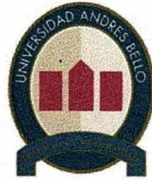


UNIVERSIDAD NACIONAL
ANDRÉS BELLO

35613000367245



UNIVERSIDAD
ANDRÉS BELLO

**UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PROPUESTA DE MEJORA AL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA
MÁQUINAS Y EQUIPOS DE
UNIFRUTTI TRANDERS LTDA.”**

MIGUEL ANGEL ANCACOI COLLIPAL

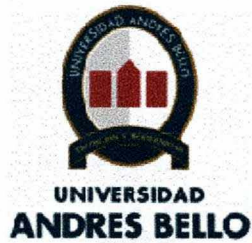
PROFESOR GUÍA: JOSÉ LUÍS SALAZAR NAVARRETE

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**SANTIAGO – CHILE
ENERO, 2014**

670
A538
2014
c.1

A.V




FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD Y PROPIEDAD

Yo, **Miguel Angel Ancacoi Collipal**, declaro que este documento no incorpora material de otros autores sin identificar debidamente la fuente.

Santiago, 18 de Enero de 2014


Firma del alumno

A DIOS, quien a través del Padre Pio siempre me han acompañado y apoyado en todos los pasares y pesares de mi vida...

A mi madre, quien siempre ha confiado en mis capacidades, la que con amor y esfuerzo, ha dedicado su vida a mi formación espiritual, personal y profesional...

A mi padre, quien es objeto de toda mi admiración, amor y agradecimiento por su activa participación en mi formación.

A mi hermana y abuela, quienes son pilares fundamentales en mi vida diaria, pues siempre han tenido un consejo o una palabra de aliento cada vez que es necesario...

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi profunda gratitud a quien me ha entregado todas las facilidades para poder emprender este Proyecto, el cual en algún momento vislumbre muy lejano, quien ha sido un apoyo constante y permanente, Gracias Dios Padre.

Deseo aprovechar la oportunidad de hacer mención especial a mi Abuela, quien en la actualidad sufre las secuelas de dos infartos cerebrales, pero quien de todas formas me entrega las fuerzas necesarias para continuar con mi cometido.

Cada vez que me encuentro agotado o afectado por diversas vicisitudes de la vida, recuerdo su frase favorita "Ahí que buscarle el ajuste". Gracias por lo que me enseñaste y te amaré siempre.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	7
I.1. IMPORTANCIA DE RESOLVER EL PROBLEMA DE MANTENIMIENTO	8
I.2. BREVE DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA	10
I.3. CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO	14
I.4.1 OBJETIVO GENERAL	15
I.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
I.5. ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTE TRABAJO	15
II. METODOLOGÍA Y DESARROLLO	16
II.1 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	16
II.2 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE MANTENCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS. ...	19
II.3 DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA	20
II.4 LIMITACIONES Y ALCANCES DEL PROYECTO	23
II.5 NORMATIVA Y LEYES ASOCIADAS AL PROYECTO	25
III. IDENTIFICAR PROBLEMAS Y OPORTUNIDAD DE MEJORA.....	27
III.1 IDENTIFICACIÓN CUANTITATIVA DE PROBLEMAS	27
III.2 OPORTUNIDADES DE MEJORA	36
IV. INGENIERÍA DEL PROYECTO	38
V. CONCLUSIÓN	51
ANEXO	53
ANEXO 1: FORMULARIO DE ASIGNACIÓN DE H.H. PARA MANTENCIÓN.	53
ANEXO 2: FORMULARIO PARA ORDEN DE TRABAJO	54
ANEXO 3: FORMULARIO DE ORDEN DE TRABAJO TALLER.	55

ANEXO 4: FORMULARIO DE REPORTE DE FALLAS.	56
ANEXO 5: FORMULARIO DE SALIDA DE BODEGA.....	57
ANEXO 6: FORMULARIO DE SOLICITUD DE COMPRA.	58
ANEXO 7: FORMULARIO SOLICITUD DE TRABAJO.....	59
GLOSARIO.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA II.2 -1: R.R.H.H. DEPTO. MANTENCIÓN MÁQUINAS Y EQUIPOS	19
TABLA III.2: CATEGORÍAS DE FALLAS.....	28
TABLA III.3: REGISTRO DE PARALIZACIONES MENSUALES	29
TABLA III.4: REGISTRO DE PARADAS, SEMANA N° 1 DE 2013	30
TABLA III.5: DIAGRAMA DE PARETO.....	34
TABLA III.6: EFECTOS CONTRIBUYENTES “DIAGRAMA DE PARETO”.....	35
TABLA III.2.1: OPORTUNIDADES DE MEJORA	37
TABLA IV.1: ESCALA DE FRECUENCIA PARA NPR.	43
TABLA IV.2: ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA INVERSIÓN INICIAL.....	47
TABLA IV.3: ESTIMACIÓN DE COSTOS POR MEJORA CONTINUA	50

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA II.1 – 1: ORGANIGRAMA DE PLANTA LINDEROS.....	17
FIGURA II.1 – 2: ORGANIGRAMA DEPTO MANTENCIÓN MÁQUINAS Y EQUIPOS	18
FIGURA III.1: PARALIZACIONES MENSUALES.....	29
FIGURA III.2 PARALIZACIONES, PRIMERA SEMANA DEL MES DE ENERO	31
FIGURA III.3: COSTOS DE MANTENCIÓN 2013.....	32
FIGURA III.4: DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	33

I. INTRODUCCIÓN

El negocio de exportación de frutas, requiere una serie de procedimientos que permitan la entrega eficiente de un producto de calidad, el que a su vez sea competitivo en el mercado internacional. Si bien son muchos los aspectos a considerar desde este punto de vista, uno de los más determinantes se relaciona con el sistema preventivo destinado a la mantención de maquinarias y equipos.

El desarrollo del siguiente documento interviene en la realidad de la empresa Exportadora Unifrutti Traders Ltda., la cual presenta complicaciones relacionadas con el tema planteado anteriormente, debido a la ausencia de tiempos, producto del rubro desempeñado.

Como tema introductorio se aborda la problemática desde una visión generalizada, donde se dan a conocer aspectos tales como la importancia de resolver el problema. Es aquí donde se efectúa una explicación más a fondo de la realidad de la empresa, además de incluir un breve detalle del sistema de funcionamiento actual ante un desperfecto en una maquinaria o equipo, culminando con un análisis resolutivo del problema en líneas generales.

A modo de poder escoger la metodología más adecuada a aplicar en la resolución del problema, se ha incorporado dentro del presente capítulo una breve discusión bibliográfica, la cual a través de cinco fuentes relacionadas con el tema, logra contraponer propuestas que darán pie a la elección del camino a seguir. De esta manera, es posible descartar aquellas que, si bien son efectivas, se alejan de la realidad actual de la Empresa por infraestructura, recurso económico o simplemente debido a políticas internas.

La contribución del trabajo, es otro aspecto considerado al interior de este documento, pues, a través de ello se destaca lo importante, interesante, novedoso y particular de la propuesta, haciendo énfasis en el aporte de la mejora.

El recorrido efectuado entre los capítulos II al V, intentan entregar una visión más amplia del problema a solucionar, y por sobre todo generar propuestas de mejoramiento al funcionamiento del área de Mantenimiento de Maquinarias y Equipos.

Esta propuesta de mejora, se encuentra basada en la aplicación de la metodología denominada RCM, también conocida como Mantenimiento Basado en la Confiabilidad. Esto debido principalmente a los beneficios que entrega por conceptos de adecuación a las falencias de tiempos, factor determinante del problema existente al interior de la Exportadora Unifrutti Traders Ltda.

I.1. Importancia de resolver el problema de Mantenimiento

Unifrutti Traders Ltda., se encuentra posesionada como la segunda más grande exportadora de Chile, con presencia en catorce países a nivel mundial. Esto ha significado cuadruplicar su cartera de clientes en los últimos doce años y con ello aumentar considerablemente sus actividades.

Una parte importante de la problemática, se ha ocasionado a raíz del crecimiento en los niveles de producción, como resultado de nuevas negociaciones con clientes en el extranjero. Si bien este es un logro importante para la empresa y para el país, ha significado

incorporar nuevas máquinas, las cuales demandan más tiempos de los ya existentes.

Si bien, el equipo de técnicos intenta dar solución a todos los requerimientos existentes al interior de la planta de Linderos, en muchas ocasiones se ven sobrepasados, lo que detona en desperfectos que obligan a la detención de la producción por un lapso de algunas horas.

El reemplazo de partes y piezas, es una medida que en ocasiones se privilegia, por sobre la reparación de estas, ya que la detención prolongada genera mano de obra ociosa durante media jornada a lo menos y retrasos en los compromisos adquiridos. Este tipo de decisiones le significa a la empresa la adquisición del repuesto a costo un poco más elevado de lo normal, dada la premura de los tiempos y la inexistencia de repuestos en bodega de la empresa, por la inversión que esto significaría.

En la actualidad, se ha intentado generar mantenimientos preventivos, pero ha significado un sin número de complicaciones ya que, como se había mencionado con anterioridad, la empresa no cuenta con los tiempos para ello, pues existen áreas donde se requiere el funcionamiento de tres turnos consecutivos.

Como medida inicial, se sugiere trabajar sobre una metodología que permita el oportuno mantenimiento de maquinarias y equipos, con el objetivo de reducir los tiempos de espera por desperfectos, evitar detenciones en la producción por imprevistos y aportar a la extensión de la vida útil de estos.

La importancia de resolver el problema posee ribetes transversales, ya que al encontrar la fórmula perfecta que permita el desarrollo de mantenciones preventivas y predictivas, sin afectar el normal funcionamiento de la planta, asegurará mejorar los niveles de producción, reducción de gastos por adquisición de partes o piezas de forma apresurada y disponer del tiempo para desarrollar nuevos proyectos que permitan ampliar la gama de oferta al mercado extranjero.

El desempeño de éstas y otras actividades detalladas más adelante, permitirán a la empresa reducir costos, externalizar servicios, pago de horas extras, tiempo abreviado en los trabajadores, incumplimiento de compromisos con los clientes y por sobre todo fortalecer aún más la imagen empresarial ante clientes y competidores.

I.2. Breve discusión bibliográfica

La metodología a utilizar en el proceso preventivo y predictivo, destinado al sistema de mantenimiento de máquinas y equipos, es un tema abordado por diversos especialistas en el área de la Ingeniería Industrial.

Existen innumerables publicaciones o textos que abordan esta problemática, las cuales a su vez plantean como solución diversas metodologías, las que se detallarán a continuación.

