maquilado del camarón, puesto que los equipos estuvieron un periodo excesivo sin ser utilizados ni reparados, ocasionando la aparición de oxidación en algunas de sus partes.

Fue hasta el año 2018 donde deciden retomar dicha actividad, e incorporando la posibilidad de maquilar camarones pertenecientes a otras plantas procesadoras o personas naturales que cosechan dentro del sector. Cabe destacar que hasta el día de hoy ninguno de los equipos ha sido cambiado, mejorado, o reparado de forma significativa, ya que los operarios sólo realizan mantenimiento o composturas de acción correctiva en el momento de presentarse un problema.

Si bien en la actualidad el mantener en óptimas condiciones el estado de las maquinarias juega un papel primordial dentro de las tareas y actividades de toda organización, PROCAMSA pese a su arduo esfuerzo en mejorar, no ha logrado avances significativos que puedan evidenciar un progreso benéfico y permanente para ellos en materia de un plan de mantenimiento preventivo para sus equipos actuales con los cuales operan.

1.2. Diagnóstico de la Situación Actual de Mantenimiento



La Empresa

A través de los años PROCAMSA ha presentado distintas circunstancias que han afectado el estado de sus equipos y maquinarias de trabajo, dentro de las más importantes se encuentran; la ausencia de un programa de mantenimiento, así como una correcta utilización de los mecanismos que conforman sus procesos productivos.



La Competencia

La presencia de nuevos negocios efectúa una competencia directa sobre la misma, provocando carencias económicas a causa de la disminución en sus labores, haciendo casi imposible poder reemplazar ciertos equipos y sus componentes dañados.



Departamento de Mantenimiento

La débil gestión del departamento de mantenimiento, ha dado por resultado que el actual sistema de conservación de los distintos mecanismos, sea realizado por un operario, el cual es el jefe de producción, este se encarga del cuidado y control de los equipos y maquinarias utilizadas en ambos procesos productivos.



Métodos de Mantenimiento

El método de solución llevado a cabo por la organización es el mantenimiento correctivo, por lo que el encargado espera que se presente una falla para efectuar su respectiva reparación. En el caso del mantenimiento preventivo, se realiza cuando el personal lo crea conveniente.



Inventario de Repuestos

La empresa presenta un déficit de repuestos, ya que, en el momento de presentarse daños en los equipos, estos no se encuentran en stock, ocasionando retraso en el mantenimiento de las maquinarias, así como en el proceso productivo.



Capacitación del Personal

La débil preparación aplicada del personal, en conjunto de la mala coordinación de la administración y sus colaboradores han sido causa de la reparación forzosa de los equipos, paralizando sus procesos productivos.



1.3 Ejecución del plan de mantenimiento

1.3.1 Procesos, equipos y maquinarias

La empresa PROCAMSA divide sus labores productivas en dos procesos:

- 1) Elaboración de Hielo en Escama.
- 2) Maquilado de Camarón.

Ambos procesos cuentan con sus respectivas maquinarias y equipos, los cuales se encargan de fabricar un producto terminado.

Tabla N°1. Máquinas implementadas en ambos procesos productivos.

Fabricación de Hielo en Escamas	Maquilado de Camarón
<ul style="list-style-type: none">➤ Un sistema en conjunto de suministro de Agua.➤ Dos Compresores.➤ Un Condensador evaporativo.➤ Dos máquinas de Hielo por Raspado.	<ul style="list-style-type: none">➤ Una seleccionadora.➤ Un congelador de Placas.➤ Una cámara Frigorífica.

Fuente: Información de referencia suministrada por, Centeno, J. (2021). Jefe de producción en PROCAMSA.

1.3.2 Estado Actual de la Maquinaria.

Desde que aparecieron las máquinas después de la revolución industrial, han sufrido variados cambios, permitiendo convertirse en herramientas mucho más útiles como las que conocemos hoy en día, estas han venido a facilitar el trabajo y agilizar los distintos procesos productivos. Por ello es de suma importancia ayudar a que dichos equipos se mantengan en un óptimo estado, cuando este objetivo no se logra afecta considerablemente la eficiencia laboral, economía y el nivel operativo de toda organización.

Tabla N°2. Estado actual de la maquinaria.

MÁQUINAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE HIELO EN ESCAMAS		
Nombre de la máquina	Vida útil	Estado actual de la maquinaria
Sistema de suministro de agua	20 años	Bomba en mal estado, materiales filtrantes no han sido cambiados, presencia de microorganismos en el agua, material impermeabilizante no cumple su función, no cuenta con motor de respaldo.
Compresores	20 años	Daños en las conchas, anillos y resortes en el plato de válvula, separador de aceite en mal estado, cambiar filtro, bandas, culatas, enfriador de aceite, balineras en cigüeñal, válvulas en línea de descarga presostatos, resistencia descontada del calentador de aceite, no hay válvula de cierre manual.
Condensador Evaporativo	20 años	Incrustaciones en tuberías, aumento de presión y recalentamiento, disminución en el enfriamiento, purgado de aire desvinculado, aspersores en mal estado, no hay bomba para cargar aceite, alto consumo energético del motor, no hay aislante en el intercambiador de calor, opera con un motor de menor capacidad, el recibidor de líquido no se encuentra aislado, probeta del control de recibidor en mal estado, trampa y línea de succión de líquido no están formadas.
Máquinas de Hielo por Raspado	20 años	Recibidor de purga de aceite dañado, desprendimiento de sarro, cuchillas desgastadas, desperfectos en el sensor de líquido, motor con exceso de vida útil, balineras desgastadas, congelamiento del bulbo, mal aislamiento de tubería, inexistencia de paro de emergencia.
MAQUINAS DEL PROCESO DE MAQUILADO DE CAMARON		
Clasificadora	20 años	No cuenta con Bildomper, inexistencia de banda transportadora a la clasificadora, material de bandas inadecuado, inexistencia de motores auxiliare y generadores de energía.
Congelador de placas	20 años	Placas desgastadas, variación de la presión de aceite, grietas en tubería, material no compatible con bandejas de producto.
Cámara Frigorífica (Blast Freezer)	20 años	No existe monitor de temperatura.

Fuente: Información de referencia suministrada por, Centeno, J. (2021). Jefe de producción en PROCAMSA.

Diagrama Causa Efecto del proceso de Fabricación de Hielo

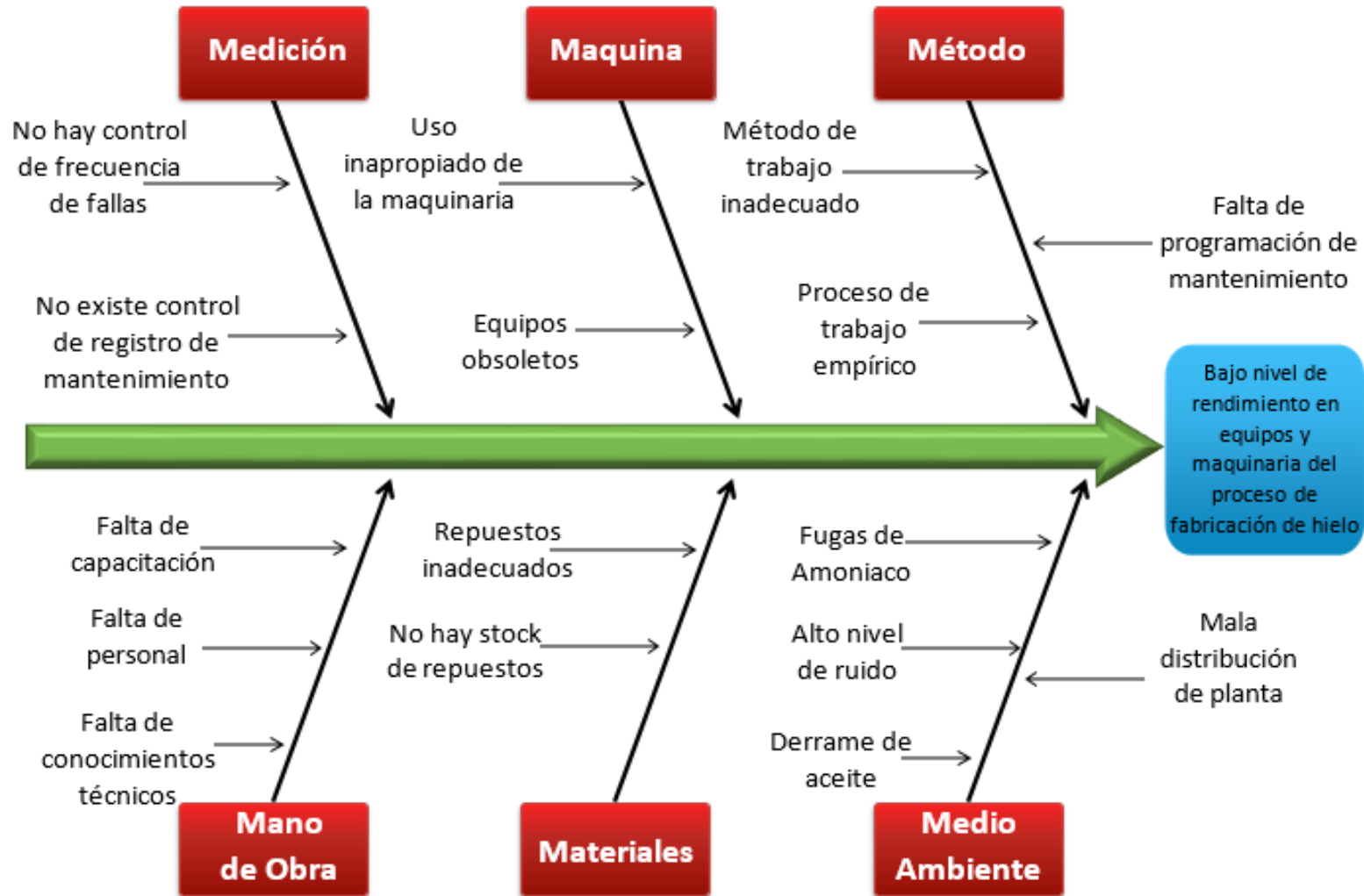


Ilustración N°1. Diagrama causa y efecto del proceso de fabricación de hielo.

Fuente: Información mediante observación directa, Empresa Procamsa, elaboración propia.

Diagrama Causa Efecto del proceso de Maquilado de Camarón

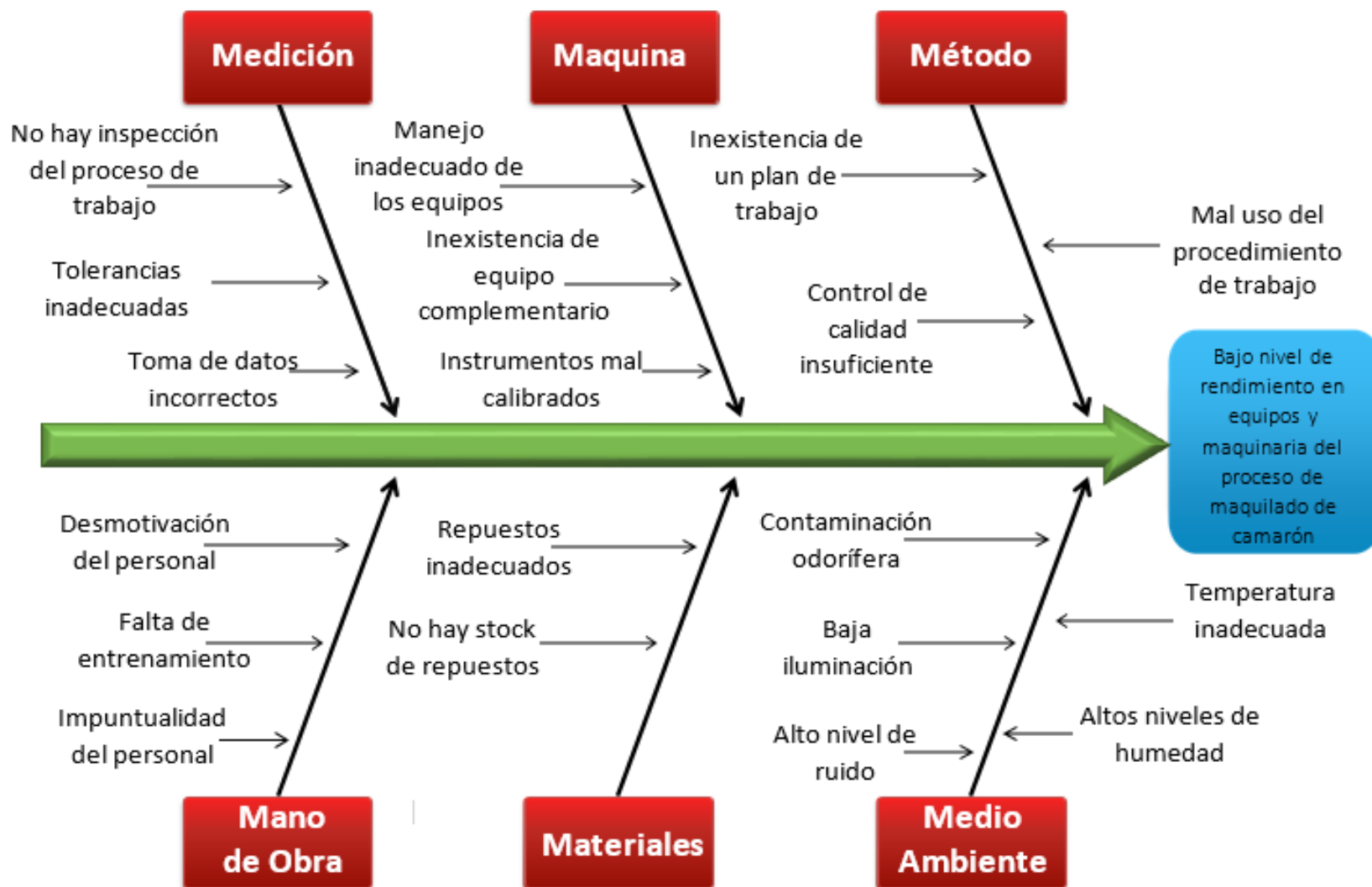


Ilustración N°2. Diagrama causa y efecto del proceso de Maquilado de camarón.

Fuente: información mediante observación directa, Empresa Procamsa, elaboración propia



1.3.3 Diseño del plan de mantenimiento

- Identificación de las incidencias significativas que afectan el buen funcionamiento de la maquinaria.
- Jerarquización de las fallas presentes en los equipos en orden de prioridad.
- Evaluación del grado de ocurrencia, control de detección de averías y acciones de corrección al momento de una falla.
- Elaboración de plan de acción de propuesta de mantenimiento preventivo para las líneas de producción de Hielo en escama y maquilado de camarón.

CAPÍTULO II: IDENTIFICACIÓN DE LAS INCIDENCIAS SIGNIFICATIVAS QUE AFECTAN EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA

2.1. Fallas.

2.1.1. Análisis de Fallas.

Los análisis de fallas se encargan de estudiar las averías que se producen en las máquinas, con el fin de determinar cuáles son sus causas y qué medidas se pueden adoptar para mejorar los procedimientos y prevenir accidentes sobre los bienes y las personas. Esta forma de actuar supone un ahorro de costes muy importante en sectores como la construcción y la industria.

2.1.2. Tipos de Fallas.

Cada ámbito productivo tiene sus propios requerimientos de funcionamiento y resistencia, basados en las condiciones del entorno en que son operados los equipos y en los esfuerzos que han de soportar. Más allá de esto, existen una serie de desperfectos comunes en los artefactos y en los elementos que los integran. Entre las lesiones más habituales, destacan las roturas, las grietas, las deformaciones, las dilataciones, el desgaste o la corrosión.

Esta clase de anomalías suponen un grave desafío para el mantenimiento industrial, ya que pueden dar lugar a la pérdida total o parcial de funcionalidad en los componentes. Además, las máquinas también suelen sufrir problemas con los motores y con los sistemas de bombas, engranaje, lubricación, ventilación, compresión, circuitos electrónicos, turbinas de gases o rodamientos.

Es por ello que, en este apartado, se analiza y define minuciosamente las características y el estado en que se encuentran las piezas y partes afectadas en cada equipo. De este modo, se pueden identificar los motivos de las fallas y proponer soluciones más eficaces, seguras y duraderas, promoviendo así un mantenimiento industrial adecuado.



2.2 Fabricación de Hielo en escama

2.2.1 Sistema de suministro de agua

Consiste en un conjunto de procedimientos necesarios para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales.

2.2.1.1 Cisterna: Una cisterna es una estructura que sirve para almacenar el agua de lluvia o proveniente de ríos, pozos y manantiales y que el edificio, casa o empresa que abastece pueda disponer de ésta en el momento en que se requiera. Son cámaras de forma circular, cuadrada o rectangular que almacenan el agua, previa a su bombeo. Esta cámara, desde donde parte la tubería que conduce el agua hacia la bomba debe poseer dimensiones mínimas para facilitar el asentamiento de las piezas, evitar grandes velocidades y agitación de las aguas, y permitir el acceso para labores de mantenimiento.

2.2.1.1.1 Chequeo a realizar:

a) Contaminación del Agua: La contaminación hídrica es la presencia de componentes químicos o de otra naturaleza en una densidad superior a la situación natural, de modo que no reúna las condiciones para el uso que se le hubiera destinado en su estado natural. Esta alteración en la calidad del agua, que se traduce en la existencia de sustancias como los microbios, los metales pesados o los sedimentos, hace que su consumo tenga efectos dañinos sobre la salud y el medio.

Consecuencias: Presencia de Microorganismos (Bacterias y hongos).

b) Impermeabilización inadecuada: Impermeabilización es la acción de colocar un sistema aislante de protección, empleado para evitar la filtración y/o penetración de líquidos u otros fluidos hacia el interior o exterior de una estructura.

Consecuencias: Desgaste del material Impermeable

c) Bomba de Agua o Centrífuga: Una bomba centrífuga es un tipo de bomba hidráulica que sirve para transformar la energía mecánica de un impulsor o rodete en energía cinética o de presión de un fluido incompresible. Por lo tanto, la bomba



centrífuga convierte la energía con la que es accionada, en este caso mecánica, en energía hidráulica.

2.2.1.2.1 Chequeo a realizar:

a) Fallas en el Motor: Un motor es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía, en energía mecánica capaz de realizar un trabajo. El motor de una bomba puede presentar las siguientes averías:

Consecuencias: El motor no atranca debido a Falta de tensión, Impulsor bloqueado, válvula de fondo obstruida, aire en aspiración, rotación en sentido contrario.

b) Interviene el guardamotor: Un guardamotor es un interruptor magneto térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos,

Consecuencias: Recalentamiento del motor.

2.2.1.3 Hidroneumático: Un tanque hidroneumático es un equipo que contiene aire y agua bajo presión. No tiene vejiga y el aire tiene contacto directo con el agua. El aire comprimido sirve como un cojín para ejercitar o absorber presión. Este tipo de tanque sirve tres funciones principales: Entregar el agua según un rango de presión seleccionada para que la bomba de agua no corra sin parar, prevenir que una bomba no empiece de nuevo cada vez que el sistema de distribución haga una pérdida menor de agua, reducir al mínimo los golpes de aire.

