

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
FAREM-MATAGALPA**



**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL Y DE
SISTEMAS**

TEMA:

**Evaluación del plan de mantenimiento industrial en el beneficio de café seco
ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A). Matagalpa 2013.**

AUTORES:

Br. Mario Osmar Mairena Suárez.

Br. Héctor Daniel Rojas Caballero.

TUTOR:

Ing. Oscar Danilo Coronado González.

MATAGALPA, JULIO 2014

DEDICATORIA

A Dios por cada día de vida y haberme dado la oportunidad de llegar hasta donde hoy estoy.

A mis padres por su apoyo incondicional.

A cada docente que aportó conocimientos en mi desarrollo como futuro profesional.

Br. Mario Osmar Mairena Suárez.

DEDICATORIA

A Dios el creador de todas las cosas, el que me dio la fortaleza para terminar mi carrera.

A mis Padres, a quien les debo toda mi vida, les agradezco el cariño y su comprensión, quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo que me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

Br. Héctor Daniel Rojas Caballero.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios por enseñarme amor, respeto, humildad y todo aquello importante que haya aprendido, por darme la fuerza para luchar cada día y alcanzar las metas que me he propuesto.

A mis padres, hermanos y amigos quienes han sido la mayor fuente de motivación en el transcurso de mi vida.

A los profesores que han dedicado de su tiempo para transmitir esos conocimientos y experiencias indispensables en la carrera de todo futuro profesional.

A la empresa por permitirnos el desarrollo de la investigación y facilitarnos el tiempo e información necesaria.

Br. Mario Osmar Mairena Suárez.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por haberme dado la vida, salud y la sabiduría para cumplir los propósitos en mi vida.

A mis padres por haberme brindado la oportunidad de estudiar la carrera, por su esfuerzo, dedicación y entera confianza.

A mis profesores, por guiarme por el camino del conocimiento.

A la empresa por su colaboración en el desarrollo de este trabajo monográfico.

Br. Héctor Daniel Rojas Caballero.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE MATAGALPA

VALORACION DEL TUTOR

El presente trabajo monográfico, para optar al título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, con el tema “*Evaluación del plan de mantenimiento industrial en el beneficio de café seco ALSACIA (Invercasa Agropecuaria S.A), Matagalpa 2,013*”, realizado por los bachilleres **Mario Osmar Mairena Suárez y Héctor Daniel Rojas Caballero**, ha significado un arduo trabajo de investigación, aplicando técnicas, procedimientos y métodos científicos, que genero resultados significativos para la empresa donde se realizó el estudio y por lo tanto será de mucha utilidad en la toma de decisiones de las empresas industriales.

Así mismo será de mucha utilidad para los actores locales involucrados en el área de estudio y los profesionales ligados al área de desarrollo empresarial, ya que pone en práctica instrumentos de medición que permitirán evaluar con mayor objetividad el mantenimiento de máquinas y equipos de los beneficios de café seco.

Ante lo expuesto considero que el presente trabajo monográfico cumple con los requisitos teoricos-metodologicos y se apega a los artículos que establece el Reglamento de la Modalidad de Graduación, así como apegándose a la estructura y rigor científico que el nivel de egresado requiere.

Ing. Oscar Danilo Coronado González

Tutor.

RESUMEN

El estudio realizado en el beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A), se llevó a cabo con el fin de conocer el plan de mantenimiento empleado por dicha empresa; evaluando así éste para determinar si es el más adecuado para las máquinas involucradas en el proceso de producción. Para ello se utilizó el historial de averías de cada equipo, logrando así conocer la mantenibilidad y fiabilidad, que a su vez nos permitieron definir el grado de disponibilidad de cada máquina.

La evaluación realizada nos permitió determinar que la disponibilidad de los equipos no está garantizada en su totalidad, lo que genera paros imprevistos en la línea de producción, incurriendo así en pérdidas para la empresa. Por lo que se pudo definir que el plan de mantenimiento utilizado no es el más adecuado para el proceso de producción ya que a pesar de las actividades preventivas ejecutadas, existen paros, los que resuelven implementando el mantenimiento correctivo inmediato, el que es posible ya que la empresa cuenta con un amplio stock de repuestos.

Tomando en cuenta la información procesada del historial de averías de los equipos y la información técnica del dossier para cada una de estas máquinas, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo aplicado a las condiciones actuales de trabajo en la empresa. Dicho plan de mantenimiento es el que a través de este estudio proponemos para optimizar el proceso productivo y maximizar las utilidades del beneficio ALSACIA.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
AGRADECIMIENTOS	IV
VALORACION DEL TUTOR.....	V
RESUMEN	VI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
III. JUSTIFICACIÓN	4
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
4.1 PROBLEMA GENERAL:	5
4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	5
V. OBJETIVOS	6
5.1 OBJETIVO GENERAL:.....	6
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	6
VI. PREGUNTAS DIRECTRICES.....	7
VII. MARCO TEÓRICO.....	8

7.1	PLAN DE MANTENIMIENTO:	8
7.1.1	Definición de Planificación:	8
7.1.2	Definición de Mantenimiento:	9
7.2	HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	10
7.3	ÁREAS DE ACCIÓN DEL MANTENIMIENTO:	12
7.4	TIPOS DE MANTENIMIENTO	13
7.4.1	Mantenimiento Correctivo:	13
7.4.1.1	Mantenimiento Correctivo Inmediato:	14
7.4.1.2	Mantenimiento Correctivo Diferido:	14
7.4.2	Mantenimiento Preventivo:	15
7.4.3	Mantenimiento Predictivo:	16
7.5	VENTAJAS, INCONVENIENTES Y APLICACIONES DE CADA TIPO DE MANTENIMIENTO	17
7.5.1	Mantenimiento Correctivo:	17
7.5.1.1	Ventajas:	17
7.5.1.2	Inconvenientes:	17
7.5.1.3	Aplicaciones:	18
7.5.2	Mantenimiento Preventivo:	18
7.5.2.1	Ventajas:	18
7.5.2.2	Inconvenientes:	18
7.5.2.3	Aplicaciones:	18
7.5.3	Mantenimiento Predictivo:	18
7.5.3.1	Ventajas:	18
7.5.3.2	Inconvenientes:	19
7.5.3.3	Aplicaciones:	19
7.6	NATURALEZA Y CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS	19
7.7	DOSSIER DE LA MÁQUINA	20

7.7.1 Documentos Comerciales	21
7.7.2 Documentos Técnicos.....	21
7.7.3 Fichero Interno	22
7.8 FICHERO HISTÓRICO DE LA MÁQUINA	23
7.9 TIPOS DE REPUESTOS.....	24
7.9.1 Selección de las piezas a mantener en stock	24
7.9.2 Fijar el nivel de existencias	25
7.9.3 Gestión de Stocks	26
7.10 ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO	28
7.10.1 Clasificación e Identificación de Equipos	28
7.10.2 Recopilar información	28
7.10.3 Selección de la Política de Mantenimiento	29
7.10.4 Programa de Mantenimiento Preventivo.....	29
7.10.5 Guía de Mantenimiento Correctivo	30
7.10.6 Organización del mantenimiento.....	30
7.11 PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS	31
7.11.1 Procedimiento de trabajo	31
7.11.2 Tiempos de trabajo	32
7.11.3 Clasificación de los trabajos.....	33
7.12 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	34
7.13 FACTORES O ATRIBUTOS DE IMPORTANCIA EN LOS EQUIPOS O MAQUINARIA.....	35
7.14 DISPONIBILIDAD :.....	36
7.14.1 Fiabilidad:.....	37
7.14.2 Mantenibilidad:.....	37
7.15 CONTROL DE GESTIÓN DE EQUIPOS	39

7.16	FALLOS Y AVERÍAS DE LOS SISTEMAS.....	40
7.17	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE AVERÍAS.....	42
7.18	ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	44
7.18.1	Funciones del personal:.....	44
7.18.2	Número de efectivos:	44
7.18.3	Número de supervisores:.....	45
7.18.4	Funciones de línea y de Staff:.....	45
7.19	COSTOS DE MANTENIMIENTO	46
7.19.1	Los costos directos:	46
7.19.2	Los costos indirectos:	47
7.20	TÉCNICAS APLICADAS EN UN PLAN DE MANTENIMIENTO.....	48
7.20.1	Técnicas de mantenimiento predictivo.....	48
7.20.1.1	Inspección visual:	49
7.20.1.2	Líquidos penetrantes:	49
7.20.1.3	Inspección radiográfica:.....	50
7.20.1.4	Análisis de lubricantes:	50
7.20.1.5	Análisis de vibraciones:	51
7.20.1.6	Medida de la presión:	52
7.20.1.7	Medida de temperatura.....	52
7.20.1.8	Termografía:	54
VIII.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	55
8.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA:.....	55
8.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN:.....	55
8.3	VARIABLES:.....	55
8.4	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN:	55

8.5	PROCESAMIENTO DE DATOS:.....	56
IX.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57
9.1	PROCESO PRODUCTIVO.....	57
9.1.1	Recepción del café:.....	57
9.1.2	Secado:.....	58
9.1.3	Almacenamiento del café seco en bodegas:.....	58
9.1.4	Trillado:	58
9.1.5	Clasificación:.....	58
9.1.6	Almacenamiento del café como producto terminado en bodegas:.....	59
9.2	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA APLICADA:.....	59
9.3	PLAN DE MANTENIMIENTO (BENEFICIO ALSCIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A)	69
9.3.1	Actividades más comunes de mantenimiento (Máquinas)	69
9.3.2	Actividades más comunes de mantenimiento (Instalaciones)	70
9.3.3	Ejecución de las Actividades:.....	75
9.3.4	Stock de Repuestos:	75
9.4	GESTIÓN DE STOCKS PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL	76
9.5	FICHERO HISTÓRICO DE LAS MÁQUINAS.....	78
9.6	HISTORIAL DE AVERÍAS	79
9.7	INFORMACIÓN TÉCNICA DE LAS MÁQUINAS.....	84
9.7.1	Abanico para Elevador Neumático (Ventilador)	84
9.7.2	Trilladora (Tipo APOLO)	86
9.7.3	Elevador de Cangilones	89
9.7.4	Clasificadora Densimétrica (Tipo OLIVER)	91
9.7.5	Banda de Transporte	95

9.8	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO (MÁQUINAS)	97
9.8.1	Maquina 1: Abanico para elevador neumático (Ventilador).....	97
9.8.2	Maquina 2: Trilladora (Tipo APOLO).....	98
9.8.3	Maquina 3: Elevador de Cangilones.	99
9.8.4	Maquina 4: Clasificadora Densimétricas (Tipo OLIVER).....	100
9.8.5	Maquina 5: Banda de Transporte (Transportadora).	101
9.9	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO (INSTALACIONES).....	102
9.10	GESTIÓN DE STOCKS PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO	109
9.11	HISTORIAL DE AVERÍAS	112
9.12	DISPONIBILIDAD POR MÁQUINA	115
9.13	REDUCCIÓN PÉRDIDAS.....	117
9.14	PRESUPUESTO PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO.....	119
9.15	MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	123
X.	CONCLUSIÓN	126
XI.	RECOMENDACIONES	127
XII.	BIBLIOGRAFÍA	128

ANEXOS

ANEXO N° 1: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

ANEXO N° 2: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

ANEXO N° 3: FICHA DE MANTENIMIENTO.