Santiago García Garrido, el año 2003 en su libro “Organización y Gestión Integral de Mantenimiento”, manifiesta que a su parecer el plan más apropiado a considerar, desde el punto de vista preventivo y predictivo, es el RCM (Reliability Centred Maintenance o

Mantenimiento Basado en la Fiabilidad). “Inicialmente desarrollada para el sector de la aviación, donde los altos costes derivados de la sustitución sistemática de piezas amenazaba la rentabilidad de la compañía aérea”, (Garrido, Organización y gestión Integral de Mantenimiento, 2003), esta es una técnica que presenta ventajas importantes, la cual fue desarrollada inicialmente para el sector de la aviación. Ella logra mejorar el funcionamiento de equipos y maquinarias, a la vez de reducir los costos por conceptos de reemplazo.”

Por otra parte María Belén Muñoz Abella, en su Informe publicado el 2003 sobre Mantenimiento Industrial, manifiesta que “el mantenimiento preventivo es un conjunto de actividades programadas de antemano, encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos, pero este presenta inconvenientes, tales como” (Muñoz, 2007).

- Cambios innecesarios
- Problemas iniciales de operaciones
- Coste de inventarios medios
- Mano de Obra
- Caso de mantenimiento no efectuados

Considerando estos puntos, ella propone la aplicación de un sistema de Mantenimiento Productivo Total o TPM, es decir mantener las instalaciones siempre en buen estado, enfocado al aumento de productividad y aplicable a la totalidad del personal, no sólo al servicio de mantenimiento.

En la publicación el año 2005, en el libro “Manual de Gestión de activos y mantenimiento”, editado por Adolfo Arata y Luciano Furlanetto, se manifiestan lo siguiente al respecto:

“La principal ventaja del mantenimiento preventivo y predictivo, es permitir planificar las actividades de mantención, por lo tanto es necesario determinar los requerimientos de recursos humanos y materiales” (Arata F. , 2005) . Basado en todo esto, se considera que el método más confiable a utilizar es el MAFEC (Análisis de Modo de Falla y Elementos Críticos).

MAFEC, es una herramienta común para la jerarquización de los modos de falla, la cual proporciona una visión de los tipos de averías que con más probabilidad experimentará un elemento o sistema”.

En el libro “Mantenimiento, planeación, ejecución y control”, del autor Alberto Mora Gutiérrez publicado el año 2009, se recomienda el uso del CMD (Enfoque Sistemático e Integral), como el método predictivo y preventivo en el proceso de mantención de maquinarias y equipos. En el texto el autor manifiesta lo siguiente al respecto:

“Dadas las ventajas del estudio científico y matemático, la metodología adecuada para medir y evaluar eficazmente las fallas en máquinas y equipos, es aquella conocida como CMD. Resalta que es una herramienta fácil de usar para controlar la gestión y la operación integral del mantenimiento, a la vez de permitir la predicción del comportamiento futuro a corto plazo de los equipos en cuanto a fallas, reparaciones, tiempo útil, etc.”

Alberto J. Hung C., en su Informe publicado en 2009 llamado “Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad como estrategia, para apoyar los indicadores de disponibilidad y parada forzada en la planta Oscar A Machado EDC” (Gutiérrez A. M., 2009), manifiesta lo siguiente:

“El RCM se define como la probabilidad que un sistema o componente pueda funcionar correctamente fuera de fallas, por un tiempo específico. Además esta metodología es la más apropiada para aquellas empresas que carecen de tiempos, por contar con procesos de producción continuos”.

De acuerdo a los planteamientos expuestos anteriormente, se producen contradicciones entre los diversos escritos, es así como por ejemplo María Belén Muñoz cree que la aplicación de un TPM (mantenimiento productivo total), es suficiente como método de mantenimiento, pues según su postura, se reduce costos al involucrar a técnicos y operarios en el cuidado de las maquinarias. Por otra partes, lo autores Adolfo Arata y Luciano Furlanetto, creen muy simplista y poco efectiva la postura, pues ellos plantean la necesidad de una visión más amplia al respecto, la cual permita identificar los tipos de averías más probables y a la jerarquización de ellas.

Si bien ambas propuestas son aplicables a situaciones distintas, ninguna de ellas ha considerado el factor tiempo, pues un sistema productivo limitado por la existencia de tres turnos diarios, implica la detención de la maquinarias y equipos, lo que provoca reducción en la producción. Basado en este fundamento y considerando la realidad de Unifrutti Traders Ltda., se considera más oportuno centra la atención en la postura de Santiago García Garrido y Alberto J. Hung

C., quienes consideran que la aplicación de un RCM, (Reliability Centred Maintenance o Mantenimiento Basado en la Fiabilidad), es lo más apropiado a utilizar en empresas limitadas por el tiempo.

I.3. Contribución del trabajo

El trabajo permite generar un ordenamiento, vislumbrando factores que sumados dan pie a la problemática actual de la exportadora Unifrutti Traders Ltda. Con los factores identificados, existe la posibilidad de desarrollar propuestas, que permitan abordar el origen del problema.

Si bien existen diversas metodologías, que podrían ser utilizadas como opción de solución al problema existente, es importante tener siempre en consideración que el factor tiempo es el punto desequilibrante adicional, el cual restringe la posibilidad de poner en práctica un TPM o un MAFER por ejemplo. Es aquí entonces que la contribución al trabajo se hace presente, pues existe un planteamiento claro al respecto y con ello la elección de una metodología específica, la cual permite de manera adicional la reducción de costos y el aprovechamiento de la mano de obra.

I.4.1 Objetivo general

Realizar una propuesta de mejora, al área de Mantenimiento de Máquinas y Equipos, de la Exportadora Uniffruti Tranders Ltda.

I.4.2. Objetivos específicos

- Efectuar revisiones, al funcionamiento actual del área de Mantenimiento de Máquinas y Equipos.
- Identificar las averías y anomalías más habituales, además de las partes y piezas más requeridas habitualmente para la reparación de máquinas y equipos.
- Determinar los tiempos de detención de máquinas y equipos, a raíz de desperfectos.
- Proponer al menos un método de mantenimiento que asegure la continuidad del desempeño de las funciones, y considere la escasez de tiempo destinado para ello.
- Estimar los costos y tiempos destinados para la propuesta.

I.5. Organización y presentación de este trabajo

El siguiente documento está distribuido en V capítulos, los que poseen una secuencia que permite el seguimiento lógico de la mejora propuesta al problema existente. Es así que a partir del capítulo II, se desarrollan temáticas específicas, tales como la incorporación de las descripciones, limitaciones y normativas propias del proyecto.

Por otra parte, el capítulo III se encuentra enfocado hacia aspectos más medulares, como las identificaciones cuantitativas de la problemática y las oportunidades de mejora existentes.

El IV capítulo permite desarrollar los objetivos específicos y las soluciones propuestas al problema, aplicando para ello herramientas propias de la Ingeniería.

Para finalizar, el capítulo V incorpora discusión de resultados y conclusiones generales, las cuales permitirán un análisis final a la propuesta planteada.

II. METODOLOGÍA Y DESARROLLO

II.1 Descripción de la organización

La planta Linderos de Unifrutti Traders Ltda., pertenece al grupo Nadai International y se encuentran ubicados en panamericana sur, km 42, camino a Paine.

Su estructura organizacional a nivel de Planta y Departamento de Mantenimiento de Máquinas y Equipos, se representa en las figuras II.1-1 y II.1-2.

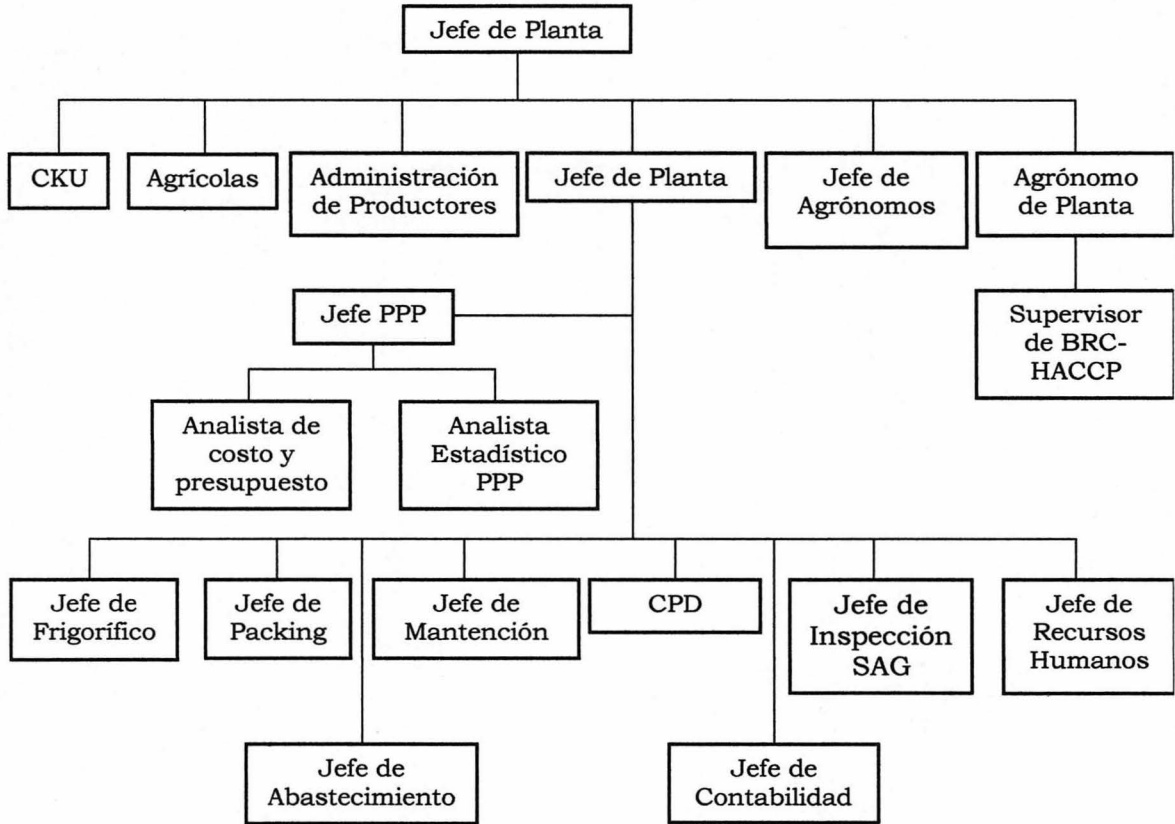


Figura II.1 - 1: Organigrama de Planta Linderos

Fuente: “Unidad de Mantenimiento de Maquinarias y Equipos.”