2.2.1.3.1 Chequeo a realizar

a) Mal funcionamiento del sistema: Para que un sistema hidroneumático funcione es necesario utilizar agua y aire a presión, ya que son sistemas basados en el principio de compresibilidad. Por tanto, su funcionamiento comienza en el momento en el que se suministra el agua al tanque de almacenamiento donde se encontrará acumulada hasta que la bomba comience a funcionar. Cuando la bomba se pone en marcha el tanque hidroneumático comienza a realizar su función. De este modo,



el aumento del nivel de agua del tanque hace que el aire se comprima en el interior del recipiente.

Consecuencias: Bajo nivel de fluido, La bomba no está acoplada, Fugas de aire, Válvulas y cilindros quebrados o desgastados.

b) Falta de presión: Fuerza que ejerce un gas, un líquido o un sólido sobre una superficie.

Consecuencias: La bomba no entrega fluido, Posición incorrecta de válvulas, Déficit de lubricación.

c) Inmovilidad del cilindro: El cilindro hidroneumático es el que se encarga de transformar la presión del aire en presión hidráulica equivalente. Debido a la alta velocidad de trabajo del cilindro este presenta vibraciones.

Consecuencias: Bomba y/o válvula no conectada, Baja presión o carga mayor a la capacidad.

2.2.1.4 Filtro de Agua: Un filtro de agua es un dispositivo que elimina las impurezas del agua al reducir la contaminación mediante una fina barrera física, un proceso químico o un proceso biológico. La función primordial de los filtros es neutralizar los contaminantes y eliminar malos olores y sabores del agua.

2.2.1.4.1 Chequeo a realizar:

a) Problemas en la Bomba: Muchas de las fallas y desperfectos en las bombas ocurren por una mala operación y puesta en servicio en condiciones inadecuadas.

Consecuencias: mal contacto del circuito, válvula dañada.



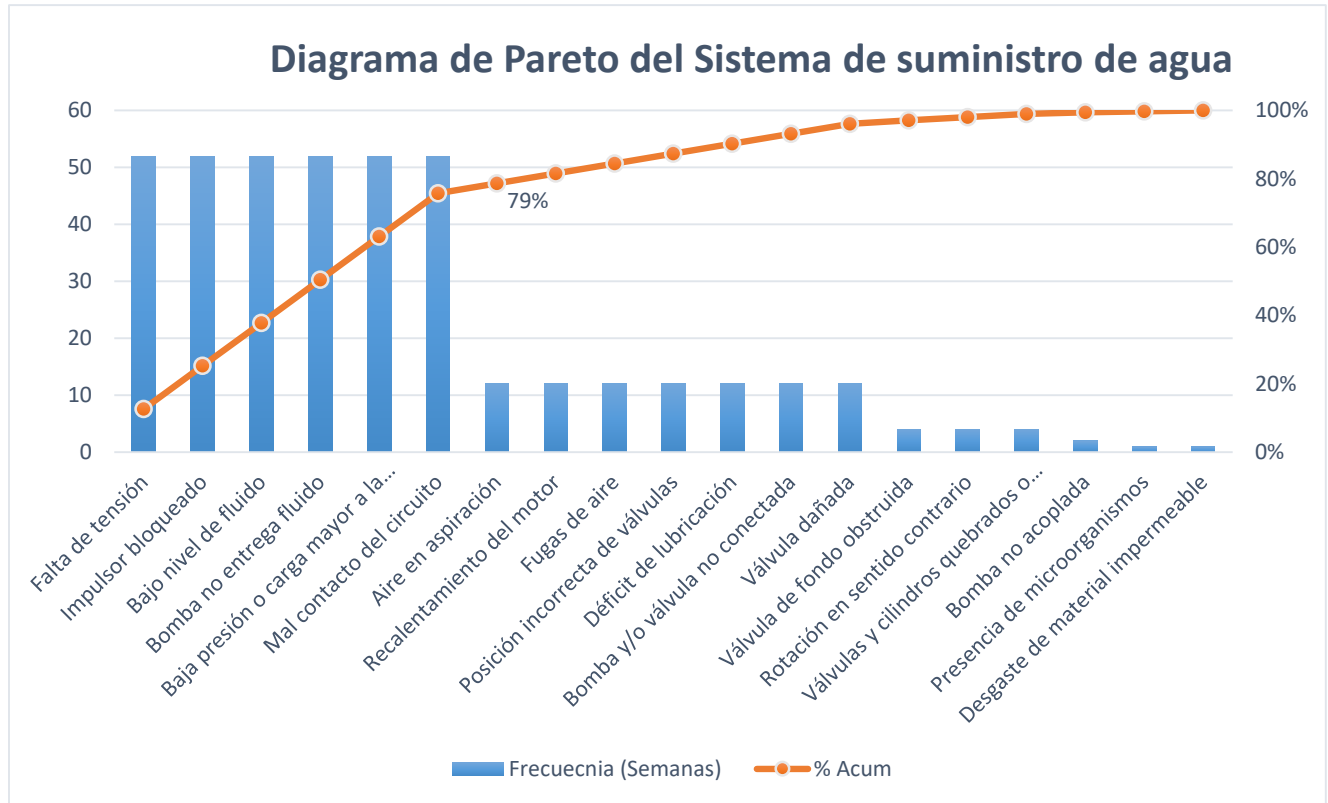
Tabla N°3. Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. del Sistema de Suministro de Agua.

HOJA DE CHEQUEO DE FALLAS, AVERIAS, DAÑOS Y DESGASTE EN MAQUINAS							
Encargado de realizar el chequeo: Jonathan Centeno							
Cargo: Jefe de producción							
Nombre de la maquina: Sistema de Suministro de Agua				Ubicación:			
Fecha de inicio: Hora:				Fecha de Fin: Hora:			
Fallas, Averías, Daños y desgastes	Frecuencia						Observaciones
	Día	Sem	Mes	Trim	Smt	Anu.	
1. Cisterna							
Contaminación del agua							
Presencia de microorganismos						✓	
Impermeabilización inadecuada							
Desgaste de material impermeable						✓	
2. Bomba de agua o centrifuga							
Fallas en el motor							
Falta de tensión		✓					
Impulsor bloqueado		✓					
Válvula de fondo obstruida					✓		
Aire en aspiración			✓				
Rotación en sentido contrario					✓		
Interviene el guarda motor							
Recalentamiento del motor			✓				
3. Hidroneumático							
Mal funcionamiento del sistema							
Bajo nivel de fluido		✓					
Bomba no acoplada					✓		
Fugas de aire			✓				
Válvulas y cilindros quebrados o desgastados					✓		
Falta de presión							
Bomba no entrega fluido		✓					
Posición incorrecta de válvulas			✓				
Déficit de lubricación			✓				
Inmovilidad del cilindro							
Bomba y/o válvula no conectada			✓				
Baja presión o carga mayor a la capacidad		✓					
4. Filtros							
Problemas en la Bomba							
Mal contacto del circuito		✓					
Válvula dañada			✓				
Otras Fallas							

Aprobado por: _____



Ilustración N°3. Diagrama de Pareto del Sistema de Suministro de Agua.



Fuente: Información mediante observación directa, elaboración propia.

Nota: Este diagrama permitió visualizar que el 79% de las causas son ocasionadas principalmente por las 7 primeras fallas que son: Falta de tensión, Impulsor bloqueado, Bajo nivel de fluido, Bomba no entrega fluido, Baja presión o carga mayor a la capacidad, Mal contacto del circuito y Aire en aspiración, de esta manera se entiende que si se eliminan dichas causas desaparecerán la mayor parte de los defectos.



2.2.2 Condensador Evaporativo.

Un condensador evaporativo es un equipo de refrigeración utilizado para aquellos casos en los que la energía en forma de calor que proviene de un sistema de enfriamiento no puede aprovecharse, por lo que se elimina generando vapor de agua. La eficiencia de un condensador evaporativo está directamente relacionada con la efectividad de la evaporación. La evaporación puede verse obstaculizada por una serie de factores, entre ellos, la calidad del agua del condensador, el estado de las bobinas del condensador y el estado del equipo mecánico.

Hay dos sistemas principales en un condensador evaporativo: el sistema de agua recirculada y el sistema de impulsión y ventilador. Son estos dos sistemas, que trabajan en conjunto, los que crean el efecto de enfriamiento por evaporación. Estos sistemas deben recibir mantenimiento para que funcionen sin problemas y con eficiencia energética.

- **Sistema de impulsión y ventilador:** El sistema de impulsión y ventilador comprende las partes móviles del condensador. El ventilador y el motor de la bomba requerirán un mantenimiento de rutina, así como los cojinetes del eje del ventilador y las correas que impulsan los ventiladores. Sin estos componentes funcionando con la máxima eficiencia, el condensador no puede funcionar como se necesita.
- **Sistema de agua recirculada:** Por definición, los condensadores evaporativos evaporan el agua. Esa agua, si no se controla adecuadamente, puede provocar acumulación de minerales y corrosión. Al igual que cuando se hierve agua en una estufa, las impurezas que se encuentran en el agua se quedan atrás cuando esta se evapora. Si no se controla en un condensador evaporativo, los minerales se precipitarán fuera del agua y dejarán una capa de sarro en el serpentín. La escala es quizás la razón número uno por la que los condensadores pierden su eficiencia con el tiempo. Solo una pequeña cantidad de escala puede tener un efecto dramático en el rendimiento del condensador. Por lo tanto, controlar el nivel de minerales en el agua es muy importante.



2.2.2.1 Chequeo a realizar:

a) Incrustaciones: Las incrustaciones son la precipitación de las sales solubles que contiene el agua de recirculación del condensador sobre las superficies del equipo. Usualmente se evidencian en la sección del serpentín del condensador, ya que la mayoría de sales disueltas abandonan el agua a medida que la temperatura de la misma aumenta.

Consecuencias: obstrucción de la transferencia de calor, altas presiones, grietas y desgastes en las tuberías, acumulación de suciedad en el sistema, contrapresión de bombeo alta.

b) Corrosión: Consiste en una reacción electroquímica entre los metales del sistema y el agua a la cual están expuestos. En otras palabras, es el proceso mediante el cual el metal retorna a su estado natural. Los sistemas de agua del condensador son típicamente de acero dulce y metalurgia galvanizada.

Consecuencias: temperaturas elevadas.

c) Válvulas y Bombas: las válvulas son dispositivos capaces de regular u obturar alternativamente o permanentemente una corriente de fluidos o gases de un sistema de tuberías de una máquina, las bombas son dispositivos empleados para elevar, transferir o comprimir líquidos y gases.

Fallas: fugas en válvulas de descarga, fallos en bombas de agua de reposición a la torre, fallas en válvulas en el circuito de reposición y en el de purga de la Torre, fallos en las bombas de impulsión al condensador.

d) Ventiladores: su función es enfriar la alta presurización, mientras el gas refrigerante caliente hasta el punto de obtener una condensación en el interior de la bobina del condensador y producir un líquido de enfriamiento.

Fallas: desequilibrio en las aspas de ventiladores, fallas en el sistema de transmisión de movimiento desde el motor al ventilador, aspas del ventilador dañadas, motor del ventilador defectuoso, desgaste en rodamientos del eje del ventilador.



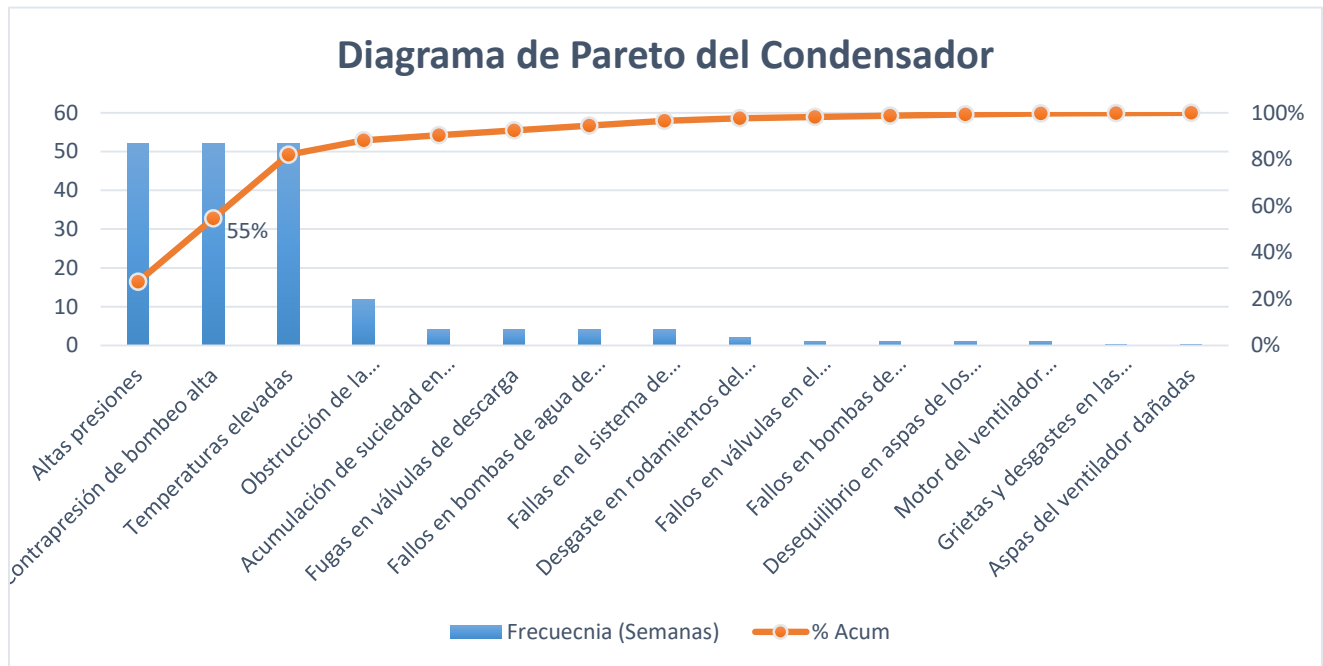
Tabla N°4. Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. del Condensador Evaporativo.

HOJA DE CHEQUEO DE FALLAS, AVERIAS, DAÑOS Y DESGASTE EN MAQUINAS							
Encargado de realizar el chequeo: Jonathan Centeno							
Cargo: Jefe de producción							
Nombre de la maquina: Condensador evaporativo				Ubicación:			
Fecha de inicio: Hora:				Fecha de Fin: Hora:			
Fallas, Averías, Daños y desgastes	Frecuencia						Observaciones
	Día	Sem	Mes	Trim	Smt	Anu.	
1. Incrustaciones.							
Obstrucción de la transferencia de calor			✓				
Altas presiones		✓					
Grietas y desgastes en las tuberías							Cada 5 años
Acumulación de suciedad en el sistema				✓			
Contrapresión de bombeo alta		✓					
2. Corrosión							
Temperaturas elevadas		✓					
3. Válvulas y Bombas							
Fugas en válvulas de descarga				✓			
Fallos en bombas de agua de reposición de la torre				✓			
Fallos en válvulas en el circuito de reposición y en el de purga de la torre						✓	
Fallos en bombas de impulsión al condensador						✓	
4. Ventiladores							
Desequilibrio en aspas de los ventiladores						✓	
Fallas en el sistema de transmisión de movimiento desde el motor al ventilador				✓			
Aspas del ventilador dañadas							Cada 5 años
Motor del ventilador defectuoso						✓	
Desgaste en rodamientos del eje del ventilador					✓		
5. Otras fallas							

Aprobado por: _____



Ilustración N°4. Diagrama de Pareto del Condensador Evaporativo.



Fuente: Información mediante observación directa, elaboración propia.

Nota: Este diagrama permitió visualizar que el 55% de las causas son ocasionadas principalmente por las 2 primeras fallas que son: Altas presiones y Contrapresión de bombeo alta, de esta manera se entiende que si se eliminan dichas causas desaparecerán la mayor parte de los defectos.



2.2.3. Compresor

El compresor es un elemento básico de todo sistema de refrigeración y su función es igual de importante que la de todos los demás componentes. Si el compresor falla, el sistema completo se desbalancea y deja de funcionar, lo cual provoca una disminución en su vida útil.

2.2.3.1. Chequeo a realizar

a) Retorno de líquido: Sucede cuando se presenta un sobrecalentamiento del gas en la succión del compresor, que tiende a 0 tal succión “húmeda”, debido al efecto detergente del refrigerante, puede remover la película lubricante de las partes móviles del compresor y, por ende, provocará su rotura mecánica.

Consecuencias: Estator en corto circuito, Bujes y pistones desgastados, bielas rayadas o quebradas, cigüeñal rayado o desgastado.

b) Altas temperaturas de descarga: Se produce al trabajar con un valor elevado del supercalentamiento del gas en la succión del compresor. Esto trae como resultado la carbonización del aceite lubricante y la consecuente rotura mecánica del compresor.

Consecuencias: Plato (s) de válvulas descoloridos (no pueden limpiarse), anillos desgastados.

c) Problemas de lubricación: Son aquellas complicaciones que se vinculan con el desgaste excesivo que causa la falta de aceite lubricante en las áreas esenciales.

Consecuencias: Bujes rayados, bajo nivel de aceite en el cárter.

d) Golpe de líquido: El golpe de líquido es el resultado de tratar de comprimir líquido en los cilindros. El líquido puede ser aceite o refrigerante y en la mayoría de los casos, una mezcla de ambos. Este es principalmente el resultado de la migración de refrigerante líquido en el ciclo de apagado en los compresores enfriados por refrigerante.



Consecuencias: flappers rotos (válvula de flujo de gas refrigerante), pernos de descarga flojos o sueltos, Juntas rotas.

e) Contaminación del sistema: Es aquel agente extraño que se presentan con el desgaste excesivo provocado por el daño mecánico del motor o por el recalentamiento.

Consecuencias: daño en el aislante del motor del compresor, cortocircuito en las terminales del motor, obstrucciones en el sistema o en el compresor como: En las venas de lubricación del compresor, Corrosión u obstrucción en las válvulas de expansión, descarga, succión, obstrucción en los filtros de aceite y/o de succión en el compresor.

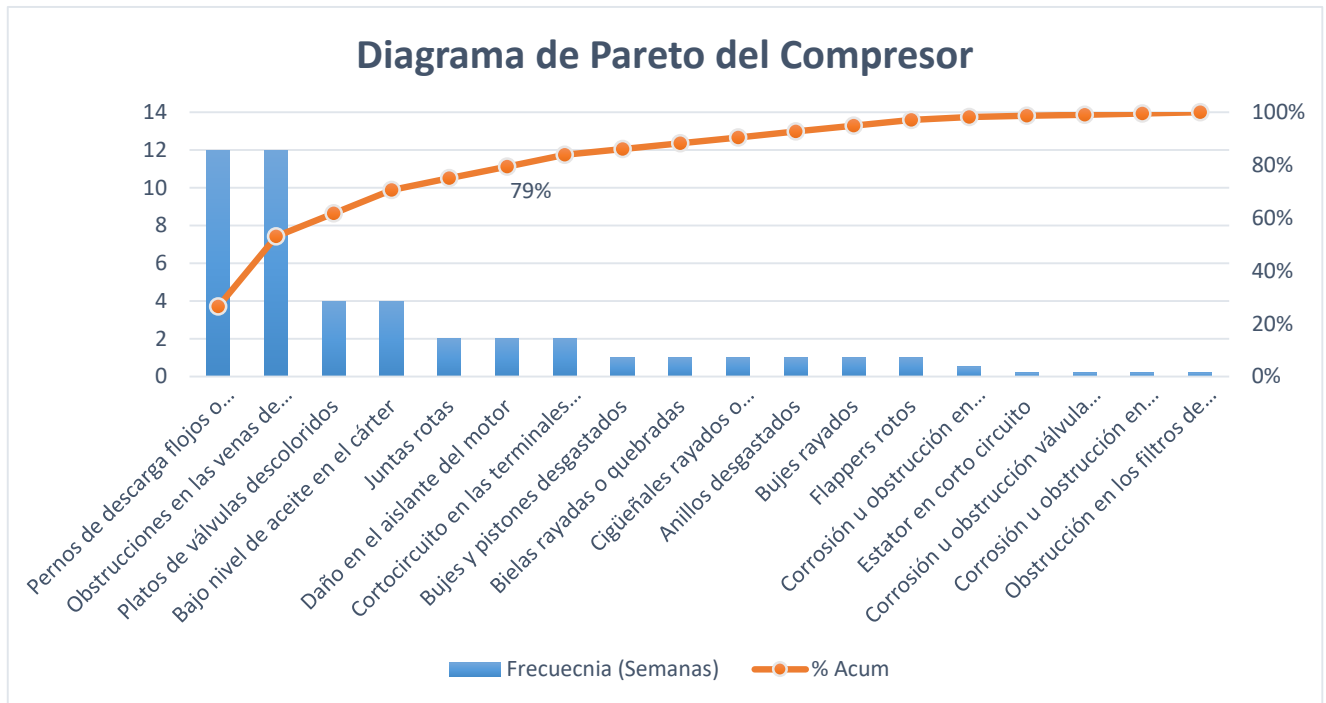
Tabla N°5. Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. Del Compresor.