ANEXO N° 4: ENCUESTA.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	10
FIGURA 2: GENERACIONES DE LA EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	12
FIGURA 3: TIPOS DE MANTENIMIENTO	17
FIGURA 4: CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	20
FIGURA 5: ORGANIZACIÓN DE EQUIPOS.....	28
FIGURA 6: EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	34
FIGURA 7: FALLOS-AVERÍAS	42
FIGURA 8: ORGANIGRAMA DE JERARQUÍA	46
FIGURA 9: VENTILADOR	84
FIGURA 10: TRILLADORA	87
FIGURA 11: ELEVADOR DE CANGILONES	90
FIGURA 12: CLASIFICADORA DENSIMÉTRICA	92
FIGURA 13: VISTAS FRONTAL Y LATERAL	94
FIGURA 14: BANDA DE TRANSPORTE	96

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A) el que se ubica en la comarca Waswalí Abajo, kilómetro 124 carretera Managua Matagalpa.

El objetivo de llevar a cabo dicho estudio es evaluar el tipo de mantenimiento que se emplea actualmente en el beneficio, determinando así si es éste el más adecuado para la línea de producción o procesamiento del rubro café. Para ello utilizaremos herramientas como: Observación directa, encuestas relacionadas con el desempeño de las máquinas al personal operario de las mismas, así también al personal encargado del mantenimiento; además de información técnica obtenida de los manuales del fabricante y fichas de mantenimiento de cada equipo relacionado con el proceso productivo del café.

La importancia de realizar este tipo de estudio radica en asegurar el funcionamiento adecuado y disponibilidad de las máquinas en las líneas de producción, lo que podemos lograr solo aplicando el mantenimiento indicado para cada máquina; es por tal razón que la planificación de éste es necesaria para lograr su adecuada ejecución. La elaboración de un buen plan de mantenimiento permitirá minimizar en gran manera los paros imprevistos logrando así incrementar la productividad y vida útil de la maquinaria involucrada en dicho proceso.

II. ANTECEDENTES

El mantenimiento ha sido una de las funciones más importante en la historia de la humanidad diseñada para la solución de problemas de cualquier condición, donde el máximo influyente ha sido el hombre, con el objetivo de maximizar las utilidades y minimizar los costos (Dounce Villanueva, 2009).

Un análisis retrospectivo de la situación industrial mundial demuestra que la tecnología sigue avanzando en forma impresionante desde el principio de la revolución industrial caracterizada por escasas y voluminosas máquinas, utilizadas en las industrias de hilados, mineras y de transporte, basados en principios puramente mecánicos hasta nuestros días (Dounce Villanueva, 2009).

Actualmente estudiantes de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN MANAGUA), realizaron estudios sobre el diagnóstico de mantenimiento en el área de Conversión de la empresa Plásticos YANBER, S. A, con el objetivo mejorar la eficiencia en la línea de producción. Se elaboró también una propuesta de plan de mantenimiento preventivo planificado para el Taller Hermanos Rodríguez, el que ayudará a disminuir los paros imprevistos e incrementará la vida útil de los equipos. Estos y otros estudios que se han llevado a cabo por diferentes universidades, buscando lograr un desarrollo en el sector industrial del país, el que a su vez representa un considerable incremento en la economía.

Hoy en día el mantenimiento es una actividad indispensable para asegurar el funcionamiento de las máquinas en las líneas de producción. Por lo que la planificación de éste es necesaria para lograr su adecuada ejecución. La elaboración de un buen plan de mantenimiento permitirá minimizar en gran manera los paros imprevistos logrando así incrementar la productividad y vida útil de la maquinaria involucrada en el proceso productivo.

Por lo que en este trabajo evaluaremos el tipo de mantenimiento empleado y tomando en cuenta la información obtenida y conclusiones realizadas propondremos el plan de mantenimiento más óptimo aplicado a las condiciones reales en el beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A).

Las razones de darle mantenimiento al beneficio Seco de café obedecen a la creciente mecanización de las unidades de procesamiento, demandando un mayor uso de repuestos de la maquinaria y equipo. Asimismo, de la necesidad de controles más estrictos del proceso de producción, tiempos de entrega cada vez más cortos, exigencias de buena calidad del producto y costos altos de operación (Soto, 2010).

Un buen servicio de conservación de instalaciones, máquinas y equipo, busca reducir las suspensiones de trabajo y lograr una efectiva utilización del recurso humano para obtener un menor costo, por lo que se debe diseñar un plan de mantenimiento basado en el diagnóstico del beneficio, que debe hacerse al inicio de cada periodo de cosecha (Soto, 2010).

III. JUSTIFICACIÓN

La economía de Nicaragua se fundamenta en la producción y exportación del café oro a diferentes mercados internacionales. Por tanto cada una de las máquinas involucradas en el proceso productivo de este rubro desempeña un papel de gran importancia.

En todo proceso productivo se suelen presentar paros imprevistos, a causa de la falta de un adecuado plan de mantenimiento, por lo que en este estudio propondremos un plan que minimice dichos paros y maximice la disponibilidad de los equipos.

La importancia de esta investigación radica en que se brindará al beneficio ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A), un plan de mantenimiento a través del cual se garantice información de la mantenibilidad y fiabilidad de los equipos, lo que a su vez permitirá una reducción en paros y en pérdidas.

Este trabajo servirá también como bibliografía a las futuras líneas de investigación en cuanto a temas relacionados a mantenimiento industrial, aportando así a la sociedad, estudiantes y universidad en general un conocimiento más profundo como base para la realización de actividades de mantenimiento a empresas del mismo ramo en la región.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La eficiencia de todo proceso productivo depende de un buen plan de mantenimiento, el que permite la disminución de paros imprevistos logrando así obtener un mayor grado de productividad, por lo que en este trabajo plantearemos un plan de mantenimiento que pueda garantizar el funcionamiento adecuado de la maquinaria involucrada en el proceso productivo del rubro café.

En la actualidad el beneficio de café seco ALSACIA, es una de las muchas empresas que atraviesa este tipo de problemas, referentes a los paros imprevistos en el proceso de producción.

4.1 PROBLEMA GENERAL:

¿Qué tipo de mantenimiento se debe emplear en el beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A) para disminuir los paros imprevistos en el proceso productivo del café?

4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

¿Qué tipo de mantenimiento se utiliza actualmente en el beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A)?

¿Qué factores intervienen en el mantenimiento de la maquinaria involucrada en el proceso productivo del café en el beneficio ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A)?

¿Cuáles son los elementos necesarios para diseñar un plan de mantenimiento que se aplique adecuadamente a la maquinaria involucrada en el proceso productivo del café?

V. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el Plan de mantenimiento industrial en el beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A). Matagalpa 2013.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Describir el plan de mantenimiento utilizado actualmente en el beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A).
- Determinar los factores que intervienen en el mantenimiento de la maquinaria involucrada en el proceso productivo del café.
- Proponer un plan de mantenimiento que minimice los paros imprevistos en el proceso productivo del café en el beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A).

VI. PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Qué tipo de mantenimiento se utiliza actualmente en el beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A)?
- ¿Qué factores intervienen en el mantenimiento de la maquinaria involucrada en el proceso productivo del café en el beneficio ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A)?
- ¿Cuáles serían los elementos necesarios para diseñar un plan de mantenimiento que se aplique adecuadamente a la maquinaria involucrada en el proceso productivo del café?

VII. MARCO TEÓRICO

7.1 PLAN DE MANTENIMIENTO:

El plan de mantenimiento, es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los equipos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con el objetivo de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, definiendo así las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad (Dounce Villanueva, 2009).

Un plan de mantenimiento nos ayudará por tanto a resolver inconvenientes o averías comunes que suelen presentarse en todo proceso productivo, a través del uso de herramientas como la observación, información recopilada (historial de fallas o averías) e información obtenida del fabricante (dossier de la máquina). La aplicación de un plan de mantenimiento es en síntesis un estricto control del uso que se dará a los recursos de que dispone una empresa.

El beneficio de café seco ALCSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A, dispone de una serie de actividades periódicas encaminadas a resolver las fallas o averías más comunes que suelen presentarse durante el proceso de trabajo aplicado al rubro café. Estas actividades aseguran la disponibilidad de los equipos y se pueden considerar como un plan aplicado a las condiciones de la empresa.

7.1.1 Definición de Planificación:

Se conoce como planificación o estrategia a las acciones realizadas en cualquier momento para obtener resultados futuros. Todo lo enfocado hacia resultados futuros y que ocupan nuestro tiempo actual es una función estratégica o planificación. Estas actividades son propias de la dirección de la empresa y se relacionan con el proceso administrativo donde su herramienta más importante es la planificación (Dounce Villanueva, 2009).