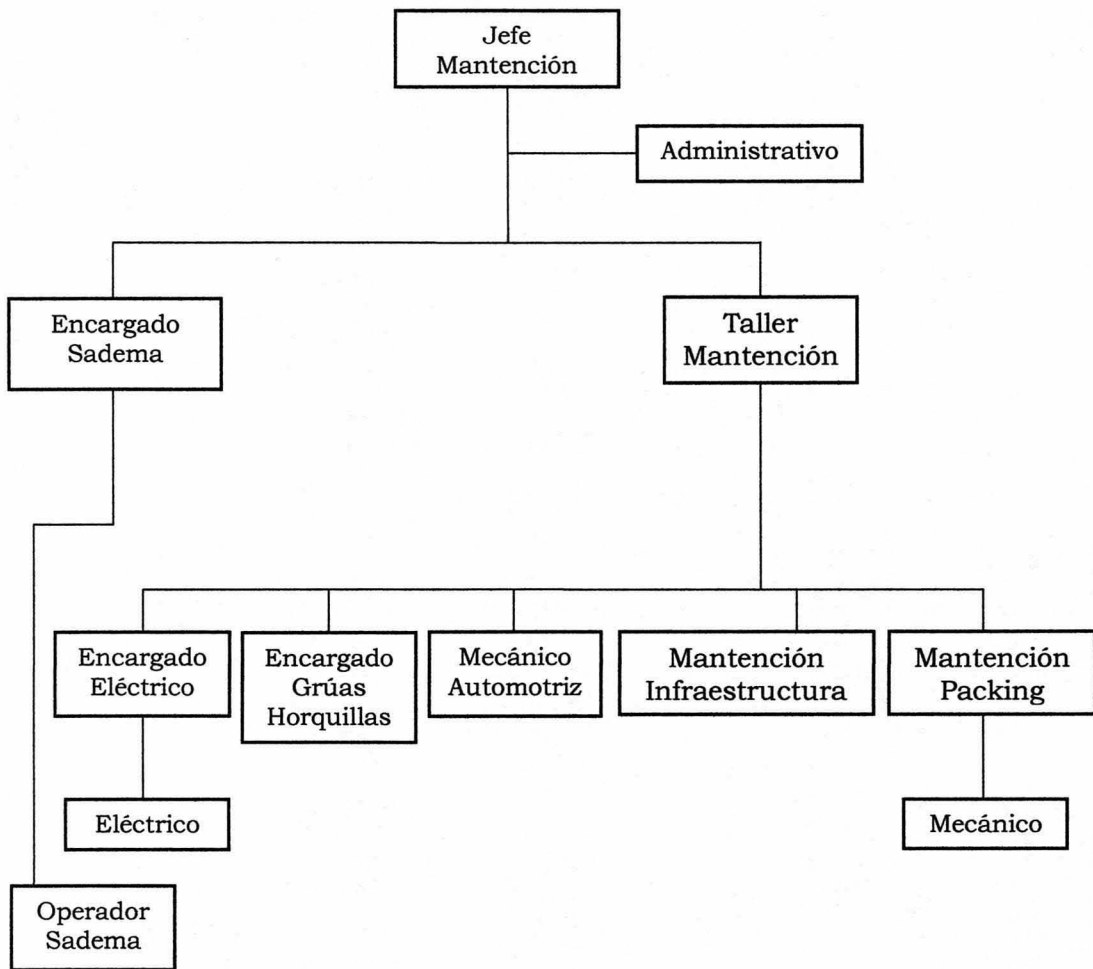


Figura II.1 - 2: Organigrama Departamento de Mantenición de Máquinas y Equipos

Fuente: “Unidad de Mantenimiento de Maquinarias y Equipos”

II.2 Descripción de la unidad de Mantenimiento de Máquinas y Equipos.

La unidad en estudio sobre la cual se basa la propuesta de mejora, corresponde al Departamento de Mantenimiento de Máquinas y Equipos. Esta se encuentra conformada en la actualidad por veintitrés personas, cuya distribución se muestra en la tabla II.2-1.

Tabla II.2 -1: Cuadro R.R.H.H. del Departamento de Mantenimiento de Máquinas y Equipos

ÁREA DE MANTENIMIENTO			
UNIDAD TÉCNICA	1 JEFE DE SECCIÓN	1 ADMINISTRATIVA	
SALA DE MÁQUINAS	1 ENCARGADO	7 OPERADORES	
MANTENCIÓN PACKING	1 ENCARGADO	3 MECÁNICOS	2 AYUDANTES
TALLER ELÉCTRICO	1 ENCARGADO	2 ELÉCTRICOS	
SALA DE BATERÍAS	1 ENCARGADO	1 AYUDANTE	
TALLER MECÁNICO	1 ENCARGADO		
MANTENCIÓN EDIFICIOS	1 ENCARGADO		

Fuente: “Unidad de Mantenimiento de Maquinarias y Equipos”

Si bien, se cuenta con una cantidad significativa de personal en el área de Mantenimiento, la carga actual de trabajo genera escasez de tiempos destinados a reparaciones preventivas y predictivas, por lo cual el personal en muchas oportunidades se ve obligado a actuar una vez se haya producido la detención de la maquinaria. Las paralizaciones de actividades por este tipo de situaciones, son inciertas en cuanto a tiempo de duración, lo cual dependerá de factores tales como personal

disponible, magnitud de la avería y la fecha de entrega del repuesto o pieza, por parte del proveedor.

Si se requiere algún tipo de repuesto, pieza o herramienta para la solución de una avería, este debe ser solicitado a través del Jefe de Mantenimiento del Departamento de Máquinas y Equipos, quien previa realización del informe respectivo, solicita la autorización para la adquisición de lo requerido.

Si la avería contempla la intervención de un especialista en la materia, se deberá externalizar el servicio, lo cual significa el aumento de los costos previstos en el presupuesto anual.

La adquisición de partes o piezas para reparación, es una actividad recurrente dado el nivel de producción al cual se ven sometidas las maquinarias. El punto es que no se cuenta con un stock de repuestos que permita agilizar la puesta en circulación de una máquina dañada, pues los costos por manejo de inventario se hacen muy elevados, corriendo el riesgo de quedar con material obsoleto en bodega, en caso de haber efectuado la venta del equipo o máquina en cuestión.

II.3 Descripción de problemas y oportunidades de mejora

Al interior del Departamento de Mantenimiento de Máquinas y equipos, se utiliza sólo la metodología correctiva, dejando de lado la preventiva, predictiva o cualquier otra, como consecuencia de la ausencia de tiempos a raíz de la alta actividad de producción existente

en la planta de Linderos. Sumado a ello, el personal de mantención se ve expuesto a asumir la responsabilidad ante problema de carácter doméstico, es decir, reparaciones menores de calefacción, aires acondicionados de oficinas o eléctricos que no tienen relación alguna con el proceso productivo de la empresa.

La informalidad de relación con proveedores, es un punto que podría llegar a ser un problema, pues, si bien el tiempo de respuesta ante requerimientos ha sido bueno hasta ahora, nada asegura que esto será recurrente en el tiempo, ya que no existe una relación contractual formal entre las partes, lo que en algún minuto podría generar más de una complicación por diversos factores.

Si bien el personal que forma parte del Departamento de Mantención de Máquinas y Equipos, en su mayoría cuenta con conocimientos en la materia, existen integrantes que se han formado a través de los años de ejercicio en el área, generándose en ellos falencias al momento de intervenir en la programación de maquinarias, hecho que obliga a la subcontratación de personal externo, para desarrollar este tipo de actividades.

La generación de tiempo abreviado, producto de la prolongación en la reparación de desperfectos en maquinarias o equipos, es combatida a través de la ejecución de otras actividades como charlas de seguridad o reasignación de personal, las cuales en ocasión no son suficientes para cubrir la espera y provocan entorpecimientos en otras áreas.

En resumen, los problemas que afectan directamente al Departamento de Mantenimiento de Máquinas y Equipos son variados, pasando por carencias de disponibilidad de tiempos debido al rubro desempeñado, la necesidad de especialización del personal en áreas vitales como Informática, la ausencia de un número mayor de herramientas para el desempeño de funciones, la inexistencia de un sistema formal de comunicación interno, la falta de un software que permita programar actividades y realización de informes estandarizados, hacen que este Departamento se vea en ocasiones expuesto a situaciones complejas, las cuales podrían disminuir de manera considerable al solucionar en parte las temáticas antes indicadas.

Un factor determinante, el cual se adiciona fuertemente a los ya mencionados, corresponde al impedimento de ejecutar las actividades programadas de mantenimiento de maquinarias y equipos. Esto a raíz de la incertidumbre generada por el Departamento de Marketing y Ventas, ya que desde aquí emanan las ordenes de producción, según compromisos adquiridos. El punto es que, si bien las planificaciones determinan una cierta cantidad de tonelaje de frutas con un destino específico, una solicitud de último minuto por parte de un cliente siempre es acogida, no considerando las repercusiones que esto provoca en otras áreas, específicamente en la de Mantenimiento.

Cada situación mencionada anteriormente, suma complicaciones a la ausencia de tiempos reduciendo aún más las posibilidades de reacción ante eventualidades generadas en las líneas de producción, lo que implica que las oportunidades de mejora que se presenta apunta ineludiblemente a la solución de esta, es por ello que se propone inicialmente trabajar con un RCM o sistema de Mantenimiento

Basado en la Fiabilidad. A través de él sería posible aplicar metodologías preventivas, considerado la escasez de tiempos y la reducción de costos por conceptos de reemplazo, además con ello se podría manejar de mejor manera la carga laboral sobre los técnicos.

Por otra parte, aún cuando se sabe que efectivamente contar con una bodega destinada al almacenamiento de repuestos para reparación, es un costo muy elevado para la empresa, se debe generar un catastro de desperfectos más habituales. Con estos datos estadísticos, se tendrá certeza de aquellos elementos más necesarios en cantidad, lo que permitiría negociar con proveedores la adquisición de productos al por mayor, reduciendo los costos por este concepto.

La capacitación de técnicos, es un punto importante a considerar como medida que aporte a la solución, ya que solo a través de la actualización permanente se podrá generar un equipo sólido, evitando la dependencia de terceros.

II.4 Limitaciones y alcances del proyecto

Como toda empresa, la exportadora Unifrutti Traders Ltda., posee limitaciones y alcances, las cuales se subentienden no se relacionan entre sí.

Las limitaciones están dadas por factores tales como el tiempo, expresados en la necesidad del cumplimiento de compromisos adquiridos con sus clientes y que se ven amenazados por diversos factores de carácter externos y internos, contando este último con las posibilidades de ser manipulado. Un ejemplo claro de ello son las fallas

menores pero recurrentes en las máquinas “Durand-Wayland” o en la “Aweta”. Esto ha significado en el mejor de los casos, la detención del proceso productivo por un lapso de treinta minutos a cinco horas, ampliándose en pocas oportunidades a dos días, a raíz de situaciones más complejas.