HOJA DE CHEQUEO DE FALLAS, AVERIAS, DAÑOS Y DESGASTE EN MAQUINAS							
Encargado de realizar el chequeo: Jonathan Centeno							
Cargo: Jefe de Producción							
Nombre de la maquina: Compresor				Ubicación: Cuarto de maquinas			
Fecha de inicio: Hora:				Fecha de Fin: Hora:			
Fallas, Averías, Daños y desgastes	Frecuencia						Observaciones
	Día	Sem	Mes	Trim	Smt	Anu.	
1. Retorno de líquido.							
Estator en corto circuito							Cada 5 años
Bujes y pistones desgastados						✓	
Bielas rayadas o quebradas						✓	
Cigüeñales rayados o desgastados						✓	
2. Altas temperaturas de descarga							
Platos de válvulas descoloridos				✓			
Anillos desgastados						✓	
3. Problemas de lubricación							
Bujes rayados						✓	
Bajo nivel de aceite en el cárter				✓			
4. Golpe e liquido							
Flappers rotos						✓	
Pernos de descarga flojos o sueltos			✓				
Juntas rotas					✓		
5. Contaminación del sistema							
Daño en el aislante del motor					✓		
Cortocircuito en las terminales del motor					✓		
Obstrucciones en las venas de lubricación del compresor			✓				
Corrosión u obstrucción válvula de expansión.							Cada 5 años
Corrosión u obstrucción en válvula de descarga.							Cada 2 años
Corrosión u obstrucción en válvula de succión.							Cada 5 años
Obstrucción en los filtros de aceite y/o de succión en el compresor							Cada 5 años
6. Otras fallas							

Aprobado por: _____



Ilustración N°5. Diagrama de Pareto del Compresor.



Fuente: Información mediante observación directa, elaboración propia.

Nota: Este diagrama permitió visualizar que el 79% de las causas son ocasionadas principalmente por las 6 primeras fallas que son: Pernos de descarga flojos o sueltos, Obstrucciones en las venas de lubricación del compresor, Platos de válvulas descolorido, Bajo nivel de aceite en el cárter, Juntas rotas y Daño en el aislante del motor, de esta manera se entiende que si se eliminan dichas causas desaparecerán la mayor parte de los defectos.



2.2.4. Máquina de Hielo “Por Raspado” (Nort Star)

La máquina de hielo por raspado North Star es una máquina que fabrica hielo en escama rociando o vertiendo agua sobre una superficie refrigerada, que habitualmente tiene forma de cilindro o tambor. El agua se congela sobre la superficie formando capas delgadas de hielo (de 2 a 3 mm de espesor). Una cuchilla retira el hielo subenfriado, que se fragmenta en pequeños trozos semejantes a esquirlas de cristal. Su sistema de congelación es por amoníaco y están destinadas a fabricar hielo que va a ser utilizado para el traslado de mariscos.

2.2.4.1 Chequeo a realizar

a) Fugas de amoníaco: El amoníaco es una sustancia a presión que se utiliza como refrigerante, este se convierte en un producto inflamable si se produce un escape y la sustancia se mezcla con el oxígeno, ya que la más pequeña chispa puede provocar un estallido.

Consecuencias: Corrosión en el tanque, picaduras en las tuberías y/o mangueras.

b) Válvula solenoide: Una válvula solenoide es una válvula eléctrica utilizada para controlar el paso de gas (sistemas neumáticos) o fluidos (sistemas hidráulicos). La apertura o cierre de la válvula se basa en impulsos electromagnéticos de un solenoide, un tipo de electroimán. Un solenoide es un dispositivo compuesto por una bobina de material conductor (alambre en forma de sacacorchos, la carcasa y un émbolo móvil (armadura), cuyo funcionamiento se basa en campos electromagnéticos, al pasar una corriente eléctrica a través de la bobina, se genera un campo electromagnético de cierta intensidad en el interior. Un émbolo fabricado de metal ferroso es atraído por la fuerza magnética hacia el centro de la bobina, lo que proporciona el movimiento necesario para accionar la válvula.

Fallas: Presiones desiguales y quemadura de la bobina, defecto del plato, el diafragma o el asiento de la válvula, bobina sin tensión eléctrica, mal cableado y/o cables sueltos.



c) Válvula de expansión: dispositivo utilizado para separar el lado de alta presión y baja presión del sistema de refrigeración y para introducir refrigerante de manera controlada al evaporador de acuerdo al sobrecalentamiento.

Fallas: válvula obstruida o bloqueada, flujo irregular de aire, temperaturas excesivas en algunos componentes del circuito, presión inadecuada en el sistema, averías en la tubería de líquido, válvula destruida por suciedad o hielo.

d) Motor eléctrico: es una máquina capaz de convertir la energía eléctrica en mecánica. El motor es capaz de realizar esto gracias a la acción de los campos magnéticos que generan las bobinas que se encuentran dentro del motor.

Fallas: Fusibles quemados, Chumaceras o cojines desgastados, Sobrecargas, Corto circuito, Conexiones internas erróneas, fallas en rodamientos, cojinetes apretados y ejes torcidos.

e) Caja reductora: se denomina caja reductora a un mecanismo que consiste, generalmente, en un grupo de engranajes, con el que se consigue mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento del generador, de una manera muy segura y eficiente. La caja reductora está ligada a un motor TEFC, que se sitúa fuera de la corriente de aire, a través de un eje del ventilador de la transmisión de material compuesto no corrosivo.

Fallas: desgaste en engranajes, orificio de ventilación sucio, fuga de aceite.

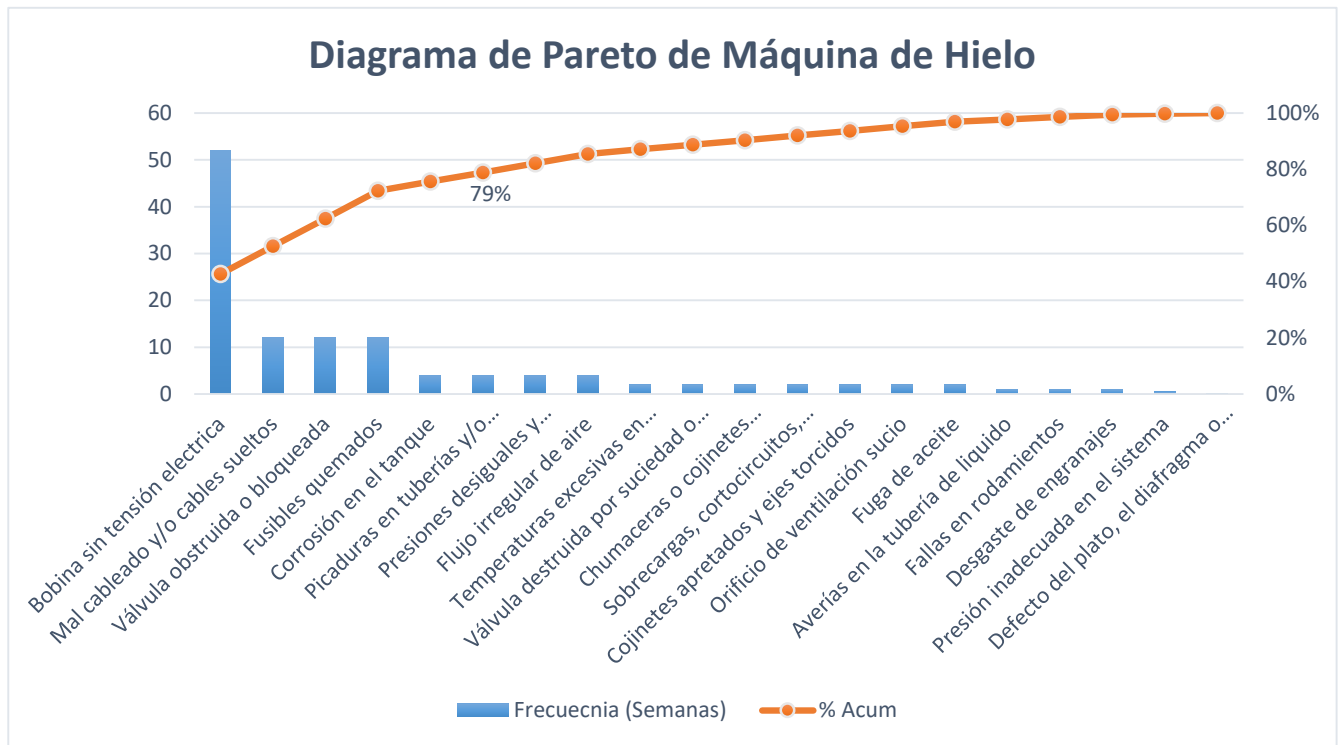


Tabla N°6. Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. De la Máquina de Hielo.

HOJA DE CHEQUEO DE FALLAS, AVERIAS, DAÑOS Y DESGASTE EN MAQUINAS							
Encargado de realizar el chequeo: Jonathan Centeno							
Cargo: Jefe de producción							
Nombre de la maquina: Máquina de hielo "Por Raspado" (North star)				Ubicación:			
Fecha de inicio: Hora:				Fecha de Fin: Hora:			
Mes de Revisión:							
Fallas, Averías, Daños y desgastes	Frecuencia						Observaciones
	Día	Sem	Mes	Trim	Smt	Anu.	
1. Fugas de Amoniaco							
Corrosión en el tanque				✓			
Picaduras en tuberías y/o mangueras				✓			
2. Válvula solenoide							
Presiones desiguales y quemaduras de la bobina				✓			
Defecto del plato, el diafragma o el asiento de la válvula.							Cada 5 años
Bobina sin tensión eléctrica		✓					
Mal cableado y/o cables sueltos			✓				
3. Válvula de expansión							
Válvula obstruida o bloqueada			✓				
Flujo irregular de aire				✓			
Temperaturas excesivas en componentes del circuito					✓		
Presión inadecuada en el sistema							Cada 2 años
Averías en la tubería de liquido						✓	
Válvula destruida por suciedad o hielo					✓		
4. Motor eléctrico							
Fusibles quemados			✓				
Chumaceras o cojinetes desgastados					✓		
Sobrecargas, cortocircuitos, conexiones internas erróneas					✓		
Fallas en rodamientos						✓	
Cojinetes apretados y ejes torcidos					✓		
5. Caja reductora							
Desgaste de engranajes						✓	
Orificio de ventilación sucio					✓		
Fuga de aceite					✓		
6. Otras fallas							

Aprobado por: _____

Ilustración N°6. Diagrama de Pareto de la Máquina de Hielo.



Fuente: Información mediante observación directa, elaboración propia.

Nota: Este diagrama permitió visualizar que el 79% de las causas son ocasionadas principalmente por las 6 primeras fallas que son: Bobina sin tensión eléctrica, Mal cableado y/o cables sueltos, Válvula obstruida o bloqueada, Fusibles quemados, Corrosión en el tanque, Picaduras en tuberías y/o mangueras, de esta manera se entiende que si se eliminan dichas causas desaparecerán la mayor parte de los defectos.



2.3 Maquilado de Camarón

2.3.1 Clasificadora

La clasificadora es una máquina compuesta por 4 pares de rodillos clasificadores y 4 pares de rodillos auxiliares de acero inoxidable de 3.5 m de longitud total, que permite realizar la clasificación de 3 tamaños diferentes de camarones.

2.3.1.1 Chequeo a realizar:

a) Moto-reductores: Es una máquina que combina un reductor de velocidad y un motor, van unidos en una sola pieza y se usa para reducir la velocidad de un equipo de forma automática. Generan movimientos a los rodillos, a las bandas de nylon de la mesa de inspección, elevador, y líneas de selección.

Fallas: Retención de aceite, rodamientos dañados, desgaste, grietas y/o roturas de los dientes.

b) Cabeza superior e inferior: Cada máquina clasificadora de camarón tiene dos cabezales, parte donde trabajan los rodillos que clasifica el producto en diferentes tallas.

Fallas: Descalibración de rodillos, bajo nivel de aceite, daño en retenedores, cadenas atrofiadas, desgaste de balineras.

c) Bandas y Sprokets: Las bandas transportadoras movilizan el camarón para ser limpiado y luego ser dividido en la clasificadora, están ubicadas en la mesa de inspección, elevador, y en las líneas de selección.

Fallas: desgaste en los sprokets, bandas dañadas.

d) Chumaceras de piso con rodamientos en acero inoxidable: son puntos de apoyo de ejes y árboles para sostener su peso, guiarlos en su rotación y evitar deslizamientos, incluso las Chumaceras van algunas veces colocados directamente en el bastidor de la pieza o máquina, pero con frecuencia van montados en soportes convenientemente dispuestos para facilitar su montaje.

Fallas: Corrosión en el eje, desgaste en el eje, rodamientos desajustados, fuga de grasa, contaminación, desgaste en chumaceras.

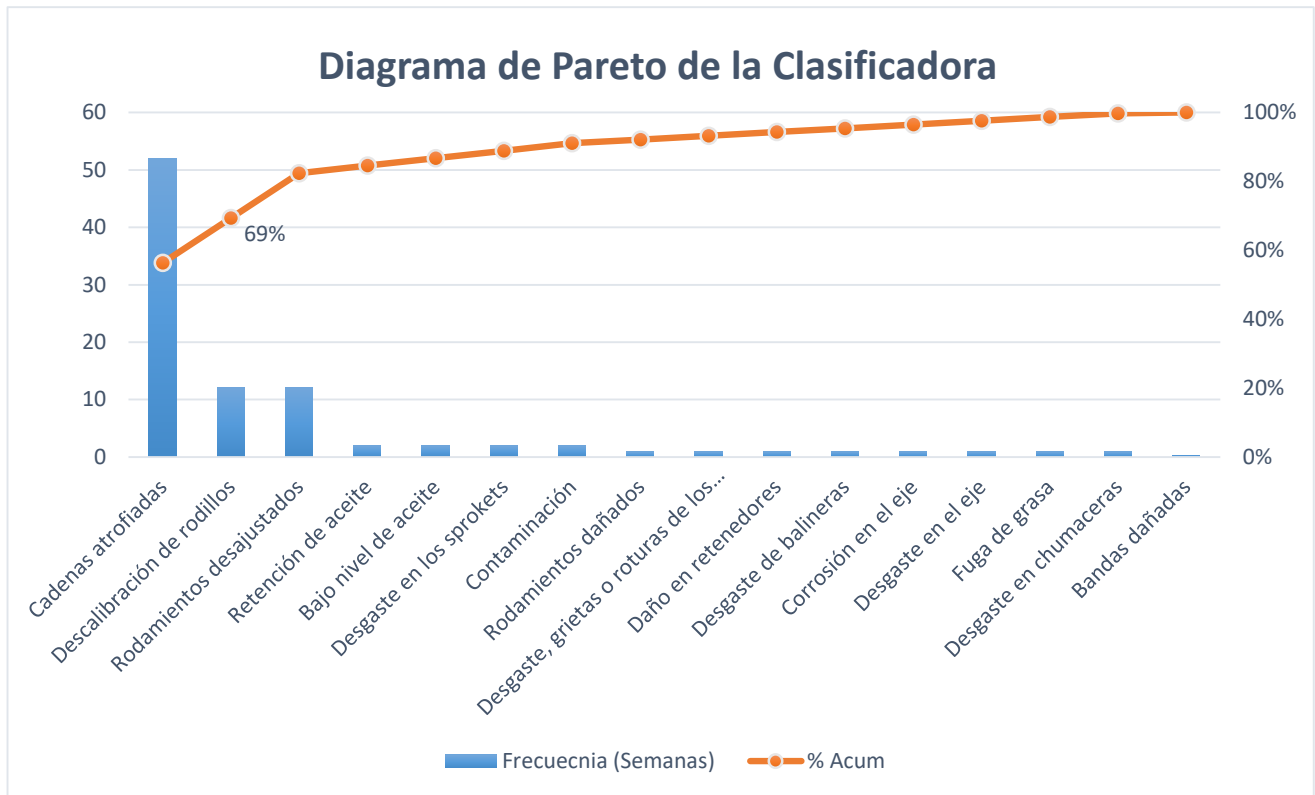
Tabla N°7. Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. De la Clasificadora.

HOJA DE CHEQUEO DE FALLAS, AVERIAS, DAÑOS Y DESGASTE EN MAQUINAS							
Encargado de realizar el chequeo: Jonathan Centeno							
Cargo: Jefe de producción							
Nombre de la maquina: Clasificadora				Ubicación:			
Fecha de inicio: Hora:				Fecha de Fin: Hora:			
Mes de Revisión:							
Fallas, Averías, Daños y desgastes	Frecuencia						Observaciones
	Día	Sem	Mes	Trim	Smt	Anu.	
1. Moto-reductores							
Retención de aceite					✓		
Rodamientos dañados						✓	
Desgaste, grietas o roturas de los dientes						✓	
2. Cabeza superior e inferior							
Descalibración de rodillos			✓				
Bajo nivel de aceite					✓		
Daño en retenedores						✓	
Cadenas atrofiadas		✓					
Desgaste de balineras						✓	
3. Bandas y sprokets							
Desgaste en los sprokets					✓		
Bandas dañadas							Cada 5 años
4. Chumaceras de piso con rodamientos de acero inoxidable							
Corrosión en el eje						✓	
Desgaste en el eje						✓	
Rodamientos desajustados			✓				
Fuga de grasa						✓	
Contaminación					✓		
Desgaste en chumaceras						✓	
5. Otras fallas							

Aprobado por: _____



Ilustración N°7. Diagrama de Pareto de la Clasificadora.



Fuente: Información mediante observación directa, elaboración propia.

Nota: Este diagrama permitió visualizar que el 69% de las causas son ocasionadas principalmente por las 2 primeras fallas que son: Cadenas atrofiadas y Descalibración de rodillos, de esta manera se entiende que si se eliminan dichas causas desaparecerán la mayor parte de los defectos.



2.3.2 Congelador de Placas

El congelador de placas es un congelador de contacto, generalmente diseñado para alimentos acuáticos, que proporciona una excelente solución de congelación envasada en bandejas.