La planificación es sumamente importante en toda actividad a realizar para lograr un objetivo. Mediante la implementación de este tipo de estrategias podemos visualizar a manera de proyección los posibles escenarios que se pueden presentar en un proceso y tomar la mejor decisión acorde al evento que se suscite.

Es por tal razón que toda empresa debe de contar con un plan ante posibles emergencias que de alguna manera afecten el estado normal del proceso de trabajo establecido.

7.1.2 Definición de Mantenimiento:

Se entiende por Mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo (Dounce Villanueva, 2009).

Conforme con la anterior definición se deducen distintas actividades:

- Prevenir y/o corregir averías.
- Cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones.
- Aspecto económico (costes).

Mantenimiento es un término común tanto en el ámbito laboral como en lo cotidiano. La implementación de este tipo actividades es indispensable para el funcionamiento adecuado de cualquier equipo o maquinaria; por lo que su aplicación debe de ser planificada.

En las instalaciones del beneficio ALSACIA, se cuenta con un personal encargado del mantenimiento tanto para equipos técnicos (línea de producción) como para equipos auxiliares (instalaciones). Los que suelen ejecutar una serie de actividades para controlar y asegurar el adecuado funcionamiento del proceso productivo del rubro café.

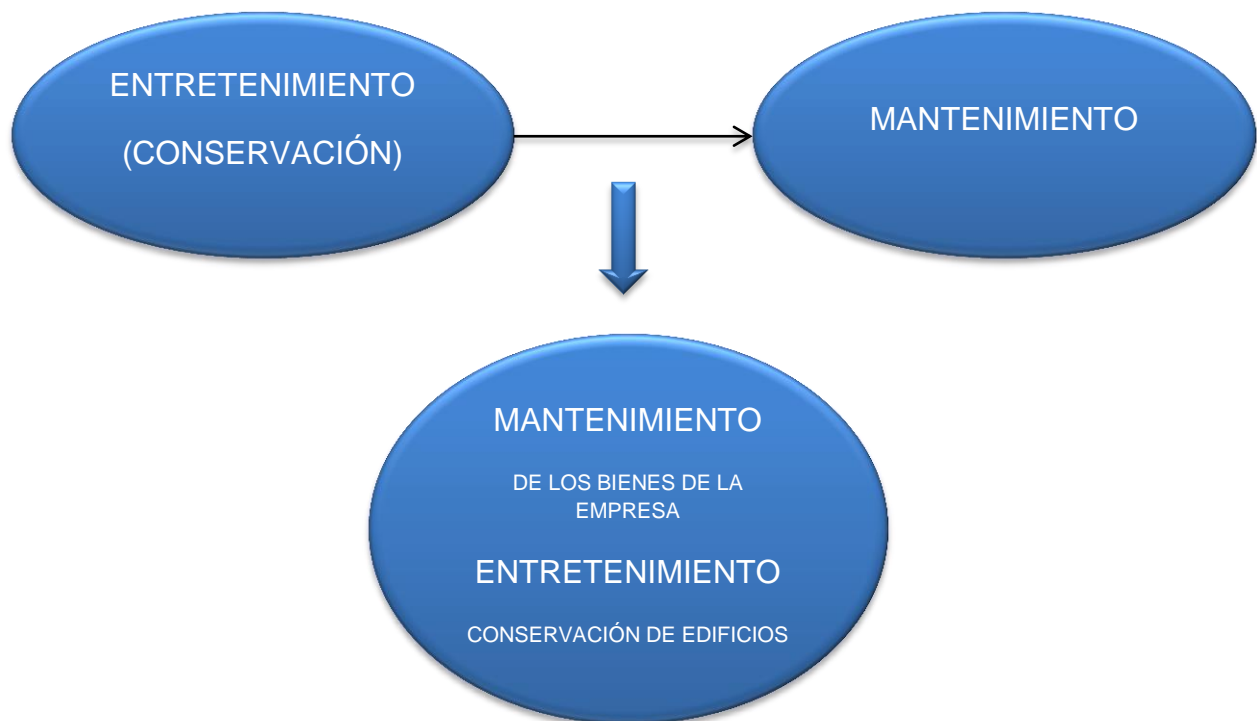
7.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

El término "mantenimiento" se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU.

En Francia se fue imponiendo progresivamente el término "entretenimiento".

El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción (ENTRETENIMIENTO) hasta la concepción actual del MANTENIMIENTO con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global (Díaz Navarro, 2004).

FIGURA 1: EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO



(Díaz Navarro, 2004)

En cualquier caso podemos distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento:

1ª Generación: La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la segunda Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El Mantenimiento que se ocupa sólo de arreglar las averías. Es el Mantenimiento Correctivo.

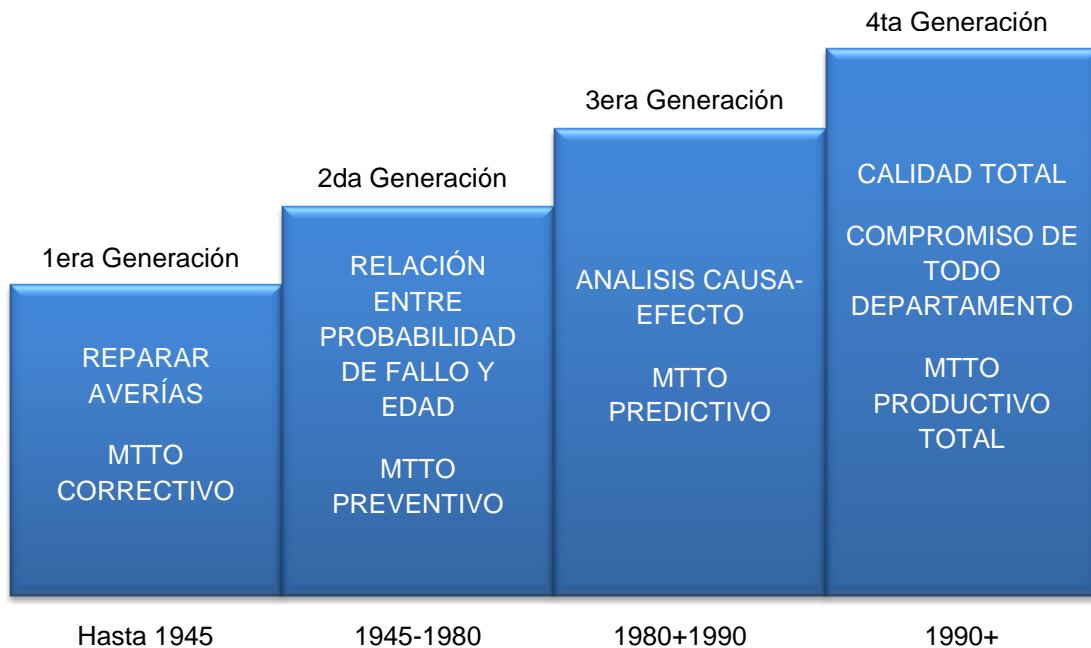
2ª Generación: Entre la segunda Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. Se comienza a hacer sustituciones preventivas. Es el Mantenimiento Preventivo.

3ª Generación: Surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios CAUSA-EFECTO para averiguar el origen de los problemas. Es el Mantenimiento Predictivo o detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe a Producción en las tareas de detección de fallos.

4ª Generación: Aparece en los primeros años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como "mal necesario". La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste (Díaz Navarro, 2004).

Con el paso del tiempo se han logrado implementar nuevas técnicas de trabajo así como también el uso de herramientas y equipos más sofisticados que permiten garantizar en mayor proporción la eficiencia en los procesos productivos. Es por eso que hoy en día toda empresa cuenta con una mayor capacidad de control de procesos y mantenimiento de equipos.

FIGURA 2: GENERACIONES DE LA EVOLUCIÓN DEL
MANTENIMIENTO



(Díaz Navarro, 2004)

7.3 ÁREAS DE ACCIÓN DEL MANTENIMIENTO:

De lo dicho hasta aquí se deducen las tareas de las que un servicio de mantenimiento, según el contexto, puede ser responsable:

- Mantenimiento de equipos.
- Realización de mejoras técnicas.
- Colaboración en las nuevas instalaciones: especificación, recepción y puesta en marcha.
- Ayudas a fabricación (cambios de formato, proceso, etc.).
- Aprovisionamiento de útiles y herramientas, repuestos y servicios (subcontratación).
- Participar y promover la mejora continua y la formación del personal.
- Mantener la seguridad de las instalaciones a un nivel de riesgo aceptable.

- Mantenimientos generales (Jardinería, limpiezas, vehículos, etc.).

Todo ello supone establecer:

- La política de mantenimiento a aplicar
- Tipo de mantenimiento a efectuar.
- Nivel preventivo a aplicar.
- Los recursos humanos necesarios y su estructuración
- El nivel de subcontratación y tipos de trabajos a subcontratar.
- La política de stocks de repuestos a aplicar.

De lo que se deduce la formación polivalente requerida para el técnico de mantenimiento (Díaz Navarro, 2004).

En toda empresa cuya aplicación del mantenimiento es planificada se destinan actividades específicas para cada área, se determinan los recursos de que dispone la empresa para la ejecución del mantenimiento, así también los proveedores de estos recursos. Se asigna al personal para cada área y/o actividades y el tiempo a utilizar para su ejecución.

En las instalaciones del beneficio ALSACIA, existe un personal asignado específicamente para actividades de mantenimiento, se cuenta también con un stock de repuestos y un listado en detalle de los proveedores de consumibles y personal de subcontratación para labores más específicas del área de mantenimiento.

7.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Podemos clasificar los diferentes tipos de mantenimiento como;

7.4.1 Mantenimiento Correctivo:

Consiste en reparar la avería una vez que se ha producido. Por lo general, cuando se realiza este mantenimiento el proceso de fabricación está parado, por tanto la producción disminuye y los costes aumentan.

Es muy impredecible conocer el tiempo de reparación así como el gasto que deriva de la avería ya que se presenta de forma imprevista originando trastornos en la línea de trabajo (Dounce Villanueva, 2009).