Por otra parte el tema económico, se transforma en el segundo punto importante de limitación, ya que ha obligado al personal a utilizar un sistema de mantenimiento correctivo, esto debido al desmantelamiento y eliminación de la bodega destinada a almacenar de repuestos, lubricantes y otros componentes, necesarios para una respuesta rápida ante desperfectos producidos en maquinarias y equipos.

Desgraciadamente el Departamento de Mantenimiento de Máquinas y Equipos, se ven afectados por ambos factores, lo que reduce considerablemente las expectativas de solución ante la problemática planteada anteriormente.

El alcance del proyecto, circunscrito específicamente al Departamento de Mantenimiento de Máquinas y Equipos, de la Planta Linderos de la Exportadora Unifrutti Traders Ltda., apunta a la presentación de una propuesta que permita corregir las vías de comunicación al interior del Departamento de Mantenimiento, además de mejorar en el funcionamiento de maquinarias y equipos.

El uso del RCM, o sistema de Mantenimiento Basado en la Fiabilidad, “Metodología simple y se basa en un análisis y ordenamiento que deberá ser asistido con herramientas para el cálculo de beneficios y

riesgos en distintas alternativas” (Arata, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento, 2005), permitirá trabajar en la aplicación de metodologías preventivas, considerado la escasez de tiempos existente y reduciendo de paso los costos por conceptos de reemplazo de piezas o reparaciones de estas. Para ello, se tiene muy en cuenta los plazos y montos requeridos, que permitan la puesta en marcha de la propuesta.

II.5 Normativa y leyes asociadas al proyecto

Dentro de las Normativas asociadas a la propuesta, se encuentran presente las Leyes Laborales (Ministerio del Trabajo, 2013) y las pertenecientes a la de Prevención de Riesgos. (Ministerio del Trabajo, 1994).

El Departamento de Mantenimiento de Máquinas y Equipos, tiene muy en consideración lo señalado en la Ley, destacando especialmente los siguientes artículos:

Art. 21 de la Ley Laboral, “La jornada de trabajo es el tiempo durante el cual el trabajador debe prestar efectivamente sus servicios en conformidad al contrato, considerando además las jornadas en las cuales el trabajador se encuentra a disposición del empleador sin realizar labor, por causas que no sean imputables”. Esto es aplicable cuando se produce tiempo abreviado al interior del equipo de mantenimiento, como consecuencia de la espera de la recepción del repuesto necesario.

Art. 28 de la Ley Laboral, “En ningún caso la jornada ordinaria podrá exceder las diez horas diarias, sin perjuicio de lo dispuesto en el

inciso final del artículo 38”. Si bien la ley estimula un máximo de dos horas extras por día, también existe la figura de cancelación del bono de responsabilidad, lo que permite la extensión de la jornada laboral aplicable a actividades de mantención, las cuales afecten el normal desarrollo de las actividades de producción.

Art. 32 de la Ley Laboral, “Las horas extras sólo podrán pactarse para atender necesidades o situaciones temporales del empresa. Dichos pactos deberán constar por escrito y tener una vigencia transitoria no superior a tres meses, pudiendo renovarse por acuerdo de las partes y cuya cancelación corresponden al 50% del sueldo convenido”.

Art. 9 de la Ley de Prevención de Riesgos, “Vigilar el cumplimiento de la normativa sobre prevención de riesgos laborales, así como de las normas jurídico-técnicas que incidan en las condiciones de trabajo en materia de prevención, aunque no tuvieran la calificación directa de normativa laboral, proponiendo a la autoridad competente la sanción correspondiente, cuando comprobase una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales, de acuerdo con lo previsto en el capítulo VII de la Ley”. El presente artículo, refleja en líneas generales, los procedimientos, deberes y obligaciones del empleador, hacia los trabajadores en esta materia.

III. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA

III.1 Identificación cuantitativa de problemas

La Industria de procesos continuos, como es el caso de la Exportadora Unifrutti Traders Ltda., poseen una mayor complejidad para el desempeño de sus actividades de mantenimiento, esto debido básicamente a la imposibilidad de generar paros programados ya que este tipo de empresas opera prácticamente los 365 días, en turnos rotativos durante parte importante del año.

La existencia de averías en las máquinas y equipos de la exportadora, constituye una de las principales causas de ineficiencia en la Producción, según se indica en la tabla III.1 visualiza a continuación.

Tabla III.1: Registro Procesos Productivos

REGISTRO PROCESOS PRODUCTIVOS			
"PRIMERA SEMANA DE JUNIO 2013"			
TIPOS DE FALLAS	MAQUINA	PRODUCCIÓN REQUERIDA EN CAJA	PRODUCCIÓN EFECTUADA EN CAJA
Solenoides	Durand-Wayland	2200	1830
Calibración	Aweta	1500	1120
Tablero de Selección	Durand-Wayland	2200	1950
Cinta Transportadora	Durand-Wayland	2200	1380
Rodamientos	Durand-Wayland	2200	1260
Balanza	Durand-Wayland	2200	1870
Guías o Ejes	Durand-Wayland	2200	850
Volcadores	Aweta	1500	920
DETALLE DE RESULTADOS			
TOTAL PRODUCCIÓN PROGRAMADA		16200	
TOTAL PRODUCCIÓN EFECTUADA		11180	
TOTAL PRODUCCIÓN ADEUDADA		5020	
PORCENTAJE DE RENDIMIENTO		69%	

Fuente: "Unidad de Mantenimiento de Máquinas y Equipos"

La ocurrencia de desperfectos, provoca disminución en las unidades producidas, las cuales a su vez traen como consecuencia pérdidas económicas tales como, aumento de los costos operativos y una reducción de los ingresos, sin mencionar la posibilidad de originar un accidente del que se deriven daños importantes a las personas o al medio ambiente.

Como se había mencionado en más de una oportunidad, el sistema actual de trabajo se basa en la metodología correctiva, dejando de lado la función reactiva, es decir, el cumplimiento de los programas sugeridos por los fabricantes.

Es posible evidenciar lo antes expuesto, en cuanto a frecuencias de fallas mensuales existentes y costos asociados a ello. Esto se indicado en la tabla III.2, representada a continuación.

Tabla III.2: Categorías de Fallas

CATEGORIZACIÓN DE FALLAS RECURRENTE		
TIPOS DE FALLAS	MAQUINA	ENERGÍA DE TRABAJO
Solenoides	Durand-Wayland	Eléctrico
Calibración	Aweta	Eléctrico
Tablero de Selección	Durand-Wayland	Eléctrico
Cinta Transportadora	Durand-Wayland	Mecánico
Rodamientos	Durand-Wayland	Mecánico
Balanza	Durand-Wayland	Mecánico
Guías o Ejes	Durand-Wayland	Mecánico
Volcadores	Aweta	Mecánico

Fuente: “Unidad de Mantenimiento de Máquinas y Equipos”

El Cuadro de Categorización de Fallas Recurrentes, deja de manifiesto que la mayoría de averías existentes se ocasionan por

problemas del tipo mecánico, lo que indica la necesidad de efectuar mantenencias preventivas programadas, centrando la atención en la Máquina Durand-Wayland con 15 años de funcionamiento interrumpido. Como una forma de complementar aún más lo recientemente planteado, en la tabla III.3 se incorporan los registros de detenciones mensuales, con su respectivo referencial de falla, además de su representación gráfica a través de la figura III.1.

Tabla III.3: Registro de Paralizaciones Mensuales

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
FALLAS MECÁNICAS	28	25	28	30	27	26	24	28	30	32	30	34
FALLAS ELÉCTRICAS	16	12	13	14	13	10	13	15	12	14	13	15

Fuente: “Unidad de Mantenimiento de Maquinarias y Equipos”

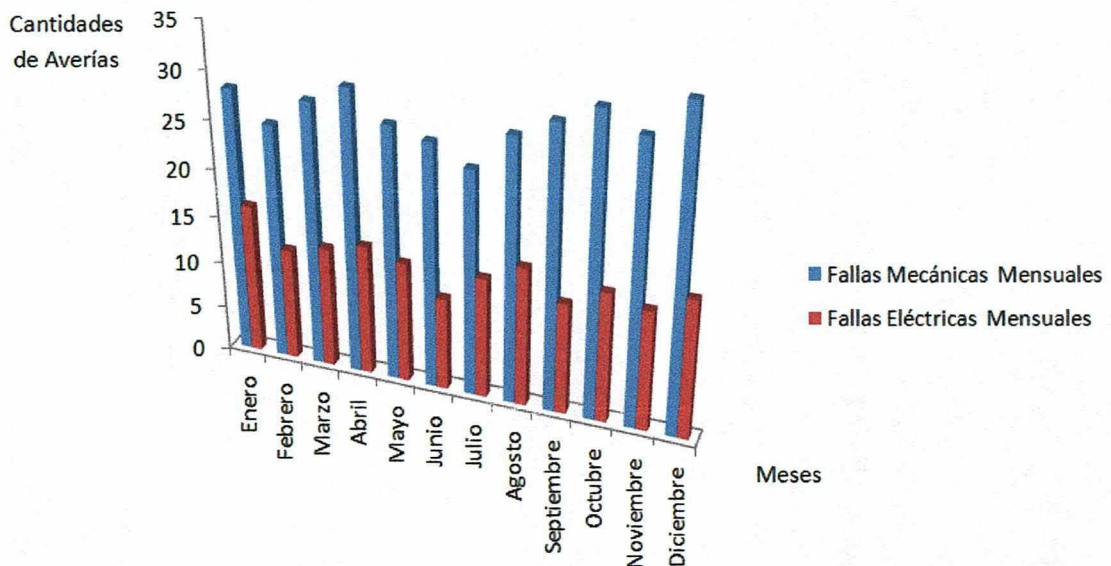


Figura III.1: Paralizaciones Mensuales

Fuente: “Unidad de Mantenimiento de Máquinas y Equipos”

El Departamento de Mantenimiento de Máquinas y Equipos, de a Exportadora Unifrutti Traders Ltda., se ve diariamente expuesto a múltiples complicaciones, producto de las paralizaciones generadas en ambas máquinas productoras. Lo complicado de la situación, es que estos desperfectos se repiten en más de una oportunidad por día.

La tabla III.4 y la figura III.2, muestra el registro de fallas funcionales “aquel fallo que impide al equipo o al sistema analizado cumplir su función” (Garrido, 2003).