Estos equipos utilizan el mecanismo de congelación por prensado, dentro de ellos circula el líquido refrigerante, que habitualmente es amoníaco. Estas máquinas congeladoras alcanzan temperaturas por debajo de los -30°C , incluso alcanzando los -40°C . Una de sus cualidades es que pueden congelar grandes cantidades de camarón empacado, ya que su tiempo de proceso es en promedio de 4 horas.

2.3.2.1 Chequeo a realizar:

a) Fuga de Amoníaco: El amoníaco es un gas incoloro de olor desagradable, compuesto de hidrógeno y nitrógeno y muy soluble en agua, que sirve de base para la formación de distintas sales. La fuga de este gas en cualquier sistema puede dar como consecuencia situaciones de alto riesgo, ya que es altamente inflamable y tóxico para el ser humano.

Consecuencias: picaduras o fracturas en tuberías, pérdida de amoníaco, válvulas y tuberías flojas.

b) Desgastes: El desgaste es la erosión de material sufrida por una superficie sólida por acción de otra superficie. Está relacionado con las interacciones entre superficies y más específicamente con la eliminación de material de una superficie como resultado de una acción mecánica.

Consecuencias: Ralladuras, contaminación del aceite, incremento de la temperatura, corrosión, vibración excesiva.

c) Sistema eléctrico: Es el recorrido de la electricidad a través de un conductor, desde la fuente de energía hasta su lugar de consumo. Este lo conforman todos los dispositivos que tienen por función proveer la energía eléctrica que se necesita para que arranquen y funcionen correctamente un equipo o maquinaria.

Consecuencias: Alto consumo energético, daños permanentes en las instalaciones, corto circuito, incendios.

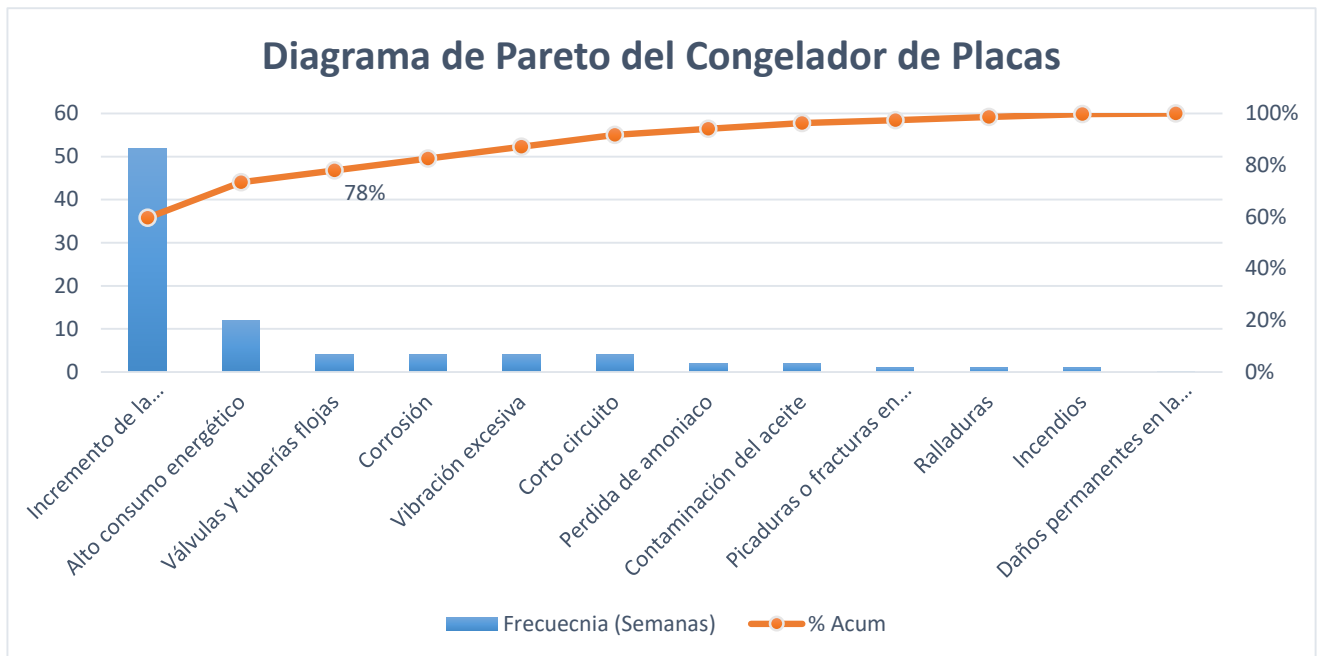


Tabla N°8. Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. Del Congelador de Placas.

HOJA DE CHEQUEO DE FALLAS, AVERIAS, DAÑOS Y DESGASTE EMAQUINAS							
Encargado de realizar el chequeo: Jonathan Centeno							
Cargo: Jefe de producción							
Nombre de la maquina: Congelador de placas				Ubicación:			
Fecha de inicio: Hora:				Fecha de Fin: Hora:			
Mes de Revisión:							
Fallas, Averías, Daños y desgastes	Frecuencia						Observaciones
	Día	Sem	Mes	Trim	Smt	Anu.	
1. Fuga de amoniaco							
Picaduras o fracturas en tuberías							✓
Perdida de amoniaco					✓		
Válvulas y tuberías flojas				✓			
2. Desgastes							
Ralladuras							✓
Contaminación del aceite					✓		
Incremento de la temperatura		✓					
Corrosión				✓			
Vibración excesiva				✓			
3. Sistema eléctrico							
Alto consumo energético			✓				
Daños permanentes en la instalación							Cada 5 años
Corto circuito				✓			
Incendios						✓	
4. Otras fallas							

Aprobado por: _____

Ilustración N°8. *Diagrama de Pareto del Congelador de Placas.*



Fuente: Información mediante observación directa, elaboración propia.

Nota: Este diagrama permitió visualizar que el 78% de las causas son ocasionadas principalmente por las 3 primeras fallas que son: Incremento de la temperatura, Alto consumo energético y Válvulas y tuberías flojas, de esta manera se entiende que si se eliminan dichas causas desaparecerán la mayor parte de los defectos.



2.3.3. Cámaras Frigoríficas

Una cámara frigorífica o cuarto frío es un almacén en el que se genera artificialmente una temperatura específica. Generalmente está diseñado para el almacenamiento de productos en un ambiente por debajo de la temperatura exterior. Los productos que necesitan refrigeración incluyen frutas, verduras, mariscos, carne, flores.

2.3.3.1. Chequeo a realizar:

a) Evaporadores: Se utilizan evaporadores por los que circula un medio refrigerante (amoníaco), el aire pasa a través de los evaporadores, enfría y de esta forma atraviesa el producto, llevándose a cabo el fenómeno de congelación.

Fallas: Irregularidades en el aire, baja capacidad de los ventiladores, exceso de humedad.

b) Temperatura: Es una magnitud escalar que sistematiza la noción de frío y caliente haciéndola medible mediante un termómetro. La temperatura de un sistema es una propiedad que determina si un sistema se encuentra o no en equilibrio térmico con otros sistemas.

Consecuencias: Mal aislamiento térmico, mala ventilación, bloqueo del flujo de aire, olor desagradable, potencia de refrigeración inadecuada.



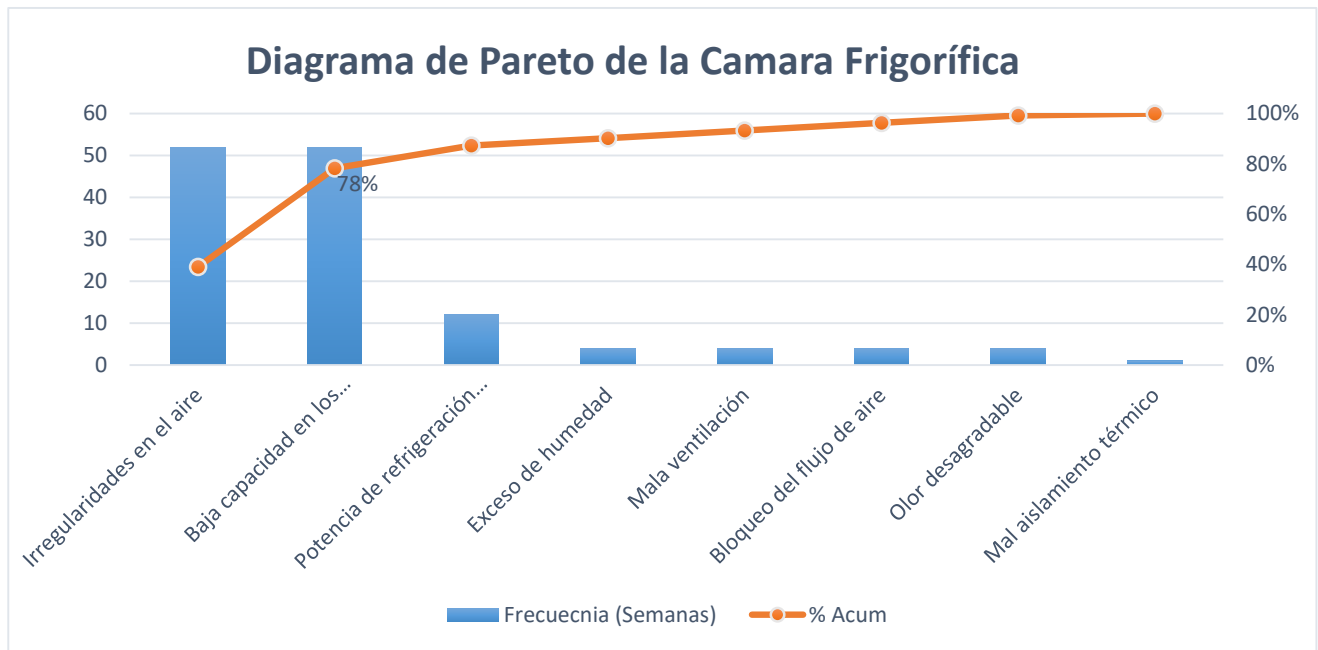
Tabla N°9. Hoja de chequeo de fallas, averías, daños, etc. De la Cámara Frigorífica.

HOJA DE CHEQUEO DE FALLAS, AVERIAS, DAÑOS Y DESGASTE EN MAQUINAS							
Encargado de realizar el chequeo: Jonathan Centeno							
Cargo: Jefe de producción							
Nombre de la maquina: Cámara frigorífica				Ubicación:			
Fecha de inicio: Hora:				Fecha de Fin: Hora:			
Mes de Revisión:							
Fallas, Averías, Daños y desgastes	Frecuencia						Observaciones
	Día	Sem	Mes	Trim	Smt	Anu.	
1. Evaporadores							
Irregularidades en el aire		✓					
Baja capacidad en los ventiladores		✓					
Exceso de humedad				✓			
2. Temperatura							
Mal aislamiento térmico						✓	
Mala ventilación				✓			
Bloqueo del flujo de aire				✓			
Olor desagradable				✓			
Potencia de refrigeración inadecuada			✓				
3. Otras fallas							

Aprobado por: _____



Ilustración N°9. *Diagrama de Pareto de la Cámara Frigorífica.*



Fuente: Información mediante observación directa, elaboración propia.

Nota: Este diagrama permitió visualizar que el 78% de las causas son ocasionadas principalmente por las 2 primeras fallas que son: Irregularidades en el aire y Baja capacidad en los ventiladores, de esta manera se entiende que si se eliminan dichas causas desaparecerán la mayor parte de los defectos.



CAPITULO III: JERARQUIZACIÓN DE FALLAS PRESENTES EN LOS EQUIPOS POR ORDEN DE PRIORIDAD.

3.1 Fallas y Averías

Las fallas o averías son el deterioro o desperfecto en cualquier parte de un equipo que no permite el funcionamiento normal de este. No existe equipo perfecto, el cual nunca falle o tenga desperfecto alguno en su funcionamiento.

En la industria se cataloga como algo que impida que la compañía o fábrica mantenga el nivel productivo. A lo anterior se debe sumar las averías que se ocasionan por falta de calidad del producto, falta de seguridad y contaminación ambiental.

Si la calidad de un producto depende del funcionamiento de la máquina que lo produce; entonces cualquier evento que haga bajar la calidad será considerado una falla. También debe ser claro que cualquier condición que pueda ocasionar riesgo ambiental o de seguridad al personal de planta; debe ser identificado como una falla. Valbor Soluciones (2021). *¿Cómo se clasifican los tipos de fallas en mantenimiento?*

3.1.1 División de fallas o averías según prioridad de mantenimiento.

En cualquier sistema de mantenimiento sea preventivo o correctivo es de suma importancia categorizar las fallas o averías que se logren apreciar según el nivel de prioridad, esto permite atender dichas problemáticas de manera efectiva y mantener de esta forma un buen funcionamiento en los equipos productivos.

Por ende, se clasifican de la siguiente manera:

Prioridad 1 “Emergencia”: Mantenimiento que debe ser realizado inmediatamente después de detectada su necesidad.

Ejemplos: Falla en equipo prioritario.

Prioridad 2 “Urgencia”: Mantenimiento que debe ser realizado lo más rápido posible, preferiblemente sin superar las 24 horas tras haber detectado su necesidad.

Ejemplos: Defecto en estado próximo a la falla en equipo prioritario; Falla en equipo secundario.

Prioridad 3 “Necesaria”: Mantenimiento que puede ser postergado por algunos días pero que su ejecución no debe superar una semana.

Ejemplos: Mantenimiento Preventivo en equipo secundario, de acuerdo con la programación preestablecida; Reparación de defectos en equipos secundarios.

Prioridad 4 “Deseable”: Mantenimiento que puede ser postergado por algunas semanas (recomendable 4 o 5) pero no debe ser omitido.

Ejemplos: Mantenimiento en equipo secundario, de acuerdo con la programación preestablecida; Falla en equipo que no interfiere en la producción.

Prioridad 5 “Prorrogable”: Mantenimiento que puede dejar de ser ejecutado.

Ejemplos: Defecto en equipo que no interfiere en el proceso productivo; Mejora estética de la instalación. Saldarriaga, O. D. (2005). *Mantenimiento de Equipos*. Instituto Tecnológico Metropolitano.

3.2 Diagramas de árbol.

Los diagramas de árbol son una herramienta de gran utilidad en los procesos de toma de decisiones, es por ello que serán utilizados para clasificar la información obtenida en los paretogramas, permitiendo categorizar las fallas, averías, daños y desgastes según su nivel de prioridad, para establecer el orden en el cual deban ser atendidas y posteriormente lograr determinar las actividades y acciones correspondientes que darán solución a dichas problemáticas.



Ilustración N°10. Diagrama de árbol del Sistema de Suministro de agua.