Su ámbito de aplicación por tanto corresponde a activos con bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen gran problema temporal ni económico. Suele ser rentable en equipos puntuales donde otras técnicas de mantenimiento resultarían más costosas (Dounce Villanueva, 2009).

Este tipo de mantenimiento es el que suele usarse más en las empresas cuyos paros imprevistos no representa un elevado costo de reparación de equipos y no afectan directamente la producción.

Este tipo de mantenimiento se ha empleado y se emplea actualmente en el beneficio ALSACIA cuando las actividades preventivas no son suficientes para evitar las fallas o averías, recurriendo así actividades correctivas aplicadas en el momento del siniestro.

A la vez el mantenimiento correctivo también puede subdividirse en dos tipos según su aplicación.

7.4.1.1 Mantenimiento Correctivo Inmediato:

Es el que se realiza inmediatamente de percibir la avería y defecto, con los medios disponibles, destinados a ese fin.

7.4.1.2 Mantenimiento Correctivo Diferido:

Al producirse la avería o defecto, se produce un paro de la instalación o equipamiento del que se trate, para posteriormente afrontar la reparación, solicitándose los medios para ese fin.

7.4.2 Mantenimiento Preventivo:

Este mantenimiento está planificado en el tiempo y su objetivo es evitar que se produzca la avería. A diferencia del anterior, no es necesario realizarlo en tiempo de producción y por tanto es planificado en tiempos libres de fábrica (Dounce Villanueva, 2009).

Lo que se pretende con este tipo de mantenimiento es reducir el número de intervenciones correctivas, realizando tareas de revisión periódicas y sustitución de componentes gastados.

Es un tipo de mantenimiento exigente, pues requiere de una disciplina estricta de supervisión y elaboración de un plan preventivo a cumplir por personal especializado. Además, al estar formado por tareas rutinarias, puede provocar falta de motivación en el personal encargado y si no se realiza correctamente, puede llegar a suponer un sobrecoste sin mejoras notables en productividad.

Por el contrario, el realizarlo correctamente supone el conocer perfectamente la máquina con la que se trabaja, lo que permite realizar estudios de fiabilidad óptimos y reducir las intervenciones correctivas a nuestros activos (Dounce Villanueva, 2009).

Este mantenimiento es el más utilizado en general, puesto que además de garantizar el funcionamiento de los equipos, su aplicación no genera un costo excesivo, es decir, que el resultado de utilizarlo compensa el costo de su ejecución. La aplicación de este mantenimiento incrementa también la vida útil de los equipos o maquinarias como resultado de las constantes intervenciones que se hacen y en su mayoría superficiales.

En el beneficio de café seco ALSACIA se utiliza este tipo de mantenimiento a través de actividades rutinarias a cargo de un personal destinado para este tipo de funciones. Sin embargo no se lleva hasta el grado de estricto cumplimiento, por lo que su resultado no siempre es el esperado, recurriendo en ocasiones obligatoriamente al mantenimiento correctivo.

7.4.3 Mantenimiento Predictivo:

Al igual que el preventivo, este mantenimiento consiste en anteponerse a la avería. La diferencia es que se basa en la aplicación de herramientas o técnicas de detección de los diferentes elementos medibles de anticipación al fallo, como por ejemplo el desgaste. Su objetivo es realizar el mantenimiento justo en el momento preciso (Dounce Villanueva, 2009).

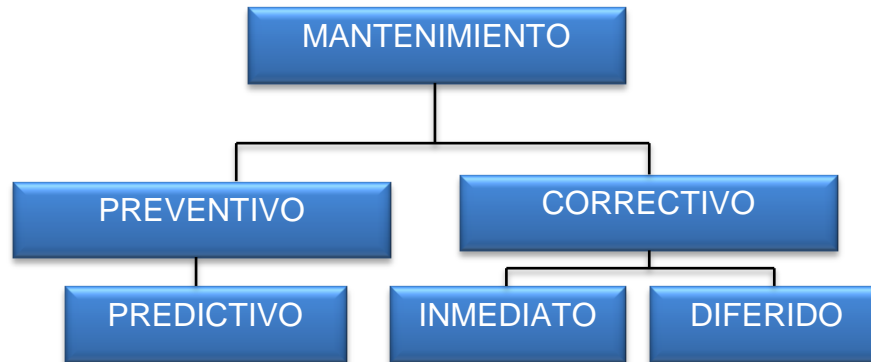
Para poder realizarlo es necesario disponer de tecnología basada en indicadores que sean capaces de medir las variables que marquen la intervención a la máquina, así como personal preparado en la interpretación de los datos (Dounce Villanueva, 2009).

Este mantenimiento es una continuación del mantenimiento preventivo, es decir que todo lo que se lleva a cabo en el mantenimiento preventivo, también se realiza en el predictivo, solo que a un nivel más avanzado utilizando más y mejores herramientas, instrumentos y equipos de trabajo; además de exigir un mayor grado de capacitación a los encargados de su aplicación. Este mantenimiento es también más costoso por lo que no todas las empresas pueden darse el lujo de utilizarlo o aplicarlo a sus instalaciones.

Este tipo de mantenimiento no se aplica en el beneficio ALSACIA, ya que no se cuenta con los equipos adecuados para su ejecución, así como por la falta de experiencia en la utilización de herramientas e instrumentos propios de este tipo de mantenimiento.

Los distintos tipos de Mantenimiento que hasta ahora hemos mencionado quedan resumidos en la siguiente figura:

FIGURA 3: TIPOS DE MANTENIMIENTO



(Dounce Villanueva, 2009)

7.5 VENTAJAS, INCONVENIENTES Y APLICACIONES DE CADA TIPO DE MANTENIMIENTO

7.5.1 Mantenimiento Correctivo:

7.5.1.1 Ventajas:

- No se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis.
- Máximo aprovechamiento de la vida útil de los equipos.

7.5.1.2 Inconvenientes:

- Las averías se presentan en forma imprevista lo que origina trastornos a la producción.
- Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir, lo que implica la necesidad de un “STOCK” de repuestos importantes.
- Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar.

7.5.1.3 Aplicaciones:

- Cuando el coste total de las paradas ocasionadas sea menor que el coste total de las acciones preventivas.
- Esto sólo se da en sistemas secundarios cuyas averías no afectan de forma importante a la producción.
- Estadísticamente resulta ser el aplicado en mayor proporción en la mayoría de las industrias.

7.5.2 Mantenimiento Preventivo:

7.5.2.1 Ventajas:

- Importante reducción de paradas imprevistas en los equipos.
- Solo es adecuado cuando, por la naturaleza del equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida.

7.5.2.2 Inconvenientes:

- No se aprovecha la vida útil completa del equipo.
- Aumenta el gasto y disminuye la disponibilidad si no se elige convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas.

7.5.2.3 Aplicaciones:

- Equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste seguro.
- Equipos cuya relación fallo-duración de vida es bien conocida.

7.5.3 Mantenimiento Predictivo:

7.5.3.1 Ventajas:

- Determinación óptima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo.
- Ejecución sin interrumpir el funcionamiento normal de equipos e instalaciones.
- Mejora el conocimiento y el control del estado de los equipos.

7.5.3.2 Inconvenientes:

- Requiere personal mejor formado e instrumentación de análisis costosa.
- No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de vigilancia.
- Se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.

7.5.3.3 Aplicaciones:

- Maquinaria rotativa.
- Motores eléctricos.
- Equipos estáticos.
- Instalación eléctrica.
- Instrumentación.

7.6 NATURALEZA Y CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Lo primero que debe tener claro el responsable de mantenimiento es el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener. El resultado es un listado de activos físicos de naturaleza muy diversa y que dependerá del tipo de industria (Niebel, 2004)

El clasificar los diferentes tipos de equipos es indispensable tanto para la debida aplicación del mantenimiento como para contar con el control de los recursos de que dispone la empresa.

Por tanto toda empresa debe contar con un listado en detalle de las máquinas, el que deberá reflejar: dimensiones, capacidad, consumibles y otras características que permitan determinar el grupo al que el equipo deberá pertenecer.

Una posible clasificación de todos éstos activos se ofrece en la siguiente figura:

FIGURA 4: CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS



(Dounce Villanueva, 2009)

7.7 DOSSIER DE LA MÁQUINA

También llamado dossier técnico o dossier de mantenimiento.

Comprende toda la documentación que permite el conocimiento exhaustivo de los equipos:

- Dossier del fabricante (planos, manuales, documentos de pruebas, etc.)
- Fichero interno de la máquina (Inspecciones periódicas, reglamentarias, histórico de intervenciones, etcétera (Dounce Villanueva, 2009).

El alcance hay que definirlo en cada caso en función de las necesidades concretas y de la criticidad de cada equipo.

Con carácter general se distinguen tres tipos de documentos:

7.7.1 Documentos Comerciales

Son los utilizados para su adquisición:

- Oferta.
- Pedido.
- Bono de Recepción.
- Referencias servicio post-venta: distribuidor, representante.

7.7.2 Documentos Técnicos

Son suministrados por el fabricante y que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento:

- Características de la máquina.
- Condiciones de servicio especificadas.
- Lista de repuestos. (Intercambiabilidad)
- Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos...
- Dimensiones y tolerancias de ajuste.
- Instrucciones de montaje.
- Instrucciones de funcionamiento.
- Normas de seguridad.
- Instrucciones de mantenimiento.

- Lubricantes.
- Diagnóstico de averías.
- Instrucciones de reparación.
- Inspecciones, revisiones periódicas.
- Lista de útiles específicos.
- Referencias de piezas y repuestos recomendados.

Gran parte de esta documentación, imprescindible para ejecutar un buen mantenimiento, es exigible legalmente (Reglamento de Seguridad en Máquinas) (Dounce Villanueva, 2009).

Este tipo de documentos son indispensables para la aplicación de cualquier tipo de mantenimiento, puesto que en ellos encontramos la información más importante para cualquier equipo; instrucciones de uso, características específicas, instrucciones de reparación, etc.