Tabla III.4: Registro de Paradas, Semana n° 1 de 2013

Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
0:00							
23:00		X					
22:00		X					
21:00				X			
20:00				X			
19:00							
18:00	X						
17:00	X						
16:00						X	
15:00						X	
14:00			X				
13:00			X				
12:00		X					X
11:00		X					
10:00					X		
9:00					X		
8:00							
7:00	X						
6:00							
5:00							
4:00							
3:00							
2:00							
1:00							

Fuente: “Unidad de Mantenimiento de Máquinas y Equipos”

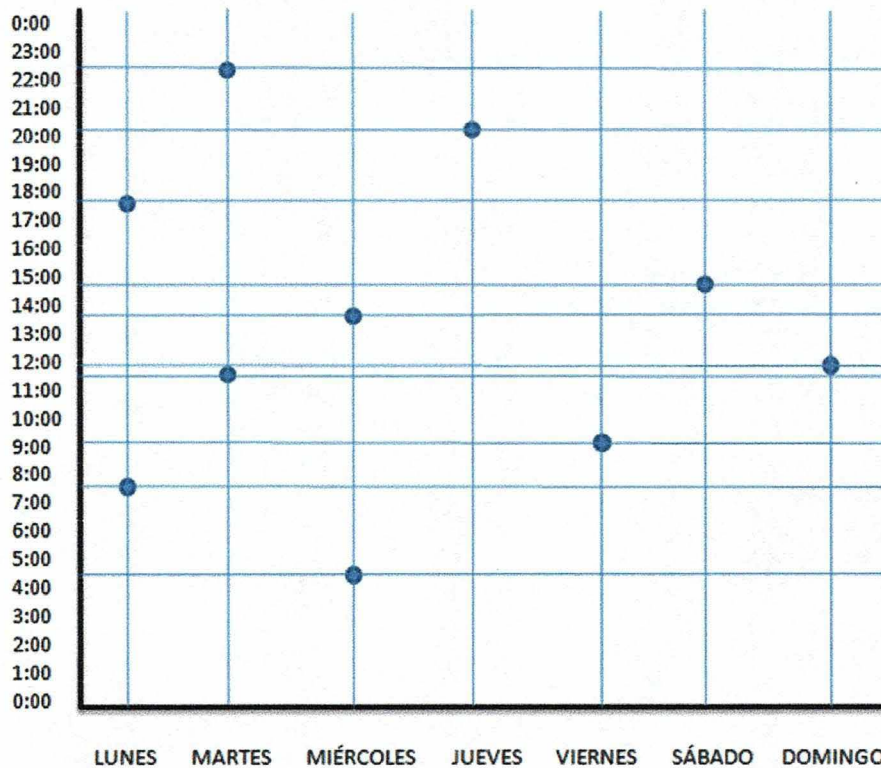


Figura III.2 Paralizaciones, Primera semana del mes de Enero

Fuente: “Unidad de Mantenimiento de Máquinas y Equipos”

El enorme costo implícito en las paradas de la producción, sugiere abrirse a nuevas opciones que permitan que el mantenimiento deba en todo momento lograr la reducción de las averías imprevistas y de los tiempos de reparación, propiciar la prolongación de la vida útil de los componentes y/o equipos, obteniendo los efectos del ahorro de recursos y con ellos reducir los costos de mantenimiento de las instalaciones, contribuyendo a mejorar la calidad de los productos y servicios.

“Una vez las empresas alcanzan la madurez para el manejo real y conceptual de las acciones posibles de mantenimiento, empiezan

a adoptar una estructura para el desarrollo secuencial, lógico y organizado” (Gutiérrez, 2009).

La figura III.3, indica los costos generados a raíz de desperfectos en las máquinas Durand-Wayland y Aweta, los cuales corresponden sólo a repuestos y mano de obra, hasta el mes de Junio de 2013.

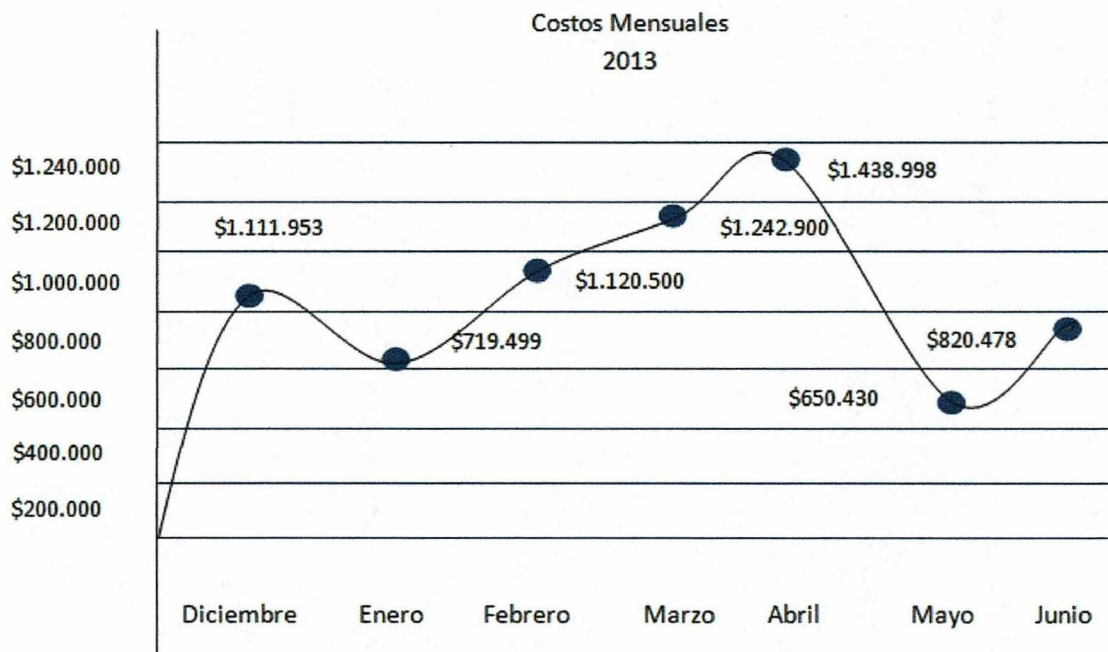


Figura III.3: Costos de Mantención 2013

Fuente: “Departamento de Finanzas”

A modo de conocer de forma más clara, los diversos problemas que afectan el normal funcionamiento del Departamento de Mantención de Máquinas y Equipos, es que se ha decidido utilizar la herramienta grafica denominada Ishikawa o espina de pescado, debido a la simpleza de su comprensión y estructuración. A través de ella será

posible identificar de manera más expedita todos los factores que dificultan el normal funcionamiento de esta área, además de determinar el grado individual de relevancia que estos tienen, en relación de los resultados de desempeño del Departamento en cuestión.

La figura III.4, representa de manera gráfica, lógica y ordenada, las causales que en conjunto generan el problema que afecta al área de Mantenimiento de la exportadora Unifrutti Traders Ltda.

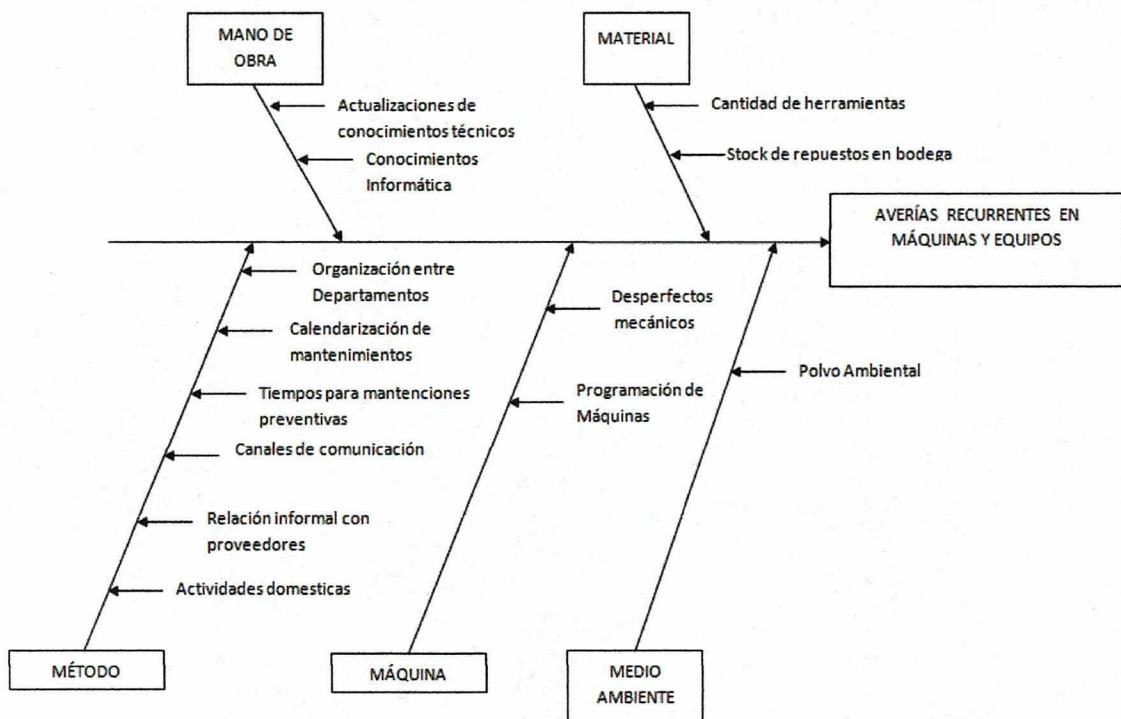


Figura III.4: Diagrama de Ishikawa

Fuente: "Unidad de Mantenimiento de Máquinas y Equipos"

Si bien Ishikawa permite el desglose de todos los factores que en conjunto generan un problema determinado, es necesario comenzar a discriminar el grado de importancia que cada uno posee, para lo cual se aplicará el Diagrama de Pareto. Este a través de una gráfica, posibilitará la organización de datos y asignación prioritaria para cada uno.

En las tablas III.5, III.6, se representa el desarrollo del Diagrama de Pareto, los cual se complementan con la gráfica expuesta a través de la figura III.5.