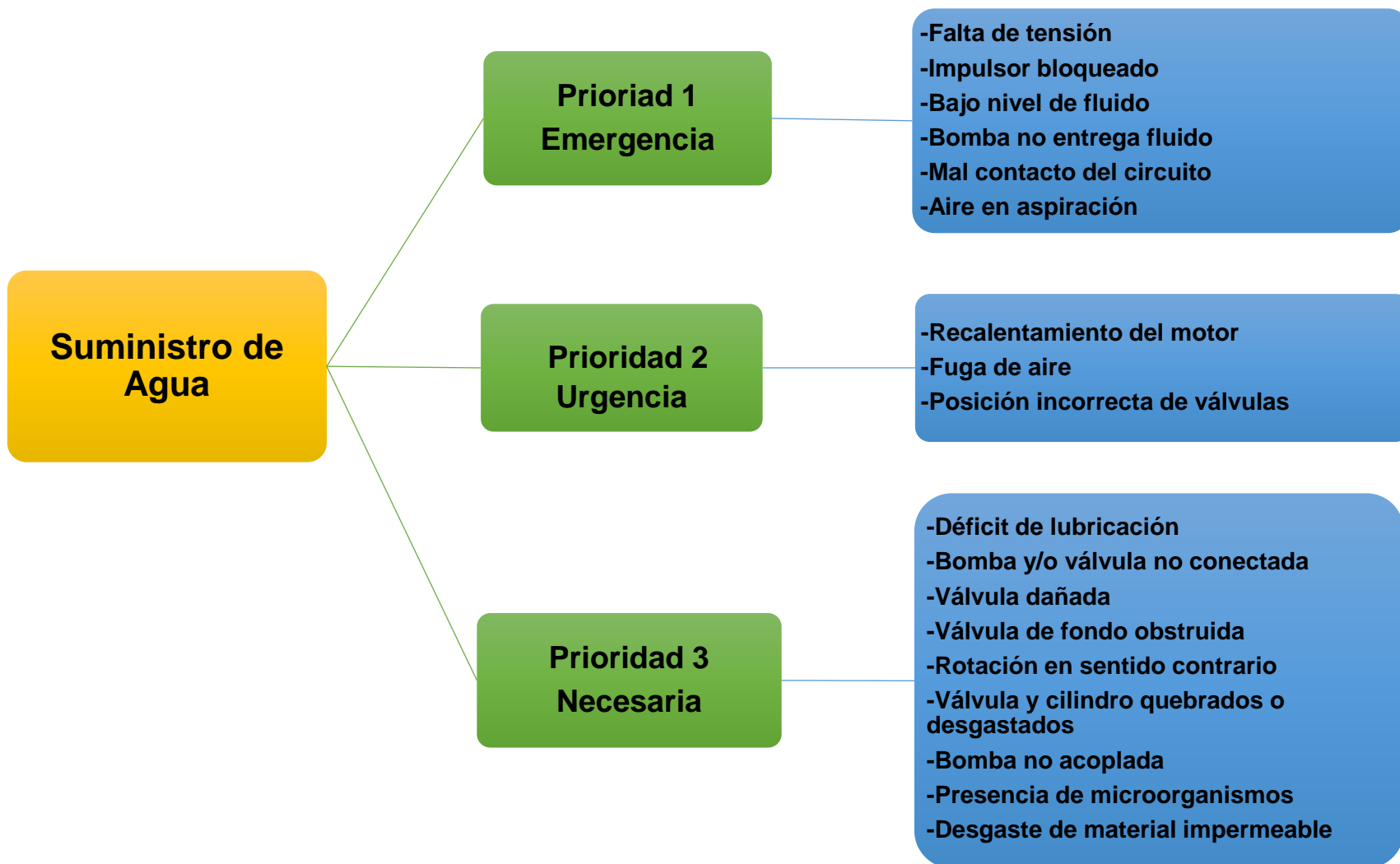




Ilustración N°11. *Diagrama de árbol del Condensador evaporativo*





Ilustración N°12. Diagrama de árbol del Compresor

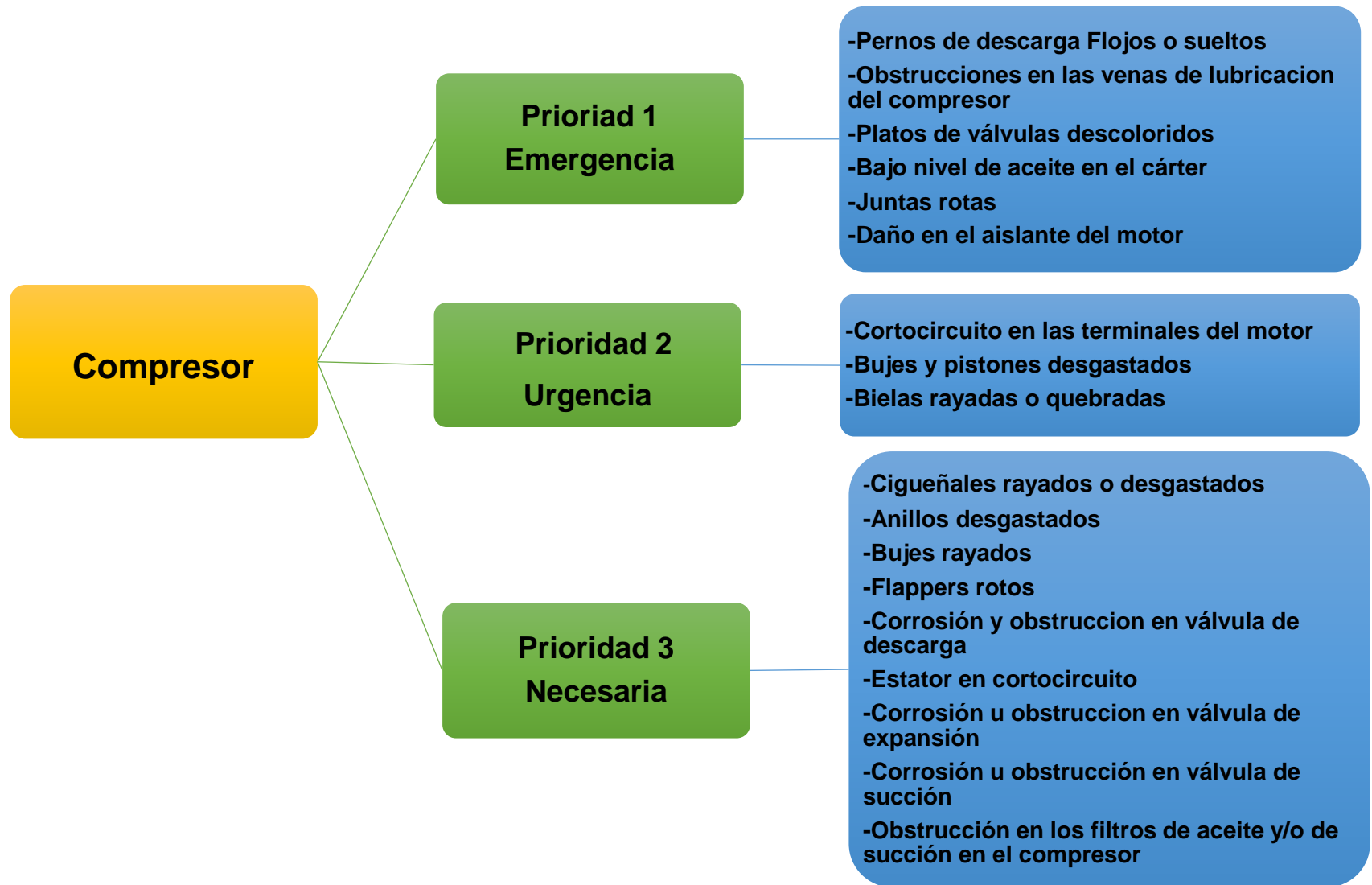




Ilustración N°13. Diagrama de árbol de la Máquina de Hielo

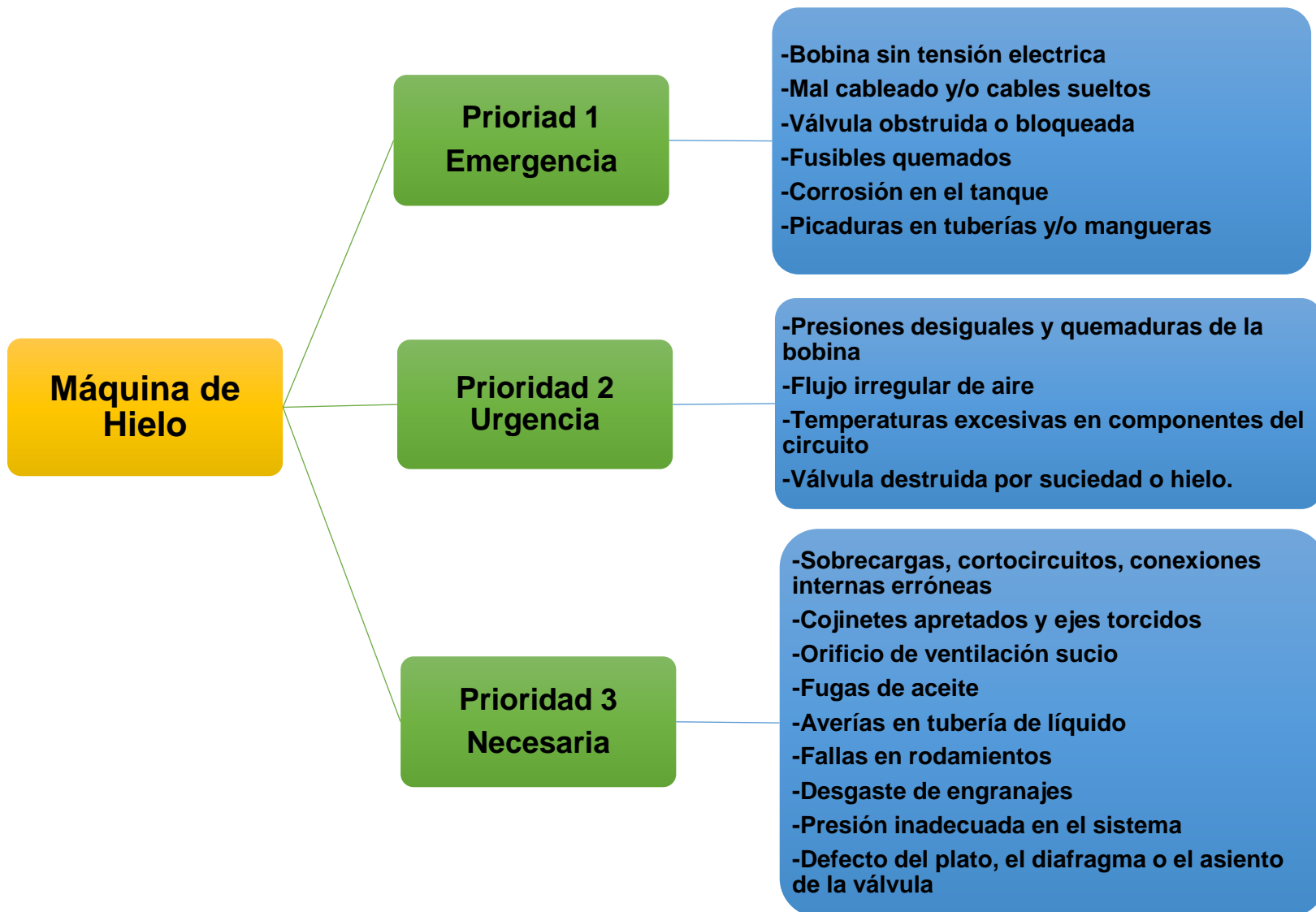




Ilustración N°14. Diagrama de árbol de la Clasificadora

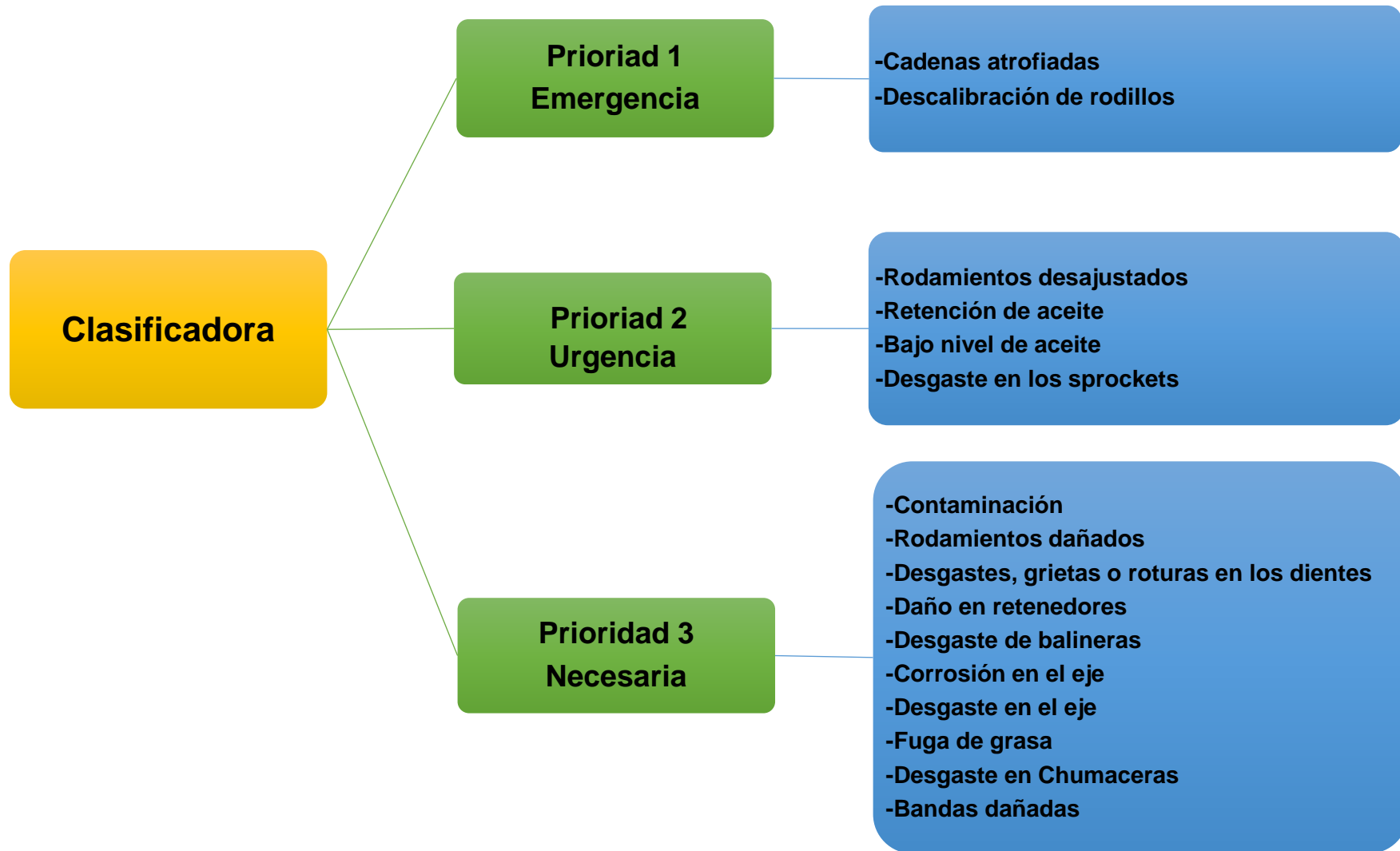




Ilustración N°15. Diagrama de árbol del Congelador de placas

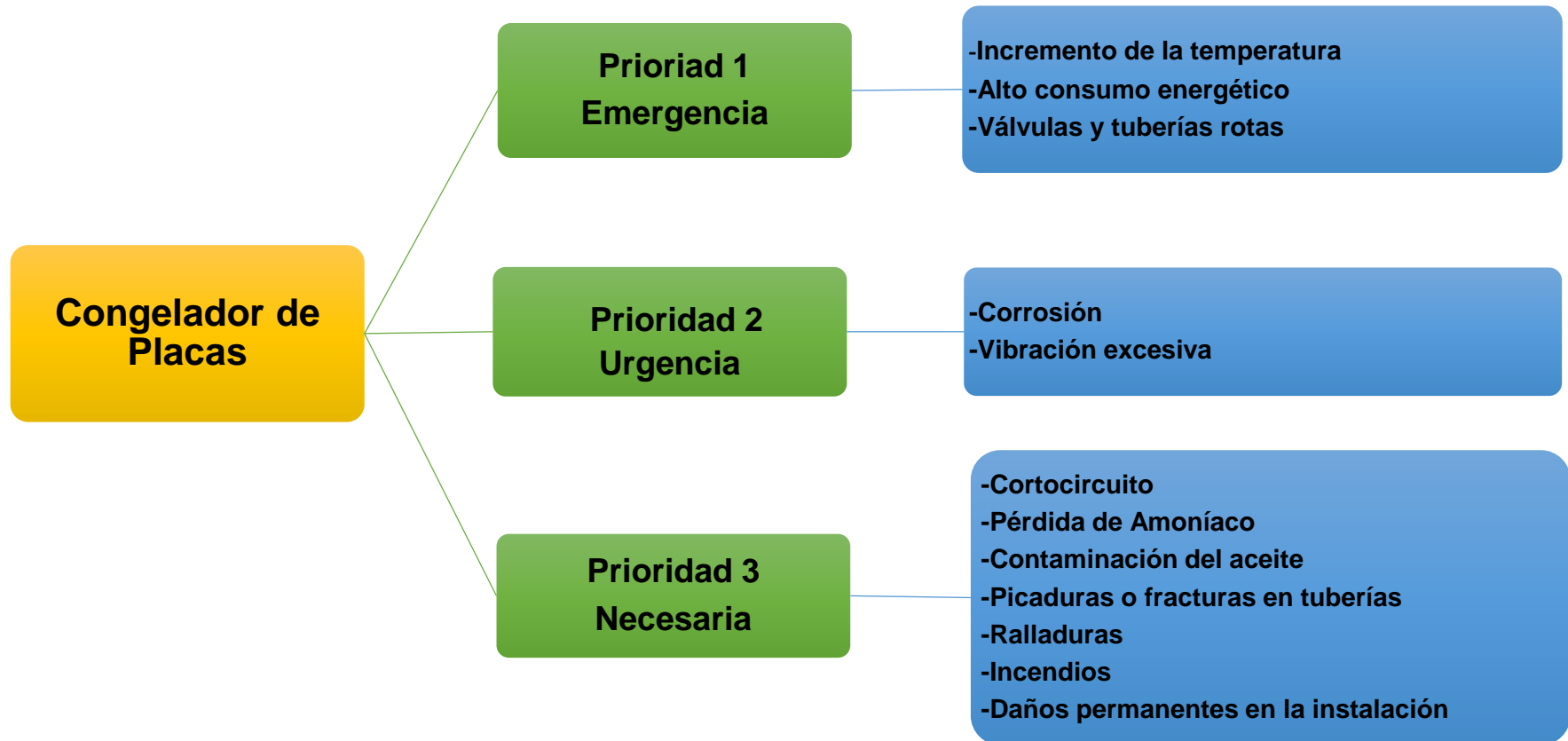
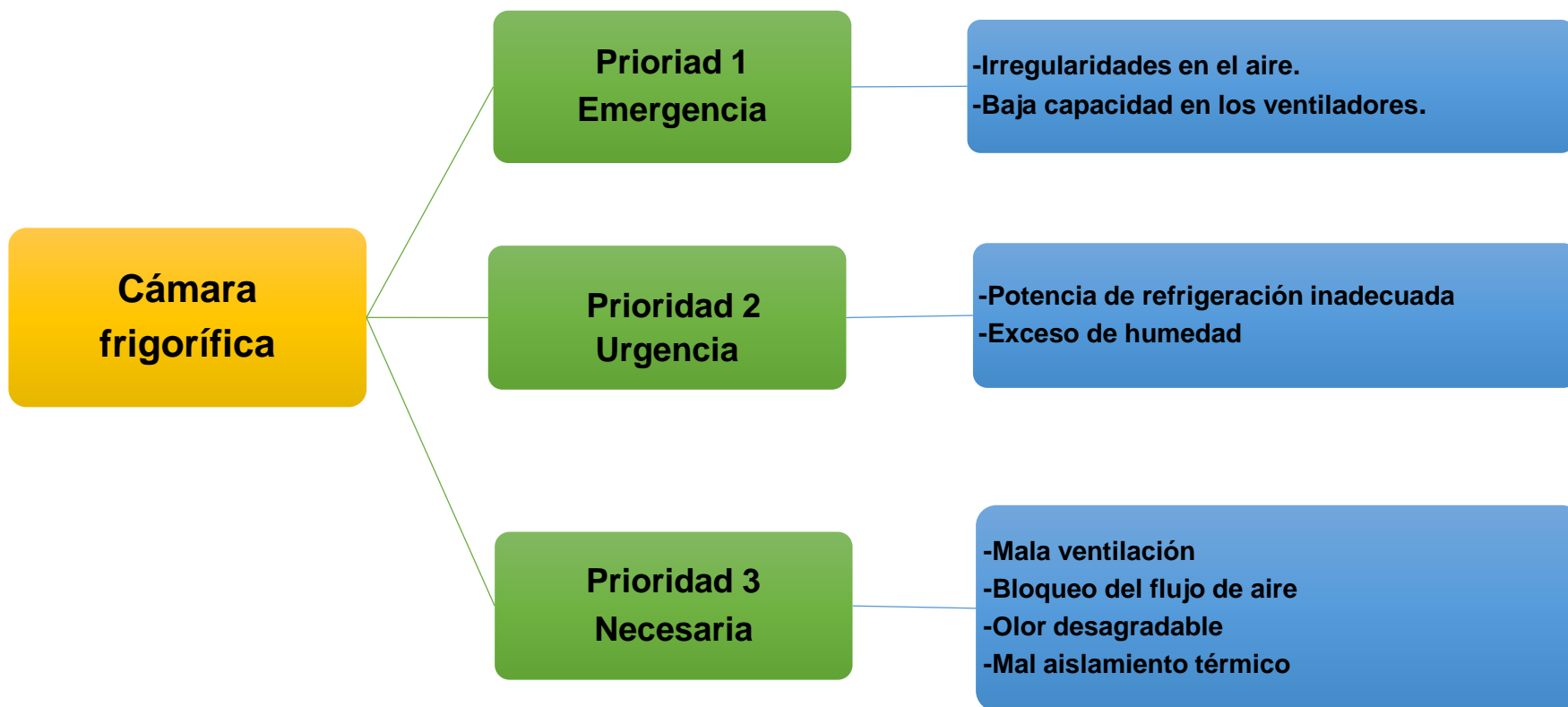




Ilustración N°16. Diagrama de árbol de la Cámara Frigorífica





CAPITULO IV: EVALUACIÓN DEL GRADO DE OCURRENCIA, CONTROL DE DETECCIÓN DE AVERÍAS Y ACCIONES DE CORRECCIÓN AL MOMENTO DE UNA FALLA.

Habiendo analizado la información anterior se puede observar que los equipos de la empresa presentan un sin número de anomalías y desperfectos que van desde daños mecánicos hasta eléctricos, ocasionando su deterioro y déficit en la producción.

Ya que con los diagramas se logró identificar todas aquellas fallas con el mayor número de incidencias y estipular el orden en el que deban ser atendidas, se procederá a establecer una solución efectiva a cada una de ellas. Debido al estado en que se encuentran las máquinas, dichas soluciones contarán con actividades y acciones de carácter correctivo, permitiendo mejorar y optimizar el nivel de trabajo actual de la empresa.

Este proceso estará acompañado de un presupuesto operativo, con el cual se observa el costo de cada una de las reparaciones, al igual de un listado de todos aquellos suplementos, materiales y repuestos que deben ser utilizados.