El beneficio de café seco ALSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A, dispone de los documentos técnicos de la mayoría de los equipos con los que cuenta en la línea de producción. Lo que facilita en gran manera la adecuada ejecución del mantenimiento sugerido para las máquinas.

7.7.3 Fichero Interno

Formado por los documentos generados a lo largo de la vida del equipo.

Se debe definir cuidadosamente la información útil necesaria. No debe ser ni demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable:

- Codificación.
- Condiciones de trabajo reales.
- Modificaciones efectuadas y planos actualizados.
- Procedimientos de reparación.
- Fichero histórico de la máquina.

7.8 FICHERO HISTÓRICO DE LA MÁQUINA

Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la máquina desde su puesta en servicio. Su explotación posterior es lo que justifica su existencia y condiciona su contenido.

Se deben recoger todas las intervenciones correctivas y de las preventivas, las que lo sean por imperativo legales así como calibraciones o verificaciones de instrumentos incluidos en el plan de calibración (Manual de Calidad) (Díaz Navarro, 2004). A título de ejemplo:

- Fecha y número de OT (Orden de Trabajo).
- Tipo de fallo (Normalizar y codificar)
- Número de horas de trabajo.
- Tiempo fuera de servicio.
- Datos de la intervención:
 - Síntomas.
 - Defectos encontrados.
 - Corrección efectuada.
 - Recomendaciones para evitar su repetición.

Con estos datos será posible realizar los siguientes análisis:

- a) Análisis de fiabilidad: Cálculos de la tasa de fallos (MTBF), etc.
- b) Análisis de disponibilidad: Cálculos de mantenibilidad, fiabilidad y sus posibles mejoras.
- c) Análisis de mejora de métodos: Selección de puntos débiles.
- d) Análisis de repuestos: Datos de consumos y nivel de existencias óptimo, selección de repuestos a mantener en stock.
- e) Análisis de la política de mantenimiento:
 - Máquinas con mayor número de averías.
 - Máquinas con mayor importe de averías.
 - Tipos de fallos más frecuentes.

El análisis de estos datos nos permite establecer objetivos de mejora y diseñar el método de mantenimiento (correctivo - preventivo - predictivo) más adecuado para cada máquina (Díaz Navarro, 2004).

Este es el documento con que debe de contar toda área o departamento de mantenimiento en una empresa, puesto que en este documento encontraremos la información pertinente en cuanto la vida de funcionamiento del equipo y posteriormente se podrá realizar el tipo de mantenimiento más conveniente u adecuado según la información de dicho documento.

Actualmente existen algunos documentos de este tipo en el beneficio ALSACIA (historial de averías), los que facilitan las labores de mantenimiento preventivo, puesto que la información que el documento puede brindar sirve como antecedentes de las posibles fallas o averías que se suelen presentar.

7.9 TIPOS DE REPUESTOS

En cualquier instalación industrial, para poder conseguir un nivel de disponibilidad aceptable de la máquina, es necesario mantener un stock de recambios cuyo peso económico es, en general, respetable (Díaz Navarro, 2004). Distinguiremos tres actividades básicas en relación con la gestión de repuestos:

7.9.1 Selección de las piezas a mantener en stock

La primera cuestión a concretar es establecer las piezas que deben permanecer en stock. Es fundamental establecer una norma donde se especifique la política o criterios para crear stocks de repuestos. El riesgo que se corre es tener almacenes excesivamente dotados de piezas cuya necesidad es muy discutible, por su bajo consumo. Como consecuencia de ello se incrementan las necesidades financieras (incremento del inmovilizado), de espacio para almacenarlas y de medios para su conservación y control. Por el contrario, un almacén insuficientemente dotado generará largos períodos de reparación e indisponibilidad de máquinas, por falta de repuestos desde que se crea la necesidad hasta que son entregados por el proveedor.

Debe establecerse, por tanto, con sumo cuidado los criterios de decisión en función de:

- La criticidad de la máquina.
- El tipo de pieza (si es o no de desgaste seguro, si es posible repararla, etc.).
- Las dificultades de aprovisionamiento (si el plazo de entrega es o no corto).

Se facilita la gestión clasificando el stock en distintos tipos de inventarios:

- Stock Crítico: piezas específicas de máquinas clasificadas como críticas. Se le debe dar un tratamiento específico y preferente que evite el riesgo de indisponibilidad.
- Stock de Seguridad: Piezas de muy improbable avería pero indispensables mantener en stock, por el tiempo elevado de reaprovisionamiento y grave influencia en la producción en caso de que fuese necesaria para una reparación.
- Piezas de desgaste seguro: constituye la mayor parte de las piezas a almacenar (cojinetes, válvulas de compresor, etc.).
- Materiales genéricos: válvulas, tuberías, tornillería diversa, juntas, retenes, etc. que por su elevado consumo interese tener en stock.

7.9.2 Fijar el nivel de existencias

Para cada pieza habrá que fijar el número de piezas a mantener en stock. Se tendrá en cuenta para ello en primer lugar el tipo de inventario al que pertenece (crítico, de seguridad, otros) y, a continuación, los factores específicos que condicionan su necesidad:

- Número de piezas iguales instaladas en la misma máquina o en otras (concepto de intercambiabilidad).
- Consumo previsto.
- Plazo de reaprovisionamiento.

7.9.3 Gestión de Stocks

La gestión de stocks de repuestos, como la de cualquier stock de almacén, trata de determinar, en función del consumo, plazo de reaprovisionamiento y riesgo de rotura del stock que estamos dispuestos a permitir, el punto de pedido (cuándo pedir) y el lote económico (cuánto pedir) (Díaz Navarro, 2004).

Toda empresa debe contar con un stock de repuestos para las maquinas o equipos en la línea de producción; puesto que esta no debe sufrir ningún retraso que origine perdidas a la empresa e insatisfacción a los clientes (consumidores). La disponibilidad de un stock de repuestos facilitará por tanto la ejecución del mantenimiento en un menor tiempo. Sin embargo no todo proceso requiere la inversión de un stock, es decir, solo aquellos procesos donde los equipos poseen un bajo grado de mantenibilidad y los proveedores de sus repuestos no se pueden localizar con facilidad.

El beneficio de café seco ALSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A, cuenta con un amplio stock de repuestos para la mayoría de equipos de que dispone, especialmente aquellos cuyo origen es de países extranjeros. La importancia de este stock radica en que se puede ejecutar cualquier actividad de mantenimiento en el menor tiempo posible, es decir, que el tiempo que se tardaría en adquirir dichas partes o repuestos se puede reducir con la existencia de un stock dentro de la empresa.

Para lograr la adecuada gestión de stocks, se deberá utilizar las siguientes formulas, las que nos permitirán determinar el coste del inventario.

Lote económico de compra:

$$q_e = \sqrt{\frac{2KD}{bP}}$$

(Krajewski, 2008)

K: Costo por pedido.

q_e Lote económico de compra.

D: Consumo anual.

b: Precio Unitario.

P: Tasa de almacenamiento.

Frecuencia de pedido:

$$n = \frac{D}{q_e}$$

(Krajewski, 2008)

n: Frecuencia de pedido.

Costo Total Anual de Inventario:

$$C = \frac{q_e}{2} (H) + \frac{D}{q_e} (K)$$

(Krajewski, 2008)

C: Costo total anual de Inventario.

H: Costo de mantener una unidad en inventario (b * P).

K: Costo por pedido.

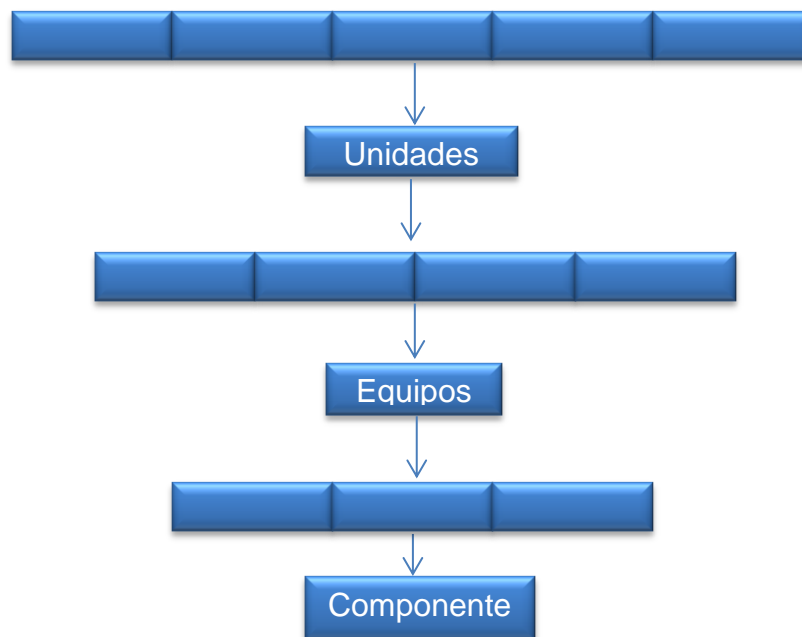
7.10 ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO

Etapas para establecer un plan de mantenimiento:

7.10.1 Clasificación e Identificación de Equipos

El primer paso sería disponer de un inventario donde estén claramente identificados y clasificados todos los equipos. Se recomienda un sistema arborescente y un código que identifique planta y unidad, además de los específicos del equipo (Dounce Villanueva, 2009).

FIGURA 5: ORGANIZACIÓN DE EQUIPOS



(Dounce Villanueva, 2009)

7.10.2 Recopilar información

Se trata de tener toda la información que sea relevante para mantenimiento:

- Condiciones de trabajo.
- Condiciones de diseño.
- Recomendaciones del fabricante.

7.10.3 Selección de la Política de Mantenimiento

Se trata de decidir qué tipo de mantenimiento aplicar a cada equipo. Se usan para ello tanto métodos cuantitativos como, fundamentalmente, cualitativos. El uso de gráficos de decisión puede ayudar a confirmar la opinión propia (función de las características del emplazamiento) y la del fabricante (función de las características del material).

Sólo en casos contados es preciso construir modelos basados en costos y estadísticas (Dounce Villanueva, 2009).