Tabla III.5: Diagrama de Pareto

TIPOS DE DEFECTOS	DETALLE DEL PROBLEMA	FREC.	FREC. %
Calendarización de Mantenimientos.	No se respetan las fechas destinadas al Mantenimiento.	4	8,2
Desperfectos Mecánicos.	Problemas con Cinta de Transporte, Calibrador, Rodamiento, Solenoides, etc.	5	10,2
Tiempos para mantenciones preventivas.	No se consideran los tiempos necesarios para reparaciones totales.	7	14,3
Programación de Máquinas.	Imposibilidad de ejecutar programaciones de calibración o ajuste de balanzas.	3	6,1
Conocimientos Informáticos.	Imposibilidad de programación de máquinas, por desconocimiento.	3	6,1
Stock de repuestos.	Prolongación del tiempo de reparación, por falta de repuestos a la mano.	5	10,2
Cantidad de Herramientas.	Detención de actividades, hasta la disponibilidad de herramientas	2	4,1
Actualización de conocimientos técnicos.	Retraso en solución de problemas, por ausencia de conocimientos.	5	10,2
Relación formal con proveedores.	Ausencia de cartera de proveedores y compromisos formales	5	10,2
Canales de comunicación.	Escasos reportes por parte de técnicos.	2	4,1
Organización entre Departamentos.	Falta de comunicación entre los diversos Departamentos.	3	6,1
Actividades domésticas.	Reparaciones de enchufes y desperfectos menores en oficinas.	2	4,1
Área de Trabajo desordenada	Acumulación de Pallet, que dificultan el tránsito de grúas.	3	6,1
TOTAL		49	100

Fuente: “Unidad de Mantenimiento de Máquinas y Equipos”

Tabla III.6: Efectos Contribuyentes “Diagrama de Pareto”

TIPO DE ERROR	NÚMERO DE ERROR	NÚMERO DE ERROR ACUMULADO	% TOTAL	% ACUMULADO
C	7	7	14,3%	14,3%
B	5	12	10,2%	24,5%
F	5	17	10,2%	34,7%
H	5	22	10,2%	44,9%
I	5	27	10,2%	55,1%
A	4	31	8,2%	63,3%
D	3	34	6,1%	69,4%
E	3	37	6,1%	75,5%
K	3	40	6,1%	81,6%
M	3	43	6,1%	87,8%
G	2	45	4,1%	91,8%
J	2	47	4,1%	95,9%
L	2	49	4,1%	100%
TOTAL	49	49	100%	

EFECTOS CONTRIBUYENTES	
Calendarización de Mantenimientos.	A
Desperfectos Mecánicos.	B
Tiempos para mantenencias preventiva.	C
Programación de Máquinas.	D
Conocimientos Informáticos.	E
Stock de repuestos.	F
Cantidad de Herramientas.	G
Actualización de conocimientos técnicos.	H
Relación formal con proveedores.	I
Canales de comunicación.	J
Organización entre Departamentos.	K
Actividades domésticas.	L
Área de Trabajo desordenada.	M

Fuente: “Unidad de Mantenimiento de Máquinas y Equipos

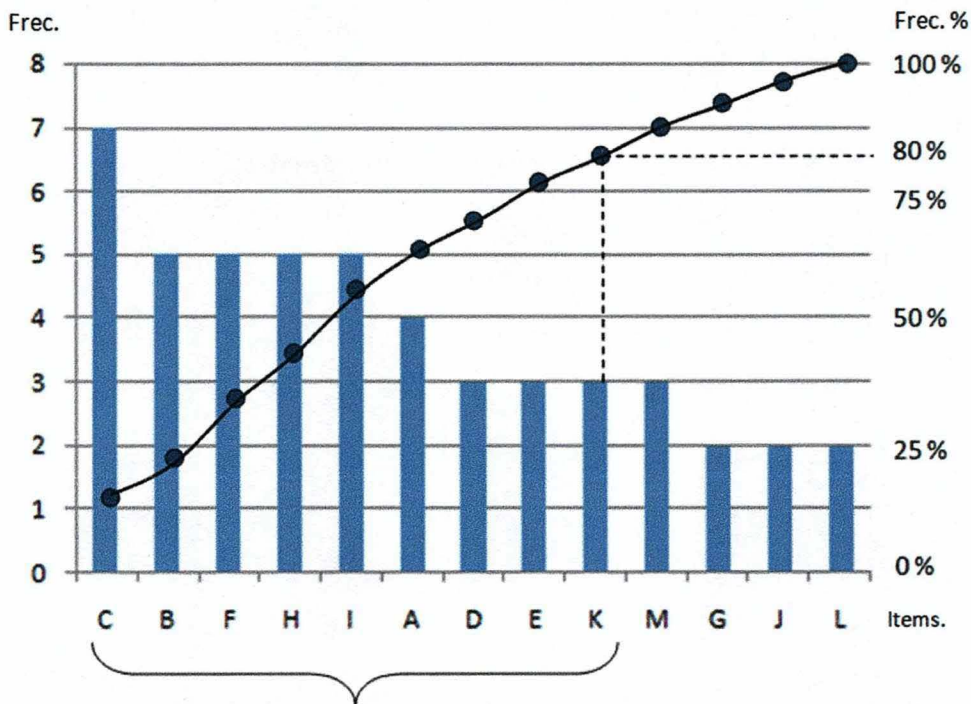


Figura III.5: Gráfico de Pareto

Fuente: “Unidad de Mantenimiento de Máquinas y Equipos”

Después del análisis expresado en la figura III.5, es posible concluir que según el método 80 - 20, las causas identificadas a priorizar son C-B-F-H-I-A-D-E-K, correspondiente a la Método, Máquina, Material y Mano de obra.

III.2 Oportunidades de mejora

A modo ahondar en el análisis efectuado en el punto anterior, es posible identificar oportunidades de mejora, expresadas en la tabla III.2.1.

Tabla III.2.1: Oportunidades de Mejora

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA
Método	Tiempos para mantenencias preventivas.
Máquina	Desperfectos Mecánicos.
Material	Stock de Repuestos.
Mano de Obra	Actualización de conocimientos técnicos.
Método	Relación formal con Proveedores.
Método	Calendarización de Mantenimientos.
Máquina	Programación de Máquinas.
Mano de Obra	Conocimientos Informáticos.
Método	Organización entre departamentos.

Fuente: “Gráfico de Pareto”

IV. INGENIERÍA DEL PROYECTO

Al interior del presente capítulo, se procederá al desarrollo de la propuesta metodológica de solución, a través del uso de herramientas de Ingeniería, como se detalla a continuación:

- **Efectuar revisiones, al funcionamiento actual del área de Mantenimiento de Máquinas y Equipos.**

Para ello fue necesario intervenir en el Departamento de Mantenimiento de Máquinas y Equipos, lugar en el cual se efectuaron visitas de inspección y entrevistas al Jefe del Departamento, responsable del área Eléctricas y Mecánicas respectivamente. Según información recopilada, se pudo detectar la existencia de una serie de problemas menores, los cuales adicionados unos a otros, maximizan significativamente la ausencia de tiempos disponibles para efectuar tareas de mantenimientos.

Como se había mencionado con anterioridad, este tipo de situaciones imposibilitan el cumplimiento de compromisos, aumentando de paso y de manera considerable, los costos por concepto de reparaciones y servicios externalizados, los cuales han sido representados a través de tablas de registros y gráficas de costos incorporados en los capítulos anteriores.

- **Identificar las averías y anomalías más habituales, además de las partes y piezas más requeridas habitualmente para la reparación de máquinas y equipos:**

La Exportadora Unifrutti Traders Ltda., cuenta en la actualidad con dos maquinarias que se utilizan en los procesos de selección de frutas. La primera de ellas y con más de una década de funcionamiento corresponde al modelo "Durand-Wayland", la cual posee componentes alimentados por energía mecánica y eléctrica. Por otra parte, la última adquisición en esta materia corresponde a la máquina modelo "Aweta", en proceso de marcha blanca, la cual si bien cuenta con un 80% de alimentación eléctrica, con un número importante de procedimientos programables, también posee alimentación mecánica, como es el caso del volcador.

Las averías registradas en las papeletas de detenciones semanales, acusan paralizaciones reiteradas en ambas maquinarias, las cuales se repiten en más de una oportunidad por día, hecho respaldado en los capítulos anteriores.

En el caso de la "Durand-Wayland", la problemática se genera debido a dos factores asociados entre sí, los cuales son, falta de tiempo para el reemplazo de todas las piezas defectuosas y el no considerar las especificaciones del fabricante en cuanto a vida útil de refiere. Para ser más específicos al respecto, un buen ejemplo se puede graficar en las fallas de los solenoides, los cuales son reemplazados de manera individual y a medida que dejan de funcionar aún cuando el manual indica que al deterioro de uno de ellos, todos deberán ser reemplazados, pues el tiempo de durabilidad es igual para cada pieza de este tipo

existente en la máquina. La justificación es la ausencia de tiempos, hecho que no escapa de la realidad, pero también apunta a la economía ya que aún cuando exista la posibilidad de efectuar este trabajo, no se cuenta con el número de solenoides necesarios a la mano.

En el caso de la "Aweta", las mayores complicaciones apuntan a la programación de las máquinas, esto debido a que gran parte del funcionamiento depende de ello. La diferencia entre ambas máquinas se encuentra en el hecho que esta última cuenta con sistemas de escaneado, pesaje y detección de anomalías en las frutas, proceso que la "Durand-Wayland" efectúa a través de inspección humana. Es aquí donde la falencia de conocimiento del personal, del área de mantenimiento de máquinas y equipos, juega un papel fundamental ya que parte importante de las paralizaciones se producen por este fenómeno.

- **Determinar los tiempos de detención de máquinas y equipos, a raíz de desperfectos.**

Para determinar los tiempos de detención en la producción, como consecuencia de averías en maquinarias y equipos, se ha recurrido a los registros existentes al respecto. En ellos se puede constatar que si bien son relativos en cuanto a cantidad, estos se repiten a diario y se prolongan en promedio entre una a dos horas.

- **Proponer un método de mantenimiento que asegure la continuidad del desempeño de las funciones, y considere la escasez de tiempo destinado para ello.**

De todas las metodologías existentes, se había presupuestado aplicar RCM (Mantenimiento Basado en la Fiabilidad) o MAFEC (Análisis de Modo de Falla y Elementos Críticos). Si bien este último jerarquiza apropiadamente las fallas existentes, fue desechada principalmente por lo extenso del proceso, lo cual se contrapone con las necesidades de tiempos requeridos por La Exportadora Unifrutti Traders Ltda. MAFEC además presenta grandes probabilidad, que una mejora genere otros problemas secundarios, algo muy propia de esta metodología.

Debido al rubro desempeñado por La Exportadora Unifrutti Traders Ltda., la escasez de tiempos es un tema con el cual debe lidiar a diario la empresa. Por ello se hace necesario contar con una metodología que permita efectuar mantenimientos preventivos y predictivos, a objeto de evitar la paralización de actividades, dejando como última opción el mantenimiento correctivo, que arrastra como consecuencia un sin número de gastos adicionales a lo presupuestado.