Encargado de realizar el mantenimiento:						Cantidad de máquinas: 1						
Nombre de la máquina: Sistema de Suministro de Agua						Período:						
Mantenimiento a realizar	Frecuencia	Costos										Total Costos
		MD			MoD			CIF				
		Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct		
1. Cisterna												
1.1 Contaminación de Agua												
Realizar examen bacteriológico al agua	Anual	1			C\$0.00	1	C\$4,550	C\$4,550			C\$0	C\$4,550.00
1.2 Daños del impermeabilizante												
Recubrir con impermeabilizante	Anual	1			C\$0	40	C\$83.34	C\$3,333.60	4	C\$3,000	C\$12,000	C\$15,333.60
2. Bomba de Agua o Centrifuga												
2.1 Fallas en el motor												
Realizar un Chequeo por falta de tensión	Semanal	52			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$3,520.92
Realizar un chequeo en el impulsor	Semanal	52			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$3,520.92
Revisar y cambiar válvula dañada	Trimestral	4	1	C\$600	C\$600	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$2,670.84
Cambiar sello mecánico	Mensual	12	3	C\$300	C\$900	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$11,612.52
Ajustar giro de rotación	Trimestral	4			C\$0	0.15	C\$67.71	C\$10.16			C\$0	C\$40.63
2.2 Interviene el guarda motor												
Verificar el estado del motor	Mensual	12			C\$0	2	C\$67.71	C\$135.42			C\$0	C\$1,625.04
3. Hidroneumático												
3.1 Mal funcionamiento del sistema												
Cargar de aire el hidroneumático	Semanal	52			C\$0	0.05	C\$67.71	C\$3.39			C\$0	C\$176.05
Realizar acoplamiento de la bomba	Semestral	2			C\$0	0.2	C\$67.71	C\$13.54			C\$0	C\$27.08
Realizar cambio de sello mecánico	Mensual	12	2	C\$300	C\$600	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$8,012.52
Realizar cambio de válvula	Trimestral	4	1	C\$600	C\$600	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$2,670.84
3.2 Falta de Presión												
Realizar purga de aire	Semanal	52			C\$0	0.05	C\$67.71	C\$3.39			C\$0	C\$176.05
Cambiar la posición de la válvula	Mensual	12			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$812.52
Realizar en grase	Mensual	12			C\$0	2	C\$67.71	C\$135.42	0.5	C\$150	C\$75	C\$2,525.04
3.3 Inmovilidad del cilindro												
Realizar conexión de la válvula o la bomba	Mensual	12			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$812.52
Recalibrar el cilindro	Semanal	52			C\$0	0.05	C\$67.71	C\$3.39			C\$0	C\$176.05
4. Filtros												
4.1 Problemas en la bomba												
Realizar chequeo del circuito	Semanal	52			C\$0	0.3	C\$62.50	C\$18.75			C\$0	C\$975.00
Realizar cambio de válvula en mal estado	Mensual	12	1	C\$600	C\$600	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$7,606.26
											Costo Total Anual	C\$66,844.39



Encargado de realizar el mantenimiento:						Cantidad de máquinas: 1						
Nombre de la máquina: Condensador Evaporativo						Período:						
Mantenimiento a realizar	Frecuencia	Costos										
		MD			MoD			CIF			Total Costos	
		Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct		
1. Incrustaciones												
Verificar aspersion en bomba de agua	Mensual	12			C\$0	3	C\$109.38	C\$328.14			C\$0	C\$3,937.68
Realizar purga al sistema y verificar fugas	Semanal	52			C\$0	3	C\$109.38	C\$328.14			C\$0	C\$17,063.28
Cambiar tuberías	Quinquenal	0.2	5	C\$1,000	C\$5,000	3	C\$109.38	C\$328.14			C\$0	C\$1,065.63
Realizar un barrido con Nitrógeno Seco	Trimestral	4			C\$0	8	C\$109.38	C\$875.04	3	C\$3,000	C\$9,000	C\$39,500.16
Chequear bombeo de agua	Semanal	52			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$3,520.92
2. Corrosión												
Realizar chequeo y purga de aire	Semanal	52			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$3,520.92
3. Válvulas y bomba												
Realizar cambio de empaques	Trimestral	4	1	C\$300	C\$300	2	C\$67.71	C\$135.42			C\$0	C\$1,741.68
Realizar cambio de sellos mecánicos	Trimestral	4	1	C\$500	C\$500	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$2,270.84
Cambiar válvula dañada	Anual	1	1	C\$1,500	C\$1,500	2	C\$67.71	C\$135.42			C\$0	C\$1,635.42
Realizar cambio de balineras dañadas	Anual	1	2	C\$400	C\$800	2	C\$67.71	C\$135.42			C\$0	C\$935.42
4. Ventiladores												
Realizar cambio de balinera de las aspas	Anual	1	2	C\$400	C\$800	2	C\$67.71	C\$135.42			C\$0	C\$935.42
Revisar el circuito eléctrico del motor	Trimestral	4			C\$0	0.3	C\$62.50	C\$18.75			C\$0	C\$75.00
Cambiar las aspas del ventilador dañadas	Quinquenal	0.2	1	C\$3,000	C\$3,000	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$613.54
Realizar embobinado del motor	Anual	1	1	C\$300	C\$300	24	C\$67.71	C\$1,625.04			C\$0	C\$4,675.04
			1	C\$2,000	C\$2,000							
			0.5	C\$1,500	C\$750							
Cambiar los rodamientos del eje del ventilador	Semestral	2	2	C\$400	C\$800	2	C\$87.50	C\$175.00			C\$0	C\$1,950.00
											Costo Total Anual	C\$83,440.95

Fuente: Cálculo propio, información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.

Tabla N°12. Costos del mantenimiento correctivo del Compresor

Encargado de realizar el mantenimiento:							Cantidad de Máquinas: 2					
Nombre de la máquina: Compresor							Período:					
Mantenimiento a realizar	Frecuencia	Costos										Total Costos
		MD			MoD			CIF				
		Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct		
1. Retorno de liquido												
Cambiar el circuito del Estator	Quinquenal	0.2	1	C\$16,000	C\$16,000	16	C\$1,062.50	C\$17,000.00			C\$0	C\$6,600
Cambiar bujes y pistones	Anual	1	3	C\$2,000	C\$6,000	4.8	C\$67.71	C\$325.01			C\$0	C\$6,325
Cambiar Bielas	Anual	1	3	C\$3,000	C\$9,000	4.8	C\$67.71	C\$325.01			C\$0	C\$9,325
Cambiar cigüeñal	Anual	1	1	C\$2,000	C\$2,000	4.8	C\$151.05	C\$725.04			C\$0	C\$2,725
2. Altas temperaturas de descarga												
utilizar un tetracloruro "Tiner"	Trimestral	4			C\$0	4	C\$67.71	C\$270.84	1	C\$260	C\$260	C\$2,123.4
Cambiar Anillos	Anual	1	15	C\$500	C\$7,500	4.8	C\$151.10	C\$725.28			C\$0	C\$8,225.3
3. Problemas de lubricación												
Lubricar bujes	Anual	1			C\$0	2	C\$67.71	C\$135.42	8	C\$600	C\$4,800	C\$4,935.42
Rellenar el nivel de aceite en el cárter	Trimestral	4			C\$0	0.083	C\$41.65	C\$3.46	1	C\$1,300	C\$1,300	C\$5,213.83
4. Golpe de liquido												
Cambio de Flappers	Anual	1	8	C\$500	C\$4,000	3	C\$67.71	C\$203.13			C\$0	C\$4,203.13
Cambiar pernos y ajustarlos	Mensual	12	5	C\$30	C\$150	0.083	C\$41.67	C\$3.46			C\$0	C\$1,841.50
Cambiar juntas	Semestral	2	3	C\$200	C\$600	3	C\$67.71	C\$203.13			C\$0	C\$1,606.26
5. Contaminación del Sistema												
Cambio de aislante del motor	Semestral	2	5	C\$300	C\$1,500			C\$0.00			C\$0	C\$3,000.00
Revisión del cortocircuito del motor	Semestral	2			C\$0	1	C\$62.50	C\$62.50			C\$0	C\$125.00
Retirar y limpiar todos los contaminantes	Mensual	12			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71	1	C\$260	C\$260	C\$3,932.52
Cambio de válvula de expansión	Quinquenal	0.2	1	C\$21,000	C\$21,000	4	C\$109.38	C\$437.52				C\$4,287.50
Cambio de válvula de descarga	Bianual	0.5	1	C\$8,000	C\$8,000	4	C\$109.38	C\$437.52				C\$4,218.76
Cambio de válvula de succión	Quinquenal	0.2	1	C\$22,000	C\$22,000	4	C\$109.40	C\$437.60			C\$0	C\$4,487.52
Cambio de los filtros de aceite	Quinquenal	0.2	1	C\$10,500	C\$10,500	2	C\$67.71	C\$135.42			C\$0	C\$2,127.08
											Costo total Anual	C\$75,302

Fuente: Cálculo propio, información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.



Tabla N°13. Costos del mantenimiento correctivo de la Máquina de Hielo por Raspado.

Encargado de realizar el mantenimiento:						Cantidad de máquinas: 2						
Nombre de la máquina: Máquina de Hielo "Por Raspado" (Nort Star)						Período:						
Mantenimiento a realizar	Frecuencia	Costos										Total Costos
		MD			MoD			CIF				
		Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct		
1. Fugas de Amoníaco												
Lijar el tanque	Trimestral	4			C\$0	3	C\$67.71	C\$203.13	1	C\$150	C\$150	C\$1,413
Cambiar tuberías	Trimestral	4	5	C\$60	C\$300	0.167	C\$67.71	C\$11.31			C\$0	C\$1,245
2. Válvula Solenoide												
Cambiar la bobina	Trimestral	4	1	C\$300	C\$300	3	C\$67.71	C\$203.13			C\$0	C\$2,012.5
Limpiar, chequear o cambiar válvula	Quinquenal	0.2	1	C\$21,000	C\$21,000	1	C\$67.71	C\$67.71				C\$4,213.5
Verificar línea de alimentación	Semanal	52			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86				C\$1,760.5
Reparar cableado	Mensual	12	5	C\$40	C\$200	2	C\$62.50	C\$125.00			C\$0	C\$3,900.0
3. Válvula de Expansión												
Limpieza de Válvula	Mensual	12			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$812.52
Recalibrar flujo de aire	Trimestral	4			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71				C\$270.84
Cambiar cable del circuito	Semestral	2	5	C\$40	C\$200	2	C\$62.50	C\$125.00				C\$650.00
Introducir refrigerante de Amoníaco	Bianual	0.5	3	C\$11,000	C\$33,000	1	C\$109.38	C\$109.38				C\$16,554.69
Reparar averías en tubería de líquido	Anual	1	1	C\$3,000	C\$3,000	5	C\$109.38	C\$546.90				C\$3,546.90
Limpiar válvula con Tiner	Semestral	2			C\$0	2	C\$67.71	C\$135.42	1	C\$260	C\$260	C\$790.84
4. Motor Eléctrico												
Cambiar fusibles	Mensual	12	4	C\$40	C\$160	0.083	C\$67.71	C\$5.62			C\$0	C\$1,987.44
Cambiar chumaceras o cojinetes	Semestral	2	4	C\$400	C\$1,600	3	C\$67.71	C\$203.13				C\$3,606.26
Verificar sobrecargas, cortocircuitos y conexiones erróneas	Semestral	2	5	C\$40	C\$200	8	C\$109.38	C\$875.04				C\$2,150.08
Cambiar rodamientos	Anual	1	2	C\$400	C\$800	3	C\$67.71	C\$203.13				C\$1,003.13
Revisar y reparar cojinetes y ejes en torno	Semestral	2			C\$0			C\$0.00	1	C\$1,500	C\$1,500	C\$3,000.00
5. Caja reductora												
Cambio de engranajes	Anual	1	3	C\$2,000	C\$6,000	2	C\$67.71	C\$135.42			C\$0	C\$6,135.42
Limpiar orificio de ventilación	Semestral	2			C\$0	3	C\$67.71	C\$203.13				C\$406.26
Revisar y cambiar empaque	Semestral	2	2	C\$300	C\$600	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$1,335.42
											Costo total Anual	C\$56,794

Fuente: Cálculo propio, información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.



Tabla N°14. Costos del mantenimiento correctivo de la Clasificadora.

Encargado de realizar el mantenimiento:						Cantidad de máquinas: 1						
Nombre de la máquina: Clasificadora.						Período:						
Mantenimiento a realizar	Frecuencia	Costos										Total Costos
		MD				MoD			CIF			
		Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct		
1. Moto-reductores												
Cambiar retenedor de aceite	Semestral	2	2	C\$600	C\$1,200	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$2,535.42
Cambiar rodamientos	Anual	1	3	C\$600	C\$1,800	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$1,867.71
Cambiar dientes de moto-reductores	Anual	1	1	C\$2,000	C\$2,000	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$2,067.71
2. Cabeza superior e inferior												
Recalibrar rodillos	Mensual	12			C\$0	0.083	C\$67.71	C\$5.62			C\$0	C\$67.44
Rellenar hasta el nivel de aceite adecuado	Semestral	2				0.033	C\$67.71	C\$2.23	1	C\$600	C\$600	C\$1,204.47
Cambiar retenedores	Anual	1	3	C\$600	C\$1,800	8	C\$109.38	C\$875.04			C\$0	C\$2,675.04
Recalibrar cadenas	Semanal	52			C\$0	0.083	C\$67.71	C\$5.62			C\$0	C\$292.24
Cambiar balineras	Anual	1	3	C\$400	C\$1,200	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$1,233.86
3. Banda y sprokets												
Cambiar los sprokets	Semestral	2	4	C\$500	C\$2,000	2	C\$109.38	C\$218.76			C\$0	C\$4,437.52
Cambiar bandas	Quinquenal	0.2	1	C\$16,000	C\$16,000	2	C\$109.38	C\$218.76			C\$0	C\$3,243.75
4. Chumaceras de piso con rodamientos de acero inoxidable												
Cambiar ejes	Anual	1	4	C\$1,000	C\$4,000	2	C\$192.72	C\$385.44			C\$0	C\$4,385.44
Rectificar ejes en torno	Anual	1			C\$0	0	C\$0.00	C\$0.00	1	C\$3,000	C\$3,000	C\$3,000.00
Ajustar rodamientos	Mensual	12			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$406.26
Cambiar empaques	Anual	1	4	C\$300	C\$1,200	8	C\$192.72	C\$1,541.76			C\$0	C\$2,741.76
Limpiar y engrasar	Semestral	2			C\$0	2	C\$41.67	C\$83.34	2	C\$300	C\$600	C\$1,366.68
Cambiar Chumaceras	Anual	1	5	C\$1,000	C\$5,000	8	C\$192.72	C\$1,541.76				C\$6,541.76
											Costo Total Anual	C\$31,525.29

Fuente: Cálculo propio, información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.

Tabla N°15. Costos del mantenimiento correctivo del Congelador de Placas.

Encargado de realizar el mantenimiento:						Cantidad de máquinas: 1						
Nombre de la máquina: Congelador de placas.						Período:						
Mantenimiento a realizar	Frecuencia		Costos									
			MD			MoD			CIF			Total Costos
			Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	
1. Fuga de amoníaco.												
Reparación de fuga con soldadura.	Anual	1			C\$0			C\$0.00	1	C\$3,000	C\$3,000	C\$3,000.00
Cambio de empaques.	Semestral	2	3	C\$300	C\$900	3	C\$151.05	C\$453.15			C\$0	C\$2,706.30
Realizar ajuste de válvulas y tuberías por flojedad.	Trimestral	4			C\$0	2	C\$67.71	C\$135.42			C\$0	C\$541.68
2. Desgaste y Corrosión.												
Eliminar Ralladuras con lija.	Anual	1			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71	2	C\$30	C\$60	C\$127.71
Realizar verificación de torque y cambiar empaques.	Semestral	2			C\$0	2	C\$109.38	C\$218.76			C\$0	C\$437.52
Recalibrar la temperatura.	Semanal	52			C\$0	0.5	C\$41.67	C\$20.84			C\$0	C\$1,083.42
Realizar limpieza con lija para eliminar la corrosión.	Trimestral	4			C\$0	1	C\$41.67	C\$41.67	2	C\$30	C\$60	C\$406.68
Efectuar revisión del equipo por exceso de vibraciones.	Trimestral	4			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$270.84
3. Sistema eléctrico												
Chequear amperaje por alto consumo energético.	Mensual	12			C\$0	1	C\$62.50	C\$62.50			C\$0	C\$750.00
Realizar cambio de placas en mal estado.	Quinquenal	0.2	1	C\$350,000	C\$350,000	2	C\$192.71	C\$385.42			C\$0	C\$70,077.08
Revisar el cableado eléctrico y justar.	Trimestral	4	5	C\$40	C\$200	2	C\$109.38	C\$218.76			C\$0	C\$1,675.04
Cortar líneas de alta tensión, usar extintores.	Anual	1	2	C\$3,000	C\$6,000			C\$0.00	2	C\$1,000	C\$2,000	C\$8,000.00
										Costo Total Anual		C\$89,076.27

Fuente: Cálculo propio, información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.

Tabla N°16. Costos del mantenimiento correctivo de la Cámara Frigorífica

Encargado de realizar el mantenimiento:						Cantidad de máquinas: 1						
Nombre de la máquina: Cámara Frigorífica						Período:						
Mantenimiento a realizar	Frecuencia	Costos										
		MD			MoD			CIF			Total Costos	
		Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct		
1. Evaporadores												
Revisar el giro el voltaje del motor	Semanal	52			C\$0	2	C\$67.71	C\$135.42			0	C\$7,041.84
Verificar el amperaje y alimentación eléctrica	Semanal	52			C\$0	1	C\$62.50	C\$62.50			0	C\$3,250.00
Ventilar la máquina	Trimestral	4			C\$0	0.2	C\$67.71	C\$13.54			0	C\$54.17
2. Temperatura												
Realizar cambio de aislante térmico	Anual	1	1	C\$150	C\$150	2	C\$109.38	C\$218.76			0	C\$368.76
Parar el motor y verificar su estado	Trimestral	4			C\$0	1	C\$62.50	C\$62.50			0	C\$250.00
Realizar un reordenamiento del producto	Trimestral	4			C\$0	1	C\$109.38	C\$109.38			0	C\$437.52
Realizar limpieza con amonio cuaternario	Trimestral	4			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71	2	C\$400	800	C\$3,470.84
Revisar la compresión del refrigerante	Mensual	12			C\$0	8	C\$109.38	C\$875.04			0	C\$10,500.48
											Costo Total Anual	C\$25,373.61

Fuente: Cálculo propio, información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.

4.1 Lista de Materiales, Mano de Obra y Costos indirectos para Mantenimiento Correctivo

Tabla N°17. *Lista de costos materiales del mantenimiento correctivo.*

Materiales	Precio Unit.
Válvula de bomba de agua (Suministro de agua)	C\$600
Sellos Mecánicos (Suministro de agua)	C\$300
Tuberías (Condensador)	C\$1,000
Empaques	C\$300
Sellos mecánicos (Condensador)	C\$500
válvulas (Condensador)	C\$1,500
Balineras	C\$400
Aspas de ventilador (Condensador)	C\$3,000
Aislante (Pie)	C\$300
Cobre (Condensador)	C\$200
Barís Dieléctrico (Condensador)	C\$1,500
Rodamientos	C\$400
Circuito de Estator (Compresor)	C\$16,000
Buje (Con pistón)- Compresor	C\$2,000
Bielas (Compresor)	C\$3,000
Cigüeñal (Compresor)	C\$2,000
Anillos (Compresor)	C\$500
Flappers (Compresor)	C\$500
Pernos	C\$30
Juntas (Compresor)	C\$200
Válvula de expansión	C\$21,000
Válvula de descarga (Compresor)	C\$8,000
Válvula de succión (Compresor)	C\$22,000
Tubos (Máquina de Hielo)	C\$60
Bobinas (Máquina de Hielo)	C\$300
Cable eléctrico (Metro)	C\$40
Cilindro de Refrigerante (Máquina de Hielo)	C\$11,000
Tubo para tuberías de líquido (Máquina de Hielo)	C\$3,000
Fusibles (Máquina de Hielo)	C\$40
Chumaceras o cojinetes (Maquina de Hielo)	C\$400
Engranajes (Máquina de Hielo)	C\$2,000
Aislante térmico (Cámara frigorífica)	C\$150
Retenedores (Clasificadora)	C\$600
Rodamientos (Clasificadora)	C\$600
Dientes (Clasificadora)	C\$2,000
Chumaceras (Clasificadora)	C\$1,000
Sprocket (Clasificadora)	C\$500
Bandas (Clasificadora)	C\$16,000
Soldadura (Congelador de placas)	C\$3,000
Placa (Congelador de placas)	C\$350,000
Extintor (Congelador de placas)	C\$3,000
Relleno de extintor (Congelador de placas)	C\$1,000

Fuente: Información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.