El tipo de mantenimiento a aplicar en cualquier institución o empresa, es una de las actividades más importantes a detallar, ya que sin éstas no se puede garantizar el adecuado funcionamiento de los equipos o máquinas que se involucren en los procesos productivos.

Es importante que toda empresa cuente con una estricta planificación de sus procesos, por lo que es indispensable que se especifique la política a utilizar en conjunto con las áreas más relacionadas con las principales acciones productivas de la empresa. De forma tal que haya una mejor toma de decisión.

7.10.4 Programa de Mantenimiento Preventivo

Cuando el análisis individual se ha completado, se debe coordinar a nivel conjunto para agrupar por familias, tipos de equipos, períodos iguales, etc., a fin de optimizar la mano de obra. El programa de mantenimiento preventivo proporcionará las rutinas de inspección y de lubricación (Dounce Villanueva, 2009).

Una vez que la institución o empresa logra definir la política y el tipo de mantenimiento a aplicar, se debe trabajar en organizar equipos, recursos y documentos que nos ayuden a ejecutar adecuadamente las acciones del mantenimiento seleccionado.

En las instalaciones del beneficio ALSACIA, las acciones preventivas empleadas en cada equipo detallan un programa previamente establecido por el personal de mantenimiento de la empresa.

7.10.5 Guía de Mantenimiento Correctivo

Incluso con la mejor información de fabricantes, es difícil, al principio, prever la carga de mantenimiento correctivo esperada. Obviamente, con la experiencia se debe prever la cantidad de esta carga de trabajo para su presupuestación.

En cualquier caso una tarea muy valiosa para facilitar la planificación de trabajos consiste en tipificar los trabajos más repetitivos e incluso confeccionar procedimientos de reparación para cada uno de esos casos (Dounce Villanueva, 2009).

Cuando a menudo se suelen presentar fallos de un mismo tipo o clase, es preciso tipificarlos con el objetivo de conocer su comportamiento antes, durante y después de que estos sucedan y así disponer de los equipos o instrumentos necesarios para corregir las averías en el menor tiempo posible.

Este tipo de situaciones imprevistas suelen ocurrir en toda institución o empresa, por lo que en el beneficio de café seco ALSACIA, se cuenta con equipos y documentos que detallan los típicos casos de fallos o averías, generando como respuesta un mantenimiento correctivo inmediato.

7.10.6 Organización del mantenimiento

El plan de mantenimiento se completa definiendo la organización necesaria:

- La estructura de recursos humanos, tanto propia como ajena.
- La estructura administrativa.
- El sistema de planificación y programación de trabajos, que se verá más adelante.

7.11 PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

Para que los trabajos se puedan realizar con la eficiencia deseada es preciso:

- Concretar el trabajo a realizar.
- Estimar los medios necesarios (mano de obra, materiales).
- Definir las Normas de Seguridad y Procedimientos Aplicables.
- Obtener el permiso de trabajo.

Se trata, por tanto, de hacer la preparación tanto de la mano de obra como de los materiales (repuestos, grúas, andamios, máquinas-herramientas, útiles, consumibles, etc.), y por ello podemos decir que es una actividad imprescindible para una adecuada programación. Esto nadie lo duda. La única cuestión opinable es si debe ser realizado por un órgano staff o, por el contrario, que sean realizados por los propios responsables de ejecución (Niebel, 2004).

Es indispensable delegar las actividades propias de mantenimiento a un personal capacitado en esta área; de tal manera que la respuesta inmediata ante cualquier siniestro sea un hecho. Además se debe de disponer de los recursos necesarios para el tipo de mantenimiento y su adecuada aplicación.

Actualmente el beneficio ALSACIA cuenta con un personal encargado de labores de mantenimiento, los que poseen experiencia en dicha área. Estas personas a su vez organizan el tiempo para ejecutar cualquier acción y los recursos a utilizar.

7.11.1 Procedimiento de trabajo

Deben ser útiles y fáciles de manejar por los interesados (no son manuales para técnicos sino guías para operarios). Deben contener:

- Las operaciones necesarias y su orden de ejecución.
- Los instrumentos, útiles y herramientas especiales necesarias.
- El número de personas necesarias para cada operación.
- Las indicaciones de seguridad en las tareas con cierto riesgo.

7.11.2 Tiempos de trabajo

Conocer los tiempos necesarios para los trabajos permitiría:

- Programar los trabajos.
- Medir la eficacia de los equipos humanos.
- Mejorar los métodos.
- Implantar un sistema de incentivos individual o colectivo.

Cuando hablamos de eficacia del servicio nos referimos a comparar los tiempos reales de ejecución con los tiempos previstos o asignados a cada trabajo. En ello influye de gran manera el método de trabajo utilizado, de forma que diferencias importantes entre tiempo asignado y tiempo real apuntan generalmente a los trabajos cuyo método deben ser investigados, con vistas a su mejora (Niebel, 2004).

En cuanto a la implantación de un sistema de incentivos, además de necesitar una estimación de tiempos más precisa, puede ser contraproducente en mantenimiento: La sofisticación y especialización creciente de las intervenciones de mantenimiento exige cada vez mayor profesionalidad y motivación, por lo que el mantenedor no debe estar coartado por el instrumento discriminante del incentivo. Lo anterior no descarta la posibilidad de incentivos de grupo en función de resultados globales (producción, disponibilidad, etc.).

En el análisis de tiempos hay que considerar el ciclo completo del trabajo (todas las especialidades y todos los tiempos):

- Tiempo de desplazamiento.
- Tiempo de preparación.
- Tiempo de ejecución.
- Tiempo de esperas, imprevistos.

Constituyendo en muchos casos el tiempo de ejecución una pequeña porción del trabajo completo (depende de la naturaleza de trabajo y tipo de industria).

7.11.3 Clasificación de los trabajos

Para asignar tiempos a los trabajos puede ser una valiosa ayuda proceder previamente a la clasificación de los mismos. Una posible clasificación, en este sentido, sería la siguiente:

- Pequeños trabajos no rutinarios: De menos de 4 horas de duración. No es rentable la obtención de tiempos.
- Trabajos rutinarios: Repetitivos y previsibles, ejecutados por un equipo fijo asignado a cada instalación. Es útil disponer de tiempos asignados y procedimientos de trabajo.
- Trabajos de mantenimiento diversos: Son la mayor parte de los trabajos de mantenimiento, aparecen con cierta repetitividad y no con una gran variabilidad. Es necesario tener tiempos (con la precisión indicada) y procedimientos de trabajo escritos.
- Trabajos de ayuda a producción: Ajustes, cambios de formato, etc. Se deben tener procedimientos y tiempos para los repetitivos. Para los no repetitivos basta con los tiempos.
- Trabajos de mantenimiento extraordinario: Grandes revisiones o reparaciones. Interesa disponer de procedimientos escritos y tiempos de intervención.

En definitiva no se precisa disponer ni de tiempos ni de procedimientos escritos para el 100% de las actividades, aunque si es importante disponer de ellas en los casos indicados (Niegel, 2004).

El trabajo humano se rige de ciertas acciones que no se llevan a cabo en un 100%, por diferentes factores tales como el tiempo (duración de las actividades). Cada avería tiene un grado de complejidad dificultando el procedimiento a realizar, provocando una variabilidad en el tiempo.

En el beneficio ALSACIA, se realiza el trabajo rutinario pues existen actividades repetitivas. En ocasiones se utiliza el tiempo de inactividad para su ejecución.

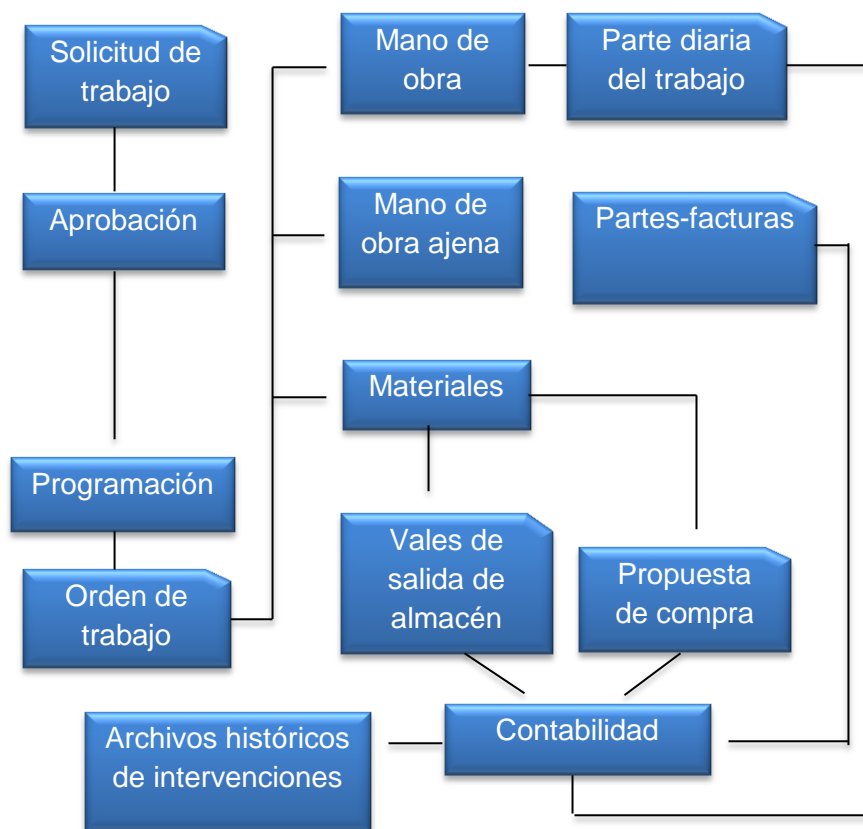
7.12 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El proceso completo de realización de trabajos incluye los siguientes pasos:

- Identificación del trabajo.
- Planificación.
- Programación.
- Asignación.
- Ejecución.
- Retroinformación.