Es importante mencionar que el mantenimiento preventivo se puede definir como la programación de actividades de inspección de máquinas y equipos, direccionados al funcionamiento, limpieza y calibración de estos. Por otra parte, el mantenimiento predictivo, se encuentra basado en la determinación del estado de máquinas y equipos en operación, cuyo objetivo se centra en el hecho de que estas den un tipo de aviso antes de que fallen, para posteriormente tomar acciones concretas al respecto.

Tras la búsqueda de posibles metodologías, aplicables a la situación actual de La Exportadora Unifrutti Traders Ltda., se determinó que el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, conocido como RCM, era la opción más recomendada ya que apunta a la adecuada utilización de los tiempos. Como una manera de fundamentar lo expuesto, se ha indagado en experiencias vividas por otras empresas, cuyo rubro imposibilita la paralización de actividades, como es el caso de compañías eléctricas y empresas farmacéuticas.

RCM se utiliza para definir los requerimientos del mantenimiento en su contexto operacional, este método permite asegurar que todo elemento, tales como equipo o maquinarias, desempeñe las funciones deseadas en forma continua.

Es importante indicar que el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, posee ciertas características mencionadas a continuación:

- Considera la fiabilidad inherente o propia del equipo e instalación.
- Asegura la continuidad del desempeño de su función.
- Mantiene la calidad y capacidad productiva.

Como se ha mencionado con anterioridad, este tipo de metodología no conserva la operatividad de máquinas y equipos, pues su labor es garantizar que estos cumplan su función.

Se propone que la aplicación de RCM, para La Exportadora Unifrutti Traders Ltda., se inicie a través de la determinación del estado crítico de los equipos dentro del proceso productivo. Para ello es

necesario calculando el NPR o Número de Prioridad de Riesgos, el cual está dado por la siguiente ecuación IV.1.

$$\mathbf{NPR = F * G} \quad \text{(IV.1)}$$

Donde

F = Frecuencia de paralización

G = Gravedad de la Falla

En su defecto, es posible considerar el valor directo, correspondientes a las oportunidades de mejora, la cual para este caso es de 9.

El valor del NRP, es el determinante a la hora de tomar una decisión. La siguiente tabla muestra un ejemplo de escala de frecuencias para el cálculo respectivo, la cual se elaboró identificando el factor divisor existente en los distintos rangos, aplicado a las 49 fallas ocurridas para este caso.

Tabla IV.1: Escala de Frecuencia para NPR.

RANGO	FRECUENCIA	ESTADO
1	2/49	Remota
2	3/49	Frecuencia muy baja
3	4/49	Frecuencia baja
4	5/49	Ocasional
5	7/49	Moderada
6	14/49	Alta
7	28/49	Muy Alta

Fuente: “Determinación de Estados Críticos de RCM”

Como el valor del NPR, para La Exportadora Unifrutti Traders Ltda., se encuentra dentro de los rangos Moderados y Alto, se recomienda considerar una de las cinco alternativas siguientes:

- Aceptar el riesgo que implica la falla:
Utilizado cuando no resulta recomendable optar por otras opciones, principalmente por factores de costos y frecuencias variables.
- Instalar unidades redundantes:
Consiste en instalar un sistema alterno, el cual se pone en funcionamiento en caso de fallas, (uso sólo temporal).
- Definir actividades de Mantenimiento Preventivo:
Revisiones y ajustes, desarrolladas a una cierta frecuencia, sin dejar de lado el posterior mantenimiento correctivo.
- Programar actividades de Mantenimiento Predictivo:
Utilizado cuando se habla de mantenciones industriales, por ejemplo en análisis de vibraciones.
- Proponer el rediseño del sistema:
Muy utilizados en mantenimientos industriales en general.

Tras los datos analizados, sería prudente rediseñar el sistema actual. Para ello se recomienda poner atención a los resultados arrojados por el diagrama de Ishikawa y a las propuestas de solución planteadas a continuación:

Desarrollo de reuniones comunitarias, entre representantes de los distintos Departamentos vinculados con el Proceso Productivo, a objeto de mejorar la comunicación interna.

Definir mensualmente fechas inamovibles, destinadas al desarrollo de mantenimientos preventivos. Estas deberán ser programadas por representantes del Departamento de Mantenimiento de Máquinas y Equipos y del Departamento de Ventas.

Entrega de recursos al Departamento de Máquinas y Equipos, para la adquisición de herramientas, repuestos y lubricantes más requeridos, los cuales se mantendrán en reserva y serán destinadas a la solución de imprevistos.

Realizar actividades para actualización de conocimientos, programación de maquinarias y capacitación en informática, destinados a los técnicos del Departamento de Máquinas y Equipos.

Acuerdos formales con proveedores, considerando más de una opción para ello.

Implementar un sistema de reportes, al interior del Departamento de Máquinas y Equipos, que impida la duplicidad de actividades.

En líneas generales, para la aplicación de RCM, se debe reflexionar sobre las condiciones operacionales, además de donde y como se utilizará. Por ello, es importante tener en cuenta los resultados producto de la revisión del Departamento de Mantenimiento de

Máquinas y Equipos, los tiempos aproximados de generación entre las averías y el resultado del NPR, entre otras cosas.

En relación a los desperfectos existentes en máquinas y equipos, se recomienda recopilar la información y agrupar en dos categorías, las cuales son tareas de sustitución cíclica y tareas de reacondicionamiento cíclico. La tarea de sustitución cíclica consiste en reemplazar un componente antes de que este alcance su ciclo de vida útil, esto sin importar su condición actual. Este criterio de sustitución, se aplicará básicamente a los sistemas de cinta transportadora, sensores, rodamientos, bombas, mangueras de presión, etc.

Por otra parte, la tarea de reacondicionamiento cíclico, efectúa tareas de restauración, los cuales deben ser aplicados a los sistemas de motores donde el embobinado de transformadores y otros componentes, son intervenidos mediante limpieza, lubricación, etc.

- **Estimar los costos y tiempos destinados para la propuesta:**

De acuerdo a las soluciones planteadas a los problemas existentes en la Exportadora Unifrutti Traders Ltda., se estima necesario considerar los puntos a desarrollar, representados en la tabla IV.2.

Tabla IV.2: Estimación de costos para inversión inicial

DEPARTAMENTO DE DESTINO	ACTIVIDAD	OBJETIVO	CIFRA
Mantenición de Máquinas y Equipos	Adquisición de repuestos y lubricantes.	Reparación de imprevistos anuales.	\$ 2.500.000
Mantenición de Máquinas y Equipos	Adquisición de set de herramientas profesionales.	Cubrir las necesidades del equipo técnico.	\$ 3.500.000
Mantenición de Máquinas y Equipos	Capacitación del personal del área.	Actualización en nuevas tecnologías y programación de máquinas, destinadas a cuatro integrantes del equipo técnico.	\$ 1.800.000
Mantenición de Máquinas y Equipos	Capacitación del personal, en el área Informática.	Generación de reportes, por parte de todo el equipo técnico.	\$ 2.000.000
Mantenición de Máquinas y Equipos	Implementación sistema informático de reporte.	Mejorar la comunicación, al interior del Departamento.	\$ 2.200.000
TOTAL DE INVERSIÓN	\$ 12.000.000		

Fuente: “Determinaciones propias de costo”

Como queda de manifiesto en la tabla anterior, la estimación de costos asociados a la propuesta de mejora, apunta principalmente a cinco aristas. Estas son determinantes dentro del proceso productivo, pues afectan directamente el desempeño de las labores, lo cual trae como consecuencia disminución en la producción, retrasos en las

entregas programadas, tiempo abreviado entre los trabajadores e incremento en los costos, los cuales se transforman en gastos para la empresa.

La existencia de una bodega que albergue un stock mínimo de repuestos y lubricantes, permitiría agilizar la reparación de averías. Por otra parte la adquisición de dos set de herramientas profesionales, posibilitará la disminución de tiempo muerto entre los técnicos, a la espera de la herramienta necesaria.

Gran parte de la problemática que afecta el desempeño del Departamento de Mantenimiento de Máquinas y Equipos, pasa por los procesos de programación de la nueva máquina Aweta. Esta cuenta con un servicio directo en línea con sus fabricantes en Italia, el cual se ve afectado por el cambio de horario existente con nuestro país. La capacitación entonces se hace necesaria, pues a través de ello, es posible reducir las detenciones de producción por este efecto, situación que hasta ahora es bastante recurrente según indicadores incorporados en capítulos anteriores.

Se estima que al menos cuatro técnicos, de un Universo de 23 integrantes del Departamento, debieran ser adiestrados en esta materia. De esta manera se podrá contar siempre con personal capacitado, que cubra los diversos turnos de trabajo.

La capacitación de la totalidad del personal correspondiente al Departamento de Máquinas y Equipos, en materias básicas de informática, permitirá el desarrollo de reportes técnicos en línea, los cuales evitarán la duplicidad de actividades por desconocimiento, reduciendo con ello el desaprovechamiento de recursos materiales y humanos por este concepto. Para ello se hace necesaria la habilitación de al menos dos estaciones de trabajo, con un centro de impresión compartido, y la incorporación de un software básico de reportes.

Considerando los tiempos necesarios de capacitación del personal, la implementación de las estaciones de trabajo, adquisición de software de reportes, compra del set de herramientas, implementación de la bodega para almacenamiento de repuestos y lubricantes, además de la internalización por parte de los diversos Departamentos, en cuanto a considerar y respetar los tiempos asignados al proceso de mantenimiento incorporado en las calendarizaciones de trabajo, se cree que seis meses es tiempo suficiente para la puesta de la marcha blanca, la cual se extenderá por un máximo de dos meses adicionales, para posteriormente formalizar el proceso de cambio. En resumidas cuentas, en un plazo no superior a nueve meses, la propuesta de mejora, debiera estar en funcionamiento formal, arrojando sus primeros indicadores de control.

Si bien la inversión para la puesta en marcha del proceso de mejora, contempla la suma inicial de \$12.000.000 de pesos, existen ciertos costos que deben ser considerados permanentemente, los cuales apuntan al proceso de mejora continua. Entre estos se encuentran aquellos representados en la tabla IV.3.

Tabla IV.3: Estimación de costos por mejora continua

DEPARTAMENTO DE DESTINO	ACTIVIDAD	OBJETIVO	PERIODO DE INVERSIÓN
Mantenimiento de Máquinas y Equipos	Adquisición de repuestos y lubricantes.	Reparación de imprevistos.	Anual
Mantenimiento de Máquinas y Equipos	Adquisición de set de herramientas profesionales.	Cubrir las necesidades del equipo técnico.	Anual
Mantenimiento de Máquinas y Equipos	Capacitación del personal del área.	Actualización en nuevas tecnologías y programación de máquinas y equipos.	Bienal

Fuente: “Determinaciones propias de costo”

Es de suma importancia aclarar que no se han considerados montos referenciales, debido a las modificaciones que el mercado presenta anualmente. Por otra parte se cree importante indicar, que este referente asegura la correcta continuidad de la propuesta de mejora en el tiempo, no excluyendo la posibilidad de incorporar nuevos factores a considerar.