Tabla N°18. *Lista de Costos indirectos de Fabricación.*

Costos indirectos de fabricación	Precio Unit.
Impermeabilizante	C\$3,000
Grasa (Libra)	C\$300
Nitrógeno Seco (Condensador)	C\$3,000
Tetracloruro "Tiner"	C\$260
Aceite para Bujes (Galón)- Compresor	C\$600
Aceite para Cáster (Galón)- Compresor	C\$1,300
Lija (Maquina de Hielo)	C\$150
Amonio Cuaternario	C\$400
Aceite (Clasificadora)	C\$600
Grasa (Libra)	C\$300
Rectificación de ejes en torno (Clasificadora)	C\$3,000
Lijas (Congelador de placas)	C\$30

Fuente: Información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.

Tabla N°19. *Lista de Costos de Mano de obra*

Cargo	Salario mensual	Salario por día	Salario por hora
Jefe de Producción	C\$13,000.00	C\$541.67	C\$67.71
Operario	C\$8,000.00	C\$333.33	C\$41.67
Electricista	C\$12,000.00	C\$500.00	C\$62.50
Ayudante electricista	C\$4,800.00	C\$200.00	C\$25.00

Fuente: Información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.



4.2 Resumen de Presupuesto de Mantenimiento Correctivo.

La siguiente tabla expresa los costos de realización del mantenimiento correctivo para cada una de las máquinas analizadas, dicho costo fue obtenido por el cálculo y sumatoria de cada una de las actividades, tareas y revisiones presentes en las tablas anteriores.

Tabla N°20. *Resumen de Presupuesto de Mantenimiento Correctivo.*

Equipo	Tipo	Cant. Máquinas	Costo Anual
Suministro de Agua	Apoyo o Clave	1	C\$66,844.39
Condensador	Apoyo o Clave	1	C\$83,440.95
Compresor	Apoyo o Clave	2	C\$150,604.45
Máquina de Hielo	Apoyo o Clave	2	C\$113,588.14
Cámara Frigorífica	Apoyo o Clave	1	C\$25,373.61
Clasificadora	Apoyo o Clave	1	C\$31,525.29
Congelador de Placa	Apoyo o Clave	1	C\$89,076.27
			C\$560,453.10

Fuente: Información obtenida de resultado de tablas de Mantenimiento Correctivo.



CAPITULO V: ELABORACIÓN DE PLAN DE ACCIÓN DE PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS LINEAS DE PRODUCCIÓN DE HIELO EN ESCAMA Y MAQUILADO DE CAMARÓN.

Debido a la gran cantidad de fallas y desperfectos encontrados a causa de la falta de priorizar el establecimiento de chequeos y revisiones continuas, se dio la tarea de proponer un programa de plan de mantenimiento preventivo que auxilie a disminuir significativamente el número de averías, daños y desperfectos presentes en las máquinas, así como extender su tiempo de vida útil, de tal forma que la empresa mejore su eficiencia de los procesos productivos y reduzca el costo de inversión por reparaciones forzosas.

En dicha propuesta del plan de acción del mantenimiento preventivo se mencionan algunas actividades, tareas y revisiones a efectuar en cada uno de los equipos junto a un cronograma que señala el tiempo en que puedan ser realizadas de forma ordenada, permitiendo llevar un control detallado de cada una de ellas, estas ayudarán a mejorar la productividad, reduciendo el número de tiempos ociosos de trabajo y la detención del deterioro progresivo, en conjunto de un listado de materiales, repuestos y suplementos a utilizar al momento de realizar dicho mantenimiento.

El plan incorpora un presupuesto del plan de mantenimiento preventivo el cual refleja los costes de dichas acciones por máquina analizada de acuerdo a las necesidades de la organización, el cual será comparado con el coste del presupuesto de mantenimiento correctivo, para luego evidenciar cuál de las alternativas es más eficiente en términos económicos, mano de obra y de tiempo .

Tabla N°21. Costos del plan de Mantenimiento preventivo del Suministro de agua

Mantenimiento a realizar	Frecuencia		Costos									Total Costos
			MD			MoD			CIF			
			Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	
1. Limpiar interna y externamente la cisterna.	Semestral	2			C\$0.00	2	C\$41.67	C\$83.34			C\$0	C\$166.68
2. Realizar un chequeo de las grietas y fisuras menores en las paredes	Semestral	2			C\$0.00	0.1	C\$41.67	C\$4.17			C\$0	C\$8.33
3. Revisar y limpiar las válvulas de abastecimiento.	Semestral	2			C\$0.00	1	C\$41.67	C\$41.67			C\$0	C\$83.34
4. Verificar y limpiar las tuberías.	Trimestral	4			C\$0.00	1.5	C\$41.67	C\$62.51			C\$0	C\$250.02
5. Realizar análisis del agua.	Semestral	2			C\$0.00			C\$0.00	1	C\$4,550	C\$4,550	C\$9,100.00
6. Revisar el estado físico de los tanques filtrantes.	Mensual	12			C\$0.00	0.5	C\$41.67	C\$20.84			C\$0	C\$250.02
7. Realizar limpieza de filtros.	Semestral	2			C\$0.00	1	C\$109.38	C\$109.38			C\$0	C\$218.76
8. Cambiar materiales filtrantes.	Semestral	2			C\$0.00	0.5	C\$109.38	C\$54.69			C\$0	C\$109.38
9. Revisar periódicamente el estado de las gomas (juntas) de las uniones con brida y apretar los tornillos.	Mensual	12			C\$0.00	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$406.26
10. Verificar el adecuado montaje y programación del equipo de filtrado después de su manipulación.	Semestral	2			C\$0.00	0.5	C\$109.38	C\$54.69			C\$0	C\$109.38
11. Limpiar la suciedad y polvo del hidroneumático.	Mensual	12			C\$0.00	0.5	C\$41.67	C\$20.84			C\$0	C\$250.02
12. Revisar barras, terminales de conexión y ajustar todas las uniones y empalmes	Trimestral	4			C\$0.00	2	C\$109.38	C\$218.76			C\$0	C\$875.04
13. Inspeccionar los contactos por desgaste, puntos sobre salientes o quemaduras.	Trimestral	4			C\$0.00	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$135.42
14. Verificar que todas las partes mecánicas funcionan correctamente.	Semanal	52			C\$0.00	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$1,760.46
15. Inspeccionar zonas de recalentamiento de las diferentes partes.	Semanal	52			C\$0.00	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$1,760.46
16. Inspeccionar la bobina, eliminar polvo, grasa, corrosión, conexiones flojas y descargas superficiales.	Mensual	12			C\$0.00	1	C\$41.67	C\$41.67			C\$0	C\$500.04
17. Comprobar el correcto amperaje de fusibles y la presión de las pinzas porta fusibles.	Semanal	52			C\$0.00	0.5	C\$62.50	C\$31.25			C\$0	C\$1,625.00
18. Inspeccionar las tuberías de la bomba a la descarga (uniones, codos).	Trimestral	4			C\$0.00	0.5	C\$41.67	C\$20.84			C\$0	C\$83.34
19. Revisar las Válvulas de Drenaje, compuerta, etc., y cambiar las que no funcionen.	Semestral	2	1	C\$600	C\$600.00	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$1,335.42
20. Verificar el funcionamiento de los manómetros antes y después de la bomba.	Trimestral	4			C\$0.00	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$135.42
21. Verificar el consumo eléctrico del motor (Amperaje, Voltaje, Frecuencia) y su temperatura Externa.	Semanal	52			C\$0.00	1	C\$62.50	C\$62.50			C\$0	C\$3,250.00
22. Realizar cambio de materiales filtrantes	Semestral	1				1.5	C\$109.38	C\$164.07			C\$0	C\$164.07
											Costo Total Anual	C\$22,576.86

Tabla N°22. Costos del plan de Mantenimiento preventivo del Condensador Evaporativo.

Mantenimiento a realizar	Frecuencia		Costos									
			MD			MoD			CIF			Total Costos
			Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	
1. Limpiar y revisar el posible deterioro mecánico del condensador.	Anual	1			C\$0	24	C\$151.05	C\$3,625.20			C\$0	C\$3,625.20
2. Vigilar que no haya hojas, plásticos o polvo que obstruyan rejillas de las entradas y salidas de aire.	Semanal	52			C\$0	1	C\$41.67	C\$41.67			C\$0	C\$2,166.84
3. Observar si hay manchas de óxido o corrosión en el serpentín.	Mensual	12			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71	2	C\$30	C\$60	C\$1,532.52
4. Limpiar los rellenos y separadores.	Mensual	12			C\$0	2	C\$41.67	C\$83.34			C\$0	C\$1,000.08
5. Observar continuamente la aparición de fugas, goteos o rezumes de agua en uniones y conexiones.	Semanal	52			C\$0	0.5	C\$41.67	C\$20.84			C\$0	C\$1,083.42
6. Revisar el estado de las acometidas de agua, electricidad y aire comprimido donde sea posible.	Mensual	12			C\$0	1	C\$104.17	C\$104.17			C\$0	C\$1,250.04
7. Realizar limpieza en los filtros de aspiración de la bomba para reducir obstrucciones con lodos, algas y desechos.	Mensual	12			C\$0	1	C\$41.67	C\$41.67			C\$0	C\$500.04
8. Comprobar que el mecanismo de la válvula de llenado funcione correctamente tanto abierta como cerrada con el flujo correspondiente.	Trimestral	4			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$135.42
9. Revisar las aspas o los rodets de los ventiladores antes de su puesta en marcha en invierno.	Anual	1			C\$0	0.5	C\$41.67	C\$20.84			C\$0	C\$20.84
10. Medir la tensión y el consumo de los motores de la bomba de circulación de agua y observar el sentido de giro, ruidos anormales o vibraciones.	Trimestral	4			C\$0	1.5	C\$104.27	C\$156.41			C\$0	C\$625.62
11. Implementar y analizar constantemente un tratamiento de agua que no favorezca el desarrollo de bacterias y microorganismos.	Mensual	12			C\$0	1	C\$109.38	C\$109.38			C\$0	C\$1,312.56
12. Revisar el sistema eléctrico.	Trimestral	4	2	C\$40	C\$80	4	C\$62.50	C\$250.00			C\$0	C\$1,320.00
										Costo Total Anual		C\$14,572.58

Fuente: Cálculo propio, información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.

Tabla N°23. Costos del plan de Mantenimiento preventivo del Compresor.

Tareas a realizar	Frecuencia		Costos									Total Costos
			MD			MoD			CIF			
			Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	
1. Verificar el nivel de lubricante para comprobar que nunca caiga por debajo del rango medio del indicador de bayoneta. Si el lubricante se decolora, vacíelo y vuelva a llenarlo.	Trimestral	4			C\$0	0.33	C\$67.71	C\$22.34	4	C\$600	C\$2,400	C\$9,689.38
2. Inspeccionar la tensión de la correa dentro del compresor de aire.	Mensual	12			C\$0	0.17	C\$67.71	C\$11.51			C\$0	C\$138.13
3. Realizar análisis de vibraciones.	Trimestral	4			C\$0	0.33	C\$67.71	C\$22.34			C\$0	C\$89.38
4. Revisar las válvulas para detectar signos de fugas o huellas de carbón.	Anual	1			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86	1	C\$5,000	C\$5,000	C\$5,033.86
5. Limpiar las superficies del compresor y el intercooler.	Semanal	52			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$1,760.46
6. Lubricar motores.	Anual	1			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71	16	C\$600	C\$9,600	C\$9,667.71
7. Poner en marcha y verificar que el funcionamiento es aparentemente correcto	Mensual	12			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$406.26
8. Limpiar el filtro de entrada de aire.	Semanal	52			C\$0	0.33	C\$67.71	C\$22.34			C\$0	C\$1,161.90
9. Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores.	Anual	1			C\$0	0.33	C\$67.71	C\$22.34			C\$0	C\$22.34
10. Limpiar el cárter y la rejilla del filtro del cárter.	Semestral	2			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$67.71
11. Revisar si hay fugas y corregirlas.	Semanal	52			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$1,760.46
12. Verificar el buen estado de cables eléctricos interiores.	Trimestral	4			C\$0	0.25	C\$67.71	C\$16.93			C\$0	C\$67.71
13. Cambiar el separador de aire / fluido y el filtro de aire.	Anual	1	1	C\$4,000	C\$4,000	1	C\$109.38	C\$109.38			C\$0	C\$4,109.38
14. Examinar los puntos de contacto del área del motor y el diafragma del interruptor de presión.	Semestral	2			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$135.42
15. Verificar las válvulas de alivio de presión.	Semanal	52			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$1,760.46
16. Probar la válvula de alivio de presión para verificar que funcione correctamente.	Anual	1			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$33.86
17. Limpiar el polvo de las aletas de refrigeración.	Semanal	52			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$1,760.46
18. Inspeccionar la torsión en las tuercas y tornillos de la polea.	Trimestral	4			C\$0	0.33	C\$67.71	C\$22.34			C\$0	C\$89.38
19. Probar la protección de temperatura y sobrecarga del motor.	Anual	1			C\$0	0.25	C\$67.71	C\$16.93			C\$0	C\$16.93
										Costo total Anual	C\$37,771.18	

Fuente: Cálculo propio, información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.

Tabla N°24. Costos del plan de Mantenimiento preventivo de la Máquina de Hielo por Raspado

Tareas a realizar	Frecuencia		Costos									Total Costos
			MD			MoD			CIF			
			Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	
1. Limpiar el condensador de aire.	Semestral	2			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$67.71
2. Cambiar filtro de agua.	Anual	1	1	C\$17,500	C\$17,500	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$17,567.71
3. Limpiar oxido o costras en la superficie de congelación.	Mensual	12			C\$0	1	C\$109.38	C\$109.38	2	C\$30	C\$60	C\$2,032.56
4. Limpiar el circuito hidráulico.	Anual	1			C\$0	2	C\$109.38	C\$218.76			C\$0	C\$218.76
5. Verificar el nivel de aceite, agregar aceite si es necesario.	Semestral	2			C\$0	0.17	C\$67.71	C\$11.51	1	C\$600	C\$600	C\$1,223.02
6. Revisar herramientas de remoción de hielo, desgaste y separación.	Anual	1			C\$0	0.417	C\$67.71	C\$28.24			C\$0	C\$28.24
7. Revisar internamente los ejes de transmisión.	Semestral	2			C\$0	0.33	C\$67.71	C\$22.34			C\$0	C\$44.69
8. Inspeccionar el sistema de circulación de agua y verifique boquillas.	Semanal	52			C\$0	0.25	C\$67.71	C\$16.93			C\$0	C\$880.23
9. Verificar si hay fugas de aceite.	Mensual	12			C\$0	0.25	C\$67.71	C\$16.93			C\$0	C\$203.13
10. Revisar caja de engranajes, se debe chequear el nivel de aceite en la caja reductora.	Semanal	52			C\$0	0.67	C\$67.71	C\$45.37			C\$0	C\$2,359.02
11. Reemplazar los rodamientos del rotor.	Anual	1	4	C\$400	C\$1,600	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$1,667.71
12. Inspeccionar si hay incrustaciones o escamas en el tanque de agua. Limpie si es necesario	Mensual	12			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86	4	C\$30	C\$120	C\$1,846.26
13. Revisar fugas de aceite en el reductor, chequear las juntas y retenedores, rellene de ser necesario	Trimestral	4			C\$0	0.5	C\$109.38	C\$54.69			C\$0	C\$218.76
14. Revisar correa de transmisión. Asegurarse que ésta no esté holgada, picada, y/o estirada.	Anual	1			C\$0	1	C\$109.38	C\$109.38			C\$0	C\$109.38
15. Verificar cojinetes superiores y juegos de engranajes.	Semestral	2			C\$0	0.67	C\$109.38	C\$73.28			C\$0	C\$146.57
16. Inspeccionar las conexiones eléctricas.	Mensual	12	2	C\$40	C\$80	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$1,772.52
17. Revisar línea de retorno de aceite.	Semanal	52			C\$0	0.25	C\$67.71	C\$16.93			C\$0	C\$880.23
18. Verificar la acumulación de aceite en el evaporador.	Mensual	12			C\$0	0.33	C\$67.71	C\$22.34			C\$0	C\$268.13
19. Inspeccionar las válvulas de flotación, detecte fugas o daños.	Anual	1			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$33.86
20. Inspeccionar filtro de aceite y Limpiar Serpentín.	Semestral	2			C\$0	1	C\$109.38	C\$109.38			C\$0	C\$218.76
											Costo total Anual	C\$31,787.24

Fuente: Cálculo propio, información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.



Tabla N°25. Costos del plan de Mantenimiento preventivo de la Clasificadora

Mantenimiento a realizar	Frecuencia		Costos									Total Costos
			MD			MoD			CIF			
			Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	
1. Revisar moto-reductores y motores eléctricos.	semestral	2			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$67.71
2. Revisar y limpiar bandas transportadoras.	Trimestral	4			C\$0	1	C\$109.38	C\$109.38			C\$0	C\$437.52
3. Revisar soldaduras y partes metálicas.	semestral	2			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$67.71
4. Revisar y aplicar aceite en los dientes.	Mensual	12			C\$0	0.25	C\$41.67	C\$10.42	1	C\$400	C\$400	C\$4,925.01
5. Revisar calibrar rodillos.	Trimestral	4			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$270.84
6. Engrasar Chumaceras	Trimestral	26			C\$0	0.25	C\$41.67	C\$10.42	1	C\$300	C\$300	C\$8,070.86
7. Revisar los empaques.	Mensual	12			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$406.26
8. Aplicar aceite en los retenedores.	Mensual	12			C\$0	0.25	C\$41.67	C\$10.42	1	C\$400	C\$400	C\$4,925.01
9. Revisar cadenas.	Trimestral	4			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$135.42
10. Aplicar aceite en ejes.	Mensual	12			C\$0	0.5	C\$41.67	C\$20.84	1	C\$400	C\$400	C\$5,050.02
11. Limpiar rodamientos.	Semanal	52			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$1,760.46
12. Revisar filtros de aceite.	Mensual	12			C\$0	0.25	C\$67.71	C\$16.93			C\$0	C\$203.13
13. Revisar y limpiar sprokets.	Mensual	12			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86			C\$0	C\$406.26
14. Revisar el nivel de aceite.	Trimestral	4			C\$0	0.25	C\$67.71	C\$16.93			C\$0	C\$67.71
											Costo total Anual	C\$26,793.92

Fuente: Cálculo propio, información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.