En el esquema siguiente se resumen los documentos que se suelen manejar:

FIGURA 6: EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS



(Díaz Navarro, 2004)

7.13 FACTORES O ATRIBUTOS DE IMPORTANCIA EN LOS EQUIPOS O MAQUINARIA

Desde hace varios años se practican estudios y pruebas encaminados a minimizar las funciones de la conservación industrial, por ejemplo: el tiempo dedicado al mantenimiento programable, los tiempo de paro, la cantidad de refacciones o repuestos, la falta de conocimientos y habilidades del personal que interviene en la máquina (instalación, operación y conservación) y en fin todo aquello que de una u otra forma tiene que hacerse para permitir que los recursos sujetos a conservación continúen operando satisfactoria y económicamente durante todo su ciclo de vida dentro de la calidad esperada. Esto produce, como consecuencia, que los fabricantes y diseñadores de equipos formen sus criterios de especificación y diseño utilizando un conjunto de ciencias como administración, ingeniería y finanzas, cuya aplicación trata de llevar al máximo dos de los más importantes atributos que deben tener los activos fijos y productos de una empresa: su mantenibilidad y fiabilidad, los que darán como resultado la efectividad al proceso de trabajo que garantice un alto grado de productividad (Rodríguez Araújo, 2008).

La conservación de los equipos es uno de los aspectos que garantiza la vida útil de las maquinarias surgiendo atributos como la mantenibilidad (capacidad de mantenimiento del equipo) y fiabilidad (tiempo de rendimiento). Las propiedades ante mencionadas proporcionan un alto grado de productividad.

Las máquinas encontradas en el beneficio ALSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A, son de origen costarricenses, sin embargo los repuestos se hallan en la localidad y el mantenimiento los realizan los operario del beneficio obteniendo la mantenibilidad de los equipos, en cuanto a la fiabilidad las máquinas alcanzan el rendimiento esperado de acuerdo a los documentos técnicos y el tiempo de trabajo al que han sido sometidas.

7.14 DISPONIBILIDAD :

La disponibilidad, es la probabilidad de desarrollar la función requerida, se refiere a la probabilidad de que un equipo no haya tenido fallos en el tiempo "t" y en el caso que los tenga, que sean reparados en un tiempo menor al máximo permitido. Es función por tanto, de la fiabilidad y de la mantenibilidad (Díaz Navarro, 2004).

DISPONIBILIDAD

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \text{ (Díaz Navarro, 2004)}$$

D= Disponibilidad.

MTBF= Fiabilidad. (Tiempo Medio entre Fallos Sucesivos)

MTTR= Mantenibilidad. (Tiempo Medio de Reparación)

Por sus siglas en inglés.

De forma más precisa, el cálculo del MTBF (fiabilidad) y el MTTR (mantenibilidad) permitirá evaluar la DISPONIBILIDAD, que es el indicador de gestión más eficaz.

DISPONIBILIDAD: Capacidad de un ítem para desarrollar su función durante un determinado período de tiempo.

FACTOR DE UTILIZACIÓN:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \text{ (Díaz Navarro, 2004)}$$

Estas fórmulas son utilizadas para la evaluación y análisis de las maquinarias, conociendo así el rendimiento de cada una de ellas con el objetivo de prolongar su vida útil.

En el beneficio ALSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A llevan un registro de las averías más comunes, para obtener una probabilidad de ocurrencias de las fallas de cada una de las máquinas, para lograr aplicar las reparaciones necesarias.

7.14.1 Fiabilidad:

La fiabilidad (MTBF), se define como la probabilidad de que un bien funcione adecuadamente durante un período determinado bajo condiciones operativas específicas (por ejemplo, condiciones de presión, temperatura, fricción, velocidad, tensión o forma de una onda eléctrica, nivel de vibraciones, etcétera.) (Rodríguez Araújo, 2008)

La fiabilidad es uno de los atributos que adquieren los equipos, esta mide el rendimiento de la máquina, en circunstancias definidas durante un ciclo.

Las maquinas con que cuenta el beneficio ALSACIA, alcanzan un alto rendimiento pues ellos no utilizan al máximo la capacidad de sus equipos prolongando así su vida útil.

MTBF: Tiempo Medio entre Fallos sucesivos.

Está ligado a la FIABILIDAD o probabilidad de buen funcionamiento.

TASA DE FALLOS:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \text{ (Nº de averías por unidad de tiempo)}$$

(Díaz Navarro, 2004)

7.14.2 Mantenibilidad:

Propiedad de un sistema que representa la cantidad de esfuerzo requerida para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla.

Se dirá que un sistema es "Altamente mantenible" cuando el esfuerzo asociado a la restitución sea bajo. Sistemas poco mantenibles o de "Baja mantenibilidad" requieren de grandes esfuerzos para sostenerse o restituirse.

La mantenibilidad está inversamente relacionada con la duración y el esfuerzo requerido por las actividades de mantenimiento. Puede ser asociada de manera inversa con el tiempo que se toma en lograr ejecutar las acciones de mantenimiento, en relación con la obtención del comportamiento deseable del sistema. Esto incluye la duración (horas) o el esfuerzo (horas-hombre) invertidos en desarrollar todas las acciones necesarias para mantener el sistema o uno de sus componentes para restablecerlo o conservarlo en una condición específica. Depende de factores intrínsecos al sistema y de factores propios de la organización de Mantenimiento. Entre otros muchos factores externos está el personal ejecutor, su nivel de especialización, sus procedimientos y los recursos disponibles para la ejecución de las actividades (talleres, máquinas, equipos especializados, etc.). Entre los factores intrínsecos al sistema está el diseño del sistema o de los equipos que lo conforman, para los cuales el diseño determina los procedimientos de Mantenimiento y la duración de los tiempos de reparación (Rodríguez Araújo, 2008).

La mantenibilidad, es el grado de mantenimiento, es decir, el esfuerzo humano para realizar las actividades de reparaciones con respecto al tiempo.

Se considera una máquina con mantenibilidad alta a aquella que tenga el menor tiempo y esfuerzo humano.

Los operarios en el beneficio ALSACIA se rigen de ciertos procedimientos empíricos que facilitan las reparaciones en un determinado tiempo, pues disponen de repuesto en inventario adquiriendo así el grado de mantenibilidad esperado.

Un mismo sistema puede poseer una alta "Mantenibilidad" para unos tipos de fallo, pero otra muy baja para otros. (Como en un coche, que respecto del reemplazo de un neumático puede ser catalogado como de alta mantenibilidad, pero no lo es para un reemplazo del cigüeñal por ejemplo.).

En estos casos la Figura de Mantenibilidad general (MTTR) provendrá de una ponderación respecto de probabilidad de ocurrencia de los distintos posibles tipos de fallos y el esfuerzo requerido (Rodríguez Araújo, 2008).

Las averías en los equipos son impredecibles cuando no se tiene todas las características propias de las máquinas, pues es difícil obtener equipos con 100% de mantenibilidad.

Las averías en cualquier empresa suelen surgir repentinamente provocando grandes daños en los procesos productivos. Por tanto siempre se debe contar con un personal encargado del mantenimiento logrando de esta forma la mantenibilidad esperada.

MTTR: Tiempo Medio de Reparación.

Está ligado a la MANTENIBILIDAD o facilidad con que puede hacerse una intervención de mantenimiento.

Un parámetro derivado del anterior:

TASA DE REPARACIÓN:

$$\mu = \frac{1}{MTTR} (\text{N}^\circ \text{ de reparaciones por unidad de tiempo})$$

(Díaz Navarro, 2004)

7.15 CONTROL DE GESTIÓN DE EQUIPOS

La información más relevante que se debe recoger para asegurar el seguimiento y adecuado manejo que se debe dar a los equipos es básicamente el control de gestión de equipos.

Clasificación según estado de la máquina (marcha, parada, en reparación, etc.).

- Horas de uso.
- Desviaciones de comportamiento.

- Resultados de inspecciones.
- Histórico de fallos.
- Ficha de análisis de fallos.
- Lista de recambios consumidos.
- Consumos de lubricantes, energía, etc.

Es decir, que se debe contar siempre con el historial de funcionamiento o avería por cada máquina a fin de simplificar la decisión a tomar para la ejecución del mantenimiento de un equipo, ya sea la reparación o la sustitución permanente en caso de exceder la vida útil de dicha máquina.

7.16 FALLOS Y AVERÍAS DE LOS SISTEMAS

Antes de proceder al análisis de averías hay que delimitar el alcance del mismo. Esto se consigue definiendo los límites del sistema.

El sistema es un conjunto de elementos discretos, denominados generalmente componentes, interconectados o en interacción, cuya misión es realizar una o varias funciones, en unas condiciones determinadas.

El análisis de averías debe contemplar una fase en que se defina el sistema, sus funciones y las condiciones de funcionamiento.

El fallo de un sistema se define como la pérdida de aptitud para cumplir una determinada función. En este sentido podemos clasificar los fallos atendiendo a distintos criterios:

Según se manifiesta el fallo:

- Evidente
- Progresivo
- Súbito
- Oculto

Según su magnitud:

- Parcial
- Total

Según su manifestación y magnitud:

- Cataléptico: Súbito y Total
- Por degradación: Progresivo y Parcial

Según el momento de aparición:

- Infantil o precoz.
- Aleatorio o de tasa de fallos constante.
- De desgaste o envejecimiento.

Según sus efectos:

- Menor
- Significativo
- Crítico

Según sus causas:

- Primario: la causa directa está en el propio sistema.
- Secundario: la causa directa está en otro sistema.
- Múltiple: Fallo de un sistema tras el fallo de su dispositivo de protección.

El Modo de fallo es el efecto observable por el que se constata el fallo del sistema.

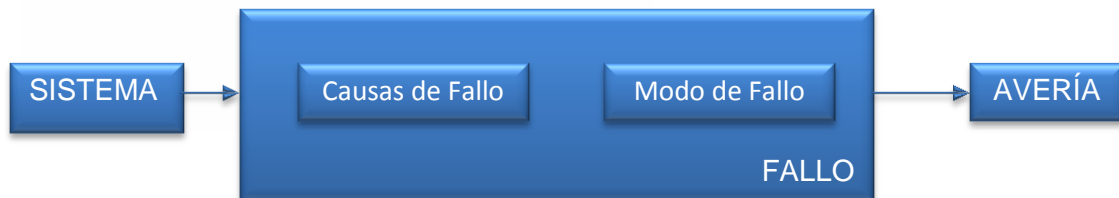
A cada fallo se le asocian diversos modos de fallo y cada modo de fallo se genera como consecuencia de una o varias causas de fallo; de manera que un modo de fallo representa el efecto por el que se manifiesta la causa de fallo (Díaz Navarro, 2004).