V. CONCLUSIÓN

Conforme a los objetivos planteados, es posible concluir lo siguiente:

Tras revisar el funcionamiento del área de Mantenimiento de Máquinas y Equipos, de la Exportadora Unifruiti Tranders Ltda., se pudo determinar que la situación existente poseía aristas adicionales a la escasez de tiempo, hecho que era considerada como único problema en primera instancia. La ausencia de canales de comunicación al interior del departamento y la falta de formación profesional de sus integrantes entre otras cosas, acrecentaron la problemática y con ello las oportunidades de mejora.

La identificación de averías recurrentes, entrega la posibilidad de enfocar la atención en anomalías específicas, generando con ello la recuperación de tiempos y la adquisición de repuestos de manera anticipada, lo cual permite su pronta reparación.

El determinar los tiempos de detención de cada máquina, por conceptos de reparaciones, entrega la posibilidad de mejorar los procedimientos a fin de minimizar las esperas por este concepto.


Dada la necesidad de contar, al interior de la Exportadora Unifruiti Tranders Ltda., con una metodología que asegure la continuidad del desempeño de las funciones de máquinas y equipos, se indagó en la aplicación de diversas opciones que pudieran aportar a la solución de este problema. Si bien existen algunas como TPM, MAFEC o CMD, se piensa que RCM o Mantenimiento Basado en la Fiabilidad, es la elección

más adecuada, pues adicionalmente al aporte que entrega en esta materia, se diferencia del resto a través del ahorro de costos que brinda. (Hecho fundamentado en experiencias vividas por otras empresas, como Plantas eléctricas y aquellas relacionadas al área Aeronáutica).


La estimación de costos se centra en dos etapas similares, la primera de ellas apunta al proceso de puesta en marcha de la mejora, la cual implica capacitación del personal, implementación de medios que agilicen la comunicación interna, etc. Por otra parte, una vez cumplido el período de prueba, será necesario reinvertir anualmente o cada dos años, en el reemplazo de herramientas, adquisición de repuestos menores que aseguren pronta solución de imprevistos y capacitación en nuevas tecnologías.

Finalmente se pudo determinar que la propuesta de mejora a plantear, debe apuntar a la aplicación de una metodología que genere tiempos suficientes para poner en marcha un sistema de mantenimiento preventivo y predictivo, a la vez de reforzar los conocimientos, habilidades y condiciones de desempeño laboral, de quienes componen el equipo perteneciente al departamento de Mantención de Máquinas y Equipos.

Anexo 3: Formulario de Orden de Trabajo Taller.

	ORDEN DE TRABAJO TALLER SIM 03	O.T. N°										
ÁREA : <input style="width: 200px;" type="text"/>	FECHA RECEPCIÓN : <input style="width: 40px;" type="text"/> <input style="width: 40px;" type="text"/> <input style="width: 40px;" type="text"/>											
MAQUINA : <input style="width: 200px;" type="text"/>	FECHA ENTREGA : <input style="width: 40px;" type="text"/> <input style="width: 40px;" type="text"/> <input style="width: 40px;" type="text"/>											
DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS:												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">SEG / MUESTRA</td> <td style="width: 30%;">SEG / PLANO</td> <td style="width: 40%;">DESARROLLO</td> </tr> </table>	SEG / MUESTRA	SEG / PLANO	DESARROLLO									
SEG / MUESTRA	SEG / PLANO	DESARROLLO										
1.- _____ 2.- _____ 3.- _____ 4.- _____ 5.- _____ 6.- _____ 7.- _____ 8.- _____ 9.- _____ 10.- _____ 11.- _____ 12.- _____												
_____ Vº Bº TALLER	_____ Vº Bº CLIENTE											
USO EXCLUSIVO DEPARTAMENTO DE MANTENCIÓN												
RECURSOS :	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%;">TORNO</th> <th style="width: 25%;">FRESA</th> <th style="width: 25%;">SOLD</th> <th style="width: 25%;">OTROS</th> <th style="width: 20%;">MATERIALES</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		TORNO	FRESA	SOLD	OTROS	MATERIALES					
TORNO	FRESA	SOLD	OTROS	MATERIALES								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">OTROS</td> <td>1.- _____</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.- _____</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3.- _____</td> </tr> </table>	OTROS	1.- _____		2.- _____		3.- _____						
OTROS	1.- _____											
	2.- _____											
	3.- _____											
MATERIALES :	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Nº SOLICITUD</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>FECHA PERDIDA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FECHA ENTREGA</td> <td></td> </tr> </table>		Nº SOLICITUD		FECHA PERDIDA		FECHA ENTREGA					
Nº SOLICITUD												
FECHA PERDIDA												
FECHA ENTREGA												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">TIEMPO ESTIMADO</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>TIEMPO REAL</td> <td></td> </tr> </table>	TIEMPO ESTIMADO		TIEMPO REAL		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">FECHA INICIO</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>FECHA TERMINO</td> <td></td> </tr> </table>		FECHA INICIO		FECHA TERMINO			
TIEMPO ESTIMADO												
TIEMPO REAL												
FECHA INICIO												
FECHA TERMINO												
_____ FECHA Y RECEPCIÓN												

Anexo 4: Formulario de Reporte de Fallas.

	Report de Falla SIM 04	N°		
Uso de Producción / Solicitante				
Maquina Descripción	<input type="text"/>	Sección Centro de Costo	<input type="text"/>	
Operador Nombre	<input type="text"/> N° Ficha	Supervisor	<input type="text"/>	
Evento	Fecha	Hora	Condición Equipo Operativo Detenido	Observación
Generación				
Recepción				
Inicio Ejecución				
Termino				
V° B° Supervisor Mantenición				
Sistema				
Síntoma				
Uso de Mantenición				
Mecánico Asignado	N° 1	N° 2	N° 3	
Eléctrico Asignado	N° 1	N° 2	N° 3	
Causa	<input type="checkbox"/> Mecánica <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Electrónica <input type="checkbox"/> Hidráulica <input type="checkbox"/> Neumática <input type="checkbox"/> Operativa			
Solución				
Observación				
Repuestos Utilizados				
Ítem	Código	Cantidad	Descripción	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
Protocolo Entrega Servicio				
Entregado por:	Fecha	Hora	Firma	Observación
Recibido por:	N° Ficha			
V° B° Supervisor:	N° Ficha			

Anexo 5: Formulario de Salida de Bodega.

		SALIDA DE BODEGA <small>SIM 05</small>											
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">FECHA</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"> </td> </tr> </table>		FECHA		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">FOLIO BODEGA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 1.2em;">00001</td> </tr> </table>		FOLIO BODEGA	00001	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 0.8em;">C.C. CONSUMIDOR</td> <td style="text-align: center; font-size: 0.8em;">C.C. SOLICITANTE</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"> </td> <td style="height: 20px;"> </td> </tr> </table>		C.C. CONSUMIDOR	C.C. SOLICITANTE		
FECHA													
FOLIO BODEGA													
00001													
C.C. CONSUMIDOR	C.C. SOLICITANTE												
ÍTEM	CANT. PEDIDA	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TRANSACCIÓN	CANT. DESPACHADA								
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

Firma Autorizada

Despachador

Recibi Conforme

Anexo 6: Formulario de Solicitud de Compra.



**SOLICITUD DE COMPRA
DEPARTAMENTO DE ADQUISICIONES
SIM 06**

N° _____

FECHA: _____

SECCION: _____

NOMBRE: _____

ITEM	CANT.	DESCRIPCION
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

COTIZACIONES

ITEM			IMPORTANTE
1			C.C.
2			
3			CTA.
4			PRESUPUESTO.
5			ACUM.
6			
7			MES:
8			GASTO:
9			
10			SALDO:

SOLICITANTE

GERENCIA

GLOSARIO

Averías: Daño, rotura o fallo en un mecanismo que impide o perjudica el funcionamiento de una máquina o equipo.

Ciclo de Vida: Plazo de tiempo durante el cual un ítem conserva su capacidad de utilización.

Cmd: Enfoque Sistemático e Integral

Confiabilidad: Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período.

Disponibilidad: Función que permite calcular el porcentaje de tiempo total, que se puede esperar para que un equipo o máquina esté disponible a cumplir con su trabajo.

Factor de utilización: Relación entre el tiempo de operación de un ítem y su tiempo disponible.

Mafec: Análisis de Modo de Falla y Elementos Críticos.

Mantenimiento: Tarea necesaria para que un equipo sea conservado o restaurado, de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada.

Mantenimiento Correctivo: Tarea de reparación de equipos o componentes averiados.

Mantenimiento Predictivo: Tarea de seguimiento del estado y desgaste de piezas o componentes del equipo, prioritarios a través de análisis de síntomas o análisis por evaluación estadística.

Mantenimiento Preventivo: Tarea de inspección, control y conservación de un equipo o componente, con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar averías en el mismo.

Rcm: Mantenimiento Basado en la Fiabilidad.

Tpm: Sistema de Mantenimiento Productivo Total

Ishikawa: Diagrama también llamado de espina de pescado, consiste en una gráfica de línea en el plano horizontal, que representa el problema a analizar

Pareto: Diagrama que facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicosomáticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arata, F. (2005). *Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento*. Santiago: Ril.

Arata, F. (2005). *Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento*. Santiago: Ril.

Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid: Diaz de Santo.

Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión Integral de Mantenimiento*. México: Díaz de Santos.

Gutiérrez, A. M. (2009). *Mantenimiento Planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega.

Gutiérrez, A. M. (2009). *Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control*. México: Alfaomega.

Ministerio del Trabajo. (07 de Noviembre de 1994). *Dirección del Trabajo*. Recuperado el 01 de Diciembre de 2009, de <http://www.dt.gob.cl/1601/w3-propertyvalue-27531.html>

Ministerio del Trabajo. (31 de Julio de 2013). *Portal Institucional Dirección del Trabajo, Gobierno de Chile*. Recuperado el 01 de Agosto de 2013, de <http://www.dt.gob.cl/legislacion/1611/w3-article-95516.html>

Muñoz, M. B. (15 de Octubre de 2007). *Universidad Carlos III de Madrid*. Recuperado el 17 de Agosto de 2013, de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf/view>