Tabla N°26. Costos del plan de Mantenimiento preventivo del Congelador de Placas

Mantenimiento a realizar	Frecuencia		Costos									Total Costos	
			MD			MoD			CIF				
			Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct		
1. Realizar limpieza en las superficies exteriores e interiores del equipo.	Mensual	12			C\$0	2	C\$41.67	C\$83.34				C\$0	C\$1,000.08
2. Revisar y verificar constantemente el estado de las tuberías.	Mensual	12			C\$0	0.5	C\$41.67	C\$20.84				C\$0	C\$250.02
3. Revisar que el panel de control funcione correctamente.	Semanal	52			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86				C\$0	C\$1,760.46
4. Revisar y ajustar el estado físico de las bandejas.	Mensual	12			C\$0	1	C\$41.67	C\$41.67				C\$0	C\$500.04
5. Revisar las válvulas de aceite.	Mensual	12			C\$0	1	C\$41.67	C\$41.67				C\$0	C\$500.04
6. Chequear el nivel de aceite y de ser necesario lubricar.	Semanal	52			C\$0	0.2	C\$41.67	C\$8.33	0.25	C\$600	C\$150		C\$8,233.37
7. Revisar y calibrar el monitor de temperatura.	Semanal	52			C\$0	0.5	C\$67.71	C\$33.86				C\$0	C\$1,760.46
8. Revisar y lubricar los empaques para evitar desgaste.	Mensual	12			C\$0	2	C\$109.38	C\$218.76	0.25	C\$600	C\$150		C\$4,425.12
9. Verificar el estado de los amortiguadores.	Trimestral	4			C\$0	1	C\$109.38	C\$109.38				C\$0	C\$437.52
10. Revisar y eliminar las incrustaciones de hielo.	Semanal	52			C\$0	1	C\$41.67	C\$41.67				C\$0	C\$2,166.84
11. Examinar el sistema eléctrico, sus instalaciones y rectificar.	Mensual	12	1	C\$40	C\$40	2	C\$87.50	C\$175.00				C\$0	C\$2,580.00
12. Mantener llenos los extintores en caso de incendio.	Anual	1			C\$0			C\$0.00	2	C\$1,000	C\$2,000		C\$2,000.00
13. Verificar la hermeticidad de la puerta.	Semanal	52			C\$0	0.1	41.67	C\$4.17				C\$0	C\$216.68
14. Verificar la correcta nivelación del equipo.	Mensual	12			C\$0	0.5	109.38	C\$54.69				C\$0	C\$656.28
											Costo Total Anual		C\$26,486.91

Fuente: Cálculo propio, información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.

Tabla N°27. Costos del plan de Mantenimiento preventivo del Cámara Frigorífica.

Mantenimiento a realizar	Frecuencia		Costos									Total Costos
			MD			MoD			CIF			
			Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	Q	Cu	Ct	
1. Revisar el sistema de aislamiento, juntas, hermeticidad de puertas y cierres.	Mensual	12	1	C\$150	C\$150	0.15	C\$41.67	C\$6.25			C\$0.00	C\$1,875.01
2. Revisar el buen funcionamiento de válvulas de sobre-presión de cámara.	Mensual	12			C\$0	0.15	C\$41.67	C\$6.25			C\$0.00	C\$75.01
3. Observar que las alarmas y apertura de seguridad se encuentran en buen estado.	Semanal	52			C\$0	0.02	C\$41.67	C\$0.83			C\$0.00	C\$43.34
4. Revisar las formaciones de hielo y condensaciones superficiales no esporádicas.	Semanal	52			C\$0	0.05	C\$41.67	C\$2.08			C\$0.00	C\$108.34
5. Retirar hielo existente alrededor de las válvulas de sobre-presión, suelo y puerta.	Mensual	12			C\$0	1	C\$41.67	C\$41.67			C\$0.00	C\$500.04
6. Revisar y limpiar Evaporador y Condensador.	Mensual	12			C\$0	3	C\$67.71	C\$203.13			C\$0	C\$2,437.56
7. Realizar una correcta limpieza en los Paneles frigoríficos.	Mensual	12			C\$0	1	C\$67.71	C\$67.71			C\$0	C\$812.52
8. Verificar el flujo natural de ventilación debajo de la solera frigorífica.	Semanal	52			C\$0	0.05	C\$41.67	C\$2.08			C\$0	C\$108.34
9. Verificar el sistema de drenaje tanto interno como externo. Lavado.	Anual	1			C\$0	1	C\$41.67	C\$41.67			C\$0	C\$41.67
10. Verificar estado de las bisagras	Semestral	2			C\$0	0.05	C\$41.67	C\$2.08			C\$0	C\$4.17
11. Verificar resistencia de descongelamiento.	Mensual	12			C\$0	0.05	C\$41.67	C\$2.08			C\$0	C\$25.00
12. Verificar estado de moto ventiladores. Lubricar	Anual	1			C\$0	0.1	C\$67.71	C\$6.77	0.5	C\$1,500.00	C\$750	C\$756.77
13. Verificar circuito eléctrico. Limpieza de conexiones.	Semestral	2	2	C\$40	C\$80	0.5	C\$62.50	C\$31.25			C\$0	C\$222.50
14. Verificar si hay vestigio de fugas de gas refrigerante.	Trimestral	4			C\$0	0.2	C\$67.71	C\$13.54			C\$0	C\$54.17
15. Observar presencia de moho entre las celdas de la unidad. Lavar.	Semestral	2			C\$0	0.5	C\$41.67	C\$20.84			C\$0	C\$41.67
16. Verificar la correcta posición del termostato.	Semanal	52			C\$0	0.05	C\$41.67	C\$2.08			C\$0	C\$108.34
17. Verificar presencia de óxido y limpiar.	Mensual	12			C\$0	0.3	C\$67.71	C\$20.31	2	C\$30.00	C\$60	C\$963.76
											Costo Total Anual	C\$8,178.20

Fuente: Cálculo propio, información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.

5.1 Lista de Materiales, Mano de Obra y Costos indirectos para Mantenimiento preventivo

Tabla N°28. *Lista de costos de materiales directos del mantenimiento preventivo.*

Materiales Directos	Precio Unit
Válvula de drenaje para suministro de agua	C\$600
Separador de aire para compresor	C\$1,000
Filtro de aire para compresor	C\$3,000
Filtro de agua para máquina de Hielo	C\$17,500
Rodamientos	C\$400
Cable eléctrico(metro)	C\$40
Juntas	C\$150

Fuente: Información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.

Tabla N°29. *Lista de costos indirectos de fabricación del mantenimiento preventivo.*

Costos Indirectos de Fabricación	Precio Unit
Análisis de agua para suministro de agua	C\$4,550
Lija	C\$30
Lubricante (Galón)	C\$600
Reparación Válvula de compresor	C\$5,000
Lubricante para ventiladores de cámara frigorífica	C\$1,500
Lubricante para clasificadora	C\$400
Grasa (Libra)	C\$300
Relleno de extintores	C\$1,000

Fuente: Información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.

Tabla N°30. Costos de mano de obra del mantenimiento preventivo.

Cargo	Salario mensual	Salario por día	Salario por hora
Jefe de Producción	C\$13,000.00	C\$541.67	C\$67.71
Operario	C\$8,000.00	C\$333.33	C\$41.67
Electricista	C\$12,000.00	C\$500.00	C\$62.50
Ayudante electricista	C\$4,800.00	C\$200.00	C\$25.00

Fuente: Información de referencia suministrada por, Centeno. J (2021), jefe de producción PROCAMSA.

La siguiente tabla expresa los costos de realización del mantenimiento preventivo para cada una de las máquinas analizadas, dicho costo fue obtenido por el cálculo y sumatoria de cada una de las actividades, tareas y revisiones presentes en las tablas anteriores

Tabla N°31. Resumen de Presupuesto de Mantenimiento Preventivo.

Equipo	Tipo	Cant. Máquinas	Costo Anual
Suministro de Agua	Apoyo o Clave	1	C\$22,576.86
Condensador	Apoyo o Clave	1	C\$14,572.58
Compresor	Apoyo o Clave	2	C\$75,542.35
Máquina de Hielo	Apoyo o Clave	2	C\$63,574.47
Cámara Frigorífica	Apoyo o Clave	1	C\$8,178.20
Clasificadora	Apoyo o Clave	1	C\$26,793.92
Congelador de Placa	Apoyo o Clave	1	C\$26,486.91
			C\$237,725.29

Fuente: Información obtenida de resultado de tablas de Mantenimiento Preventivo.

5.2 Análisis Comparativo de los Costos del Plan de Mantenimiento del Proyecto.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de las tablas correspondientes a los mantenimientos correctivo y preventivo, los cuales presentan una gran variación económica, esto permite evidenciar el alto nivel de eficiencia que existe en el mantenimiento preventivo, ya que además de reducir los costos de mano de obra y materiales por reparaciones, ayudando a mejorar el grado de productividad de los equipos de la empresa.

Tabla N°32. Cuadro comparativo de Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo

Equipo	Tipo	Costo Anual Mantenimiento Correctivo	Costo Anual Mantenimiento Preventivo	Costo/Beneficio Incremental	Δ C-B Incremental	Δ C-B Resultado
Suministro de Agua	Apoyo o Clave	C\$66,844.39	C\$22,576.86	-44,267.52	-66.22%	A Favor
Condensador	Apoyo o Clave	C\$83,440.95	C\$14,572.58	-68,868.38	-82.54%	A Favor
Compresor	Apoyo o Clave	C\$150,604.45	C\$75,542.35	-75,062.10	-49.84%	A Favor
Máquina de Hielo	Apoyo o Clave	C\$113,588.14	C\$63,574.47	-50,013.67	-44.03%	A Favor
Cámara Frigorífica	Apoyo o Clave	C\$25,373.61	C\$8,178.20	-17,195.41	-67.77%	A Favor
Clasificadora	Apoyo o Clave	C\$31,525.29	C\$26,793.92	-4,731.38	-15.01%	A Favor
Congelador de Placa	Apoyo o Clave	C\$89,076.27	C\$26,486.91	-62,589.36	-70.26%	A Favor
Costo total del Plan		C\$560,453.10	C\$237,725.29	-322,727.81	-57.58%	A Favor
		70.22%	29.78%			

Fuente: Información obtenida de resultado de tablas de Mantenimiento Correctivo y Preventivo.



VIII. CONCLUSIÓN

- Al realizar el diagnóstico correspondiente con apoyo del personal y herramientas básicas de calidad tal como hoja de registro, análisis de Pareto y árbol de problemas se identificó una variedad de incidencias significativas como fallas por desgastes, deficiencia de lubricación y daños permanentes en algunas piezas que forman parte importante de las maquinarias en ambas líneas productivas, estas ocasionan paralizaciones inesperadas por reparaciones, que afectan directamente su rendimiento diario operacional.
- Con la información recopilada fue procesada mediante un análisis de paretograma y árbol de problema en la identificación y clasificación de aquellas fallas incidentes que fueron categorizadas como: daños, desgastes y averías según el nivel de prioridad en cada una de las maquinarias, y facilitó el orden de prioridad en el cual serán atendidas.
- La hoja de registro también permitió identificar el grado de ocurrencia de dichas anomalías que presentan los distintos equipos analizados, y conforme a su respectiva clasificación logró determinarse las acciones y actividades correctivas a realizarse con el propósito de disminuir el número de fallas, tiempos ociosos y costos operativos en cada una de las maquinas.
- Posteriormente se definieron todas aquellas actividades, acciones, tareas y revisiones que ayudarán a prevenir y disminuir el número de desperfectos y problemáticas presentes en área de mantenimiento, las cuales fueron presentadas mediante un cronograma de actividades con el fin de una planificación del tiempo para su correspondiente ejecución, en conjunto de un listado de materiales, requerimientos de mano de obra y repuestos utilizados en la planificación propuesta de mantenimiento preventivo.



- La propuesta de un presupuesto operativo de mantenimiento correctivo evidenció, el alto costo económico que conlleva la reparación de sus equipos debido al deterioro equivalente al C\$ 560,453.10, esto debido al débil índice de planificación de chequeos continuos y antigüedad de los mismos, en cambio la propuesta de mantenimiento preventivo determinada la cual presento un costo equivalente de C\$ 237,725.29 demuestra que es económicamente más viable para la empresa realización propuesta del mantenimiento preventivo, y conseguir extender el tiempo de vida útil de sus equipos claves y de apoyo de la empresa maquiladora de camarón.




IX. RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar la propuesta de plan de mantenimiento correctivo en el tiempo que las máquinas no estén laborando y evitar de este modo la interrupción de sus actividades productivas.
- Las rutinas de mantenimiento preventivo propuestas, son basadas en una programación inicial, por lo que a medida que se vaya implementando el mantenimiento preventivo, será necesario la incorporación de actividades que colaboren a un mejor funcionamiento de los mismo, con la finalidad de disminuir aún más la posibilidad de que se presente desperfectos o fallas mecánicas.
- Implementar un programa de capacitación sobre mantenimiento, que contemple las instrucciones básicas al presentarse anomalías en las maquinarias, así como el correcto uso de los equipos de seguridad personal y los procedimientos a realizarse en caso de accidentes de trabajo.
- Programar un calendario de reuniones para la evaluación de los distintos procedimientos de intervención a las distintas problemáticas en área de mantenimiento preventivo, al igual el logro de identificación de incidencias y establecer sus respectivas mejoras con el propósito de alcanzar altos índices de productividad.
- Implementar a principio de cada ciclo un cronograma de actividades, acciones y tareas preventivas mejoradas, que permita el nivel óptimo de aquellas áreas que no lograron ser analizadas por motivo de tiempo y accesibilidad de información.
- Motivar a todo el personal la responsabilidad de la realización de notificaciones de identificación e incidencias de los desperfectos presentes en los equipos, y analizar las oportunidades de mejora, mediante el uso correcto de formatos de registro de reportes de fallas operacionales de los equipos.





X. ANEXOS

10.1 Fichas técnicas de las maquinas.

FICHA TECNICA Nº 1	
Máquina-Equipo: Cisterna	
Modelo:	Capacidad: 15,000 galones.
Nº de máquinas	Años de servicio: 20 años
Condición de la máquina: Indispensable	
	Función Es una estructura que sirve para almacenar el agua potable y que el edificio, casa o compañía al que abastece pueda disponer de ella en el momento que desee.

FICHA TECNICA Nº 2	
Máquina-Equipo: Bomba de agua	
Modelo:	Capacidad: 80 galones por minuto
Nº de máquinas	Años de servicio: 20 años
Condición de la máquina: Indispensable	
	Función Es un dispositivo que se utiliza para bombear agua de un lugar a otro, sin importar el fluido o bien máquina que transforma energía, aplicándola para mover el agua.

FICHA TECNICA N° 3	
Máquina-Equipo: Hidroneumático	
Modelo:	Capacidad: 40 psi
N° de máquinas	Años de servicio: 20 años
Condición de la máquina: Indispensable	
	Función <ul style="list-style-type: none"> -Entrega el agua según un rango de presión seleccionada para que la bomba de agua no corra sin parar. - Previene que una bomba no empiece de nuevo cada vez que el sistema de distribución haga una pedida menor de agua. - Reduce al mínimo los golpes de agua.


FICHA TECNICA N° 4	
Máquina-Equipo: Filtros de agua	
Modelo:	Capacidad: 200 libras
N° de máquinas	Años de servicio: 20 años
Condición de la máquina: Indispensable	
	Función <p>Es un sistema que involucra una serie de etapas para eliminar el material no deseado del agua utilizada en aplicaciones industriales. Estos materiales incluyen partículas o sedimentos solidas o disueltas, metales disueltos, productos químicos, olores, minerales y otras impurezas.</p>


FICHA TECNICA Nº 5

Máquina-Equipo: Condensador Evaporativo	
Modelo:	Capacidad: 300 Psi
Nº de máquinas	Años de servicio: 20 años
Condición de la máquina: Indispensable	
	<p>Función</p> <p>Es un equipo de refrigeración utilizado para aquellos casos en los que la energía en forma de calor que proviene de un sistema de enfriamiento no puede aprovecharse, por lo que se elimina generando vapor de agua</p>

FICHA TECNICA Nº 6

Máquina-Equipo: Compresor	
Modelo: Vilder 448	Capacidad: 130 toneladas
Nº de máquinas	Años de servicio: 20 años
Condición de la máquina: Indispensable	
	<p>Función</p> <p>El compresor absorbe el vapor refrigerante y disminuir la presión en el evaporador de tal manera que puede mantenerse a una temperatura de evaporación deseada.</p>

FICHA TECNICA Nº 7	
Máquina-Equipo: Maquina de Hielo por Raspado	
Modelo: North Star M60	Capacidad: 60 toneladas
Nº de máquinas	Años de servicio: 20 años
Condición de la máquina: Indispensable	
	<p>Función</p> <p>Funciona bajo el sistema de raspado y utiliza sólo agua “salada”, es decir, el agua procesada por la Planta de Agua. Su sistema de congelación es por amoniaco y están destinadas a fabricar hielo que va a ser utilizado para el traslado de camarón.</p>

FICHA TECNICA Nº 8	
Máquina-Equipo: Clasificadora	
Modelo:	Capacidad: 7,000 libras por hora
Nº de máquinas	Años de servicio: 20 años
Condición de la máquina: Indispensable	
	<p>Función</p> <p>Está compuesta por 4 pares de rodillos clasificadores y 4 pares de rodillos auxiliares de acero inoxidable. Consta de un elevador que lleva el producto a la parte superior de la máquina para iniciar el proceso de selección.</p>

FICHA TECNICA Nº 9	
Máquina-Equipo: Congelador de Placas	
Modelo:	Capacidad: 4,000 libras
Nº de máquinas	Años de servicio: 20 años
Condición de la máquina: Indispensable	
	Función Congelación por prensado y una de sus cualidades es que pueden congelar grandes cantidades de camarón empacado, ya que su tiempo de proceso es en promedio de 4 horas.

FICHA TECNICA Nº 10	
Máquina-Equipo: Cámara Frigorífica	
Modelo:	Capacidad: 13,000 libras
Nº de máquinas	Años de servicio: 20 años
Condición de la máquina: Indispensable	
	Función Son sistemas de congelación para mantener el producto terminado a una temperatura de -20°C. Estas cámaras están conformadas por galpones, los cuales son estructuras con aislamiento térmico.

Actividades	2021				2021																																																
	Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre																
	Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana																				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4													
Recopilación de información, documentación y asesoría.	█																																																				
Elaboración de generalidades del protocolo.		█	█																																																		
Visita con el jefe de producción y gerente de la empresa.			█	█																																																	
Desarrollo del protocolo.				█	█	█																																															
Revisión y corrección de protocolo con el Tutor.							█	█	█																																												
Entrega de protocolo.										█	█	█	█																																								
Elaboración de diagnóstico de incidencia de fallas y averías.													█	█																																							
Revisión y corrección de diagnóstico con Tutor.														█																																							
Registro de incidencia de fallas y jerarquización de tareas en orden prioritario															█	█																																					
Revisión y corrección de registro con tutor																█																																					
Evaluación del nivel y grado de ocurrencia de fallas y acciones de corrección preventivas.																	█	█	█																																		
Revisión y corrección con Tutor																		█																																			
Elaboración de parámetros asociados a la programación de tareas y listado de repuestos.																				█	█	█																															
Revisión y corrección de parámetros con Tutor.																						█																															
Elaboración de presupuesto de mantenimiento.																							█	█	█																												
Revisión y corrección de presupuesto con Tutor.																									█	█																											
Finalización, revisión y corrección del proyecto con el tutor.																										█	█																										
Mejoras basadas en observaciones.																											█	█																									
Impresión del Documento.																												█																									
Entrega de proyecto final y defensa.																													█																								