La Avería es el estado del sistema tras la aparición del fallo. Las causas de la aparición de los fallos están basadas en la fiabilidad (baja) y mantenibilidad (baja). Las averías pueden tener reparaciones de lo contrario se reemplaza el equipo.

Las averías que se presentan en el beneficio ALSACIA de forma precoz generalmente son de magnitudes parciales y efectos menores, lo que normalmente permite la reparación inmediata de las máquinas.

La Avería es el estado del sistema tras la aparición del fallo.

FIGURA 7: FALLOS-AVERÍAS



(Díaz Navarro, 2004)

7.17 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE AVERÍAS

La metodología para análisis y solución de problemas, en general, es muy variada y suele ser adoptada y adaptada por cada empresa en función de sus peculiaridades (Dounce Villanueva, 2009).

Haciendo un análisis comparativo de las más habituales, se puede decir que hay dos aspectos fundamentales en los que coinciden:

- El recorrido del proceso:

El análisis debe centrarse primero en el Problema, segundo en la Causa y tercero en la Solución.

- La metodología a utilizar:

Las condiciones que debe reunir para garantizar su eficacia son:

- Estar bien estructurada, de forma que se desarrolle según un orden lógico.
- Ser rígida, de manera que no dé opción a pasar por alto ninguna etapa fundamental
- Ser completa, es decir, que cada etapa sea imprescindible por sí misma y como punto de partida para la siguiente.

Un Método Sistemático de Análisis de Averías, estructurado en cuatro fases y diez etapas o pasos:

Fase A: Concretar el Problema

- Seleccionar el Sistema
- Identificar el Problema
- Cuantificar el Problema

Fase B: Determinar las Causas

- Enumerar las Causas
- Clasificar y Jerarquizar las Causas
- Cuantificar las Causas
- Seleccionar una Causa

Fase C: Elaborar la solución

- Proponer y Cuantificar Soluciones
- Seleccionar y Elaborar una Solución

Fase D: Presentar la Propuesta

- Formular y Presentar una Propuesta de Solución.

En el beneficio ALSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A, se cumple con una secuencia general para solución de averías, estas secuencias son empíricas realizadas por el personal encargado del mantenimiento, los que disponen de las actividades a ejecutar.

7.18 ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Uno de los aspectos más críticos de la gestión del mantenimiento es la gestión de los Recursos Humanos. El nivel de adiestramiento, estado organizativo, clima laboral y demás factores humanos adquiere una gran importancia ya que determinará la eficiencia del servicio (Dounce Villanueva, 2009).

El personal encargado del área de mantenimiento tiene que estar capacitado para la realización del mantenimiento de todas las máquinas de la empresa, pues de esta dependerá la eficiencia y la efectividad de todo el proceso productivo.

El beneficio Alsacia INVERCASA AGROPCURIA S.A, consta de un personal con conocimientos empíricos encargados del mantenimiento de todas las máquinas.

7.18.1 Funciones del personal:

En términos generales podemos resumir que las funciones del personal de mantenimiento son:

- Asegurar la máxima disponibilidad de los equipos al menor costo posible.
- Registrar el resultado de su actividad para mediante su análisis permitir la mejora continua (mejora de la fiabilidad, mantenibilidad y productividad).

Estas funciones genéricas habrá que traducirlas en tareas concretas a realizar para cada uno de los puestos definidos en el organigrama de mantenimiento.

7.18.2 Número de efectivos:

Debe analizarse en cada caso particular. Depende mucho del tipo de instalación pero sobre todo de la política de mantenimiento establecida:

- Tipo de producción, distribución de las instalaciones.
- Estado de los equipos, grado de automatización.
- Tipo de organización, formación del personal.
- Tipos de mantenimientos deseados.
- Disponibilidad de medios e instrumentos.

7.18.3 Número de supervisores:

El jefe de equipo debe manejar entre un mínimo de 8 y un máximo de 20 operarios, influyendo en la asignación de los siguientes factores:

- Tipo de especialidad (albañil, electricista, etcétera).
- Nivel de formación del personal.
- Distribución geográfica de los trabajos.

La supervisión tiene un coste que es justo soportar en la medida que permiten los trabajos bien hechos. Un exceso sería despilfarro; pero un defecto tendría repercusiones aún peores.

7.18.4 Funciones de línea y de Staff:

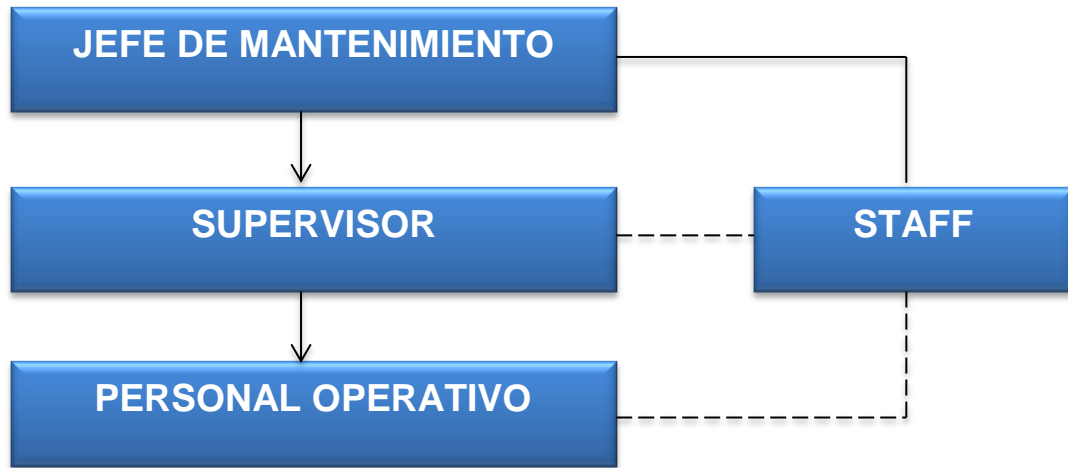
Debe de establecerse además del personal de "LÍNEA" al que nos hemos referido antes (personal operativo más supervisores) un personal de "STAFF" que se ocupe de:

- La preparación de trabajos.
- Confección de procedimientos de trabajo.
- Prever el suministro de materiales y repuesto de stock.
- Adjudicación de trabajos a subcontrataciones.
- Establecer el tipo de mantenimiento más adecuado.

El personal tiene la obligación de asegurar la máxima disponibilidad de las maquinarias con el mayor rendimiento.

El número de personal depende de la magnitud de la empresa y el tipo de mantenimiento a realizar, estos deberán estar especializados en ciertas ramas para la solución de las averías que se presenten durante la ejecución.

FIGURA 8: ORGANIGRAMA DE JERARQUÍA



(Dounce Villanueva, 2009)

El beneficio ALSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A es una empresa de mediana magnitud, en el que se realizan mantenimiento correctivo y algunas actividades preventivas, por lo tanto el personal encargado del mantenimiento es considerablemente pequeño (dos personas).

7.19 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Cuando hablamos de costos en mantenimiento nos referimos a los que se van constatando en la realidad, con la marcha de las instalaciones y del funcionamiento real del servicio.

En un entorno cada vez más competitivo, cada vez adquiere más importancia el control de los costos de mantenimiento.

Estos pueden ser: directos e indirectos.

7.19.1 Los costos directos:

Los costos directos o de mantenimiento están compuestos por la mano de obra y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento.

7.19.2 Los costos indirectos:

Los costos indirectos o costos de avería son los derivados de la falta de disponibilidad o del deterioro de las funciones de los equipos. Estos no suelen ser objeto de una partida contable tal como se aplica a los costos directos, pero su volumen puede ser incluso superior a los directos.

El costo integral de mantenimiento tiene en cuenta todos los factores relacionados con una avería y no sólo los directamente relacionados con mantenimiento. Están formados por la suma de los costos directos más los costos indirectos.

El coste global o del ciclo de vida de un equipo incluye todos los costes en que se incurre a lo largo de toda la vida del equipo, entre los que se encuentran el coste directo de mantenimiento.

Conviene subrayar la importancia que tiene en mantenimiento la gestión del coste global de los equipos ya que si nos fijamos sólo en los costos de mantenimiento se podría pensar que suprimiendo momentáneamente el preventivo se reduciría los costos de mantenimiento.

Sin embargo en la práctica ello llevará a un deterioro progresivo de los equipos y en último término llevará a unos costos por fallos muy superiores a los ahorros conseguidos inicialmente.

Cuando hablamos de costo del ciclo de vida de un equipo incluimos:

- El costo de adquisición.
- Los gastos de su utilización, que a su vez incluyen:
 - Los costos de funcionamiento.
 - Los costos de mantenimiento.

7.20 TÉCNICAS APLICADAS EN UN PLAN DE MANTENIMIENTO

El fundamento del mantenimiento predictivo es la medida y valoración periódica de una serie de variables de estado (parámetros de control) lo que implica el manejo de una ingente cantidad de datos que requieren medios:

- Físicos (hardware)
- De gestión (software)
- Humanos

Los medios físicos son los instrumentos de medida y los de captura y registro de datos. Los programas de gestión informáticos manejan los datos captados elaborando informes y gráficos de evolución.

Finalmente los medios humanos incluyen el personal que hace las medidas rutinarias, que deben ser profesionales cualificados y con conocimientos específicos del tipo de equipos a tratar y, además, el personal técnico altamente cualificado capaz de desarrollar análisis y diagnóstico de averías (Díaz Navarro, 2004).

La implementación requiere de pasos sucesivos:

- Preparación inicial.
- Implantación propiamente dicha.
- Revisión de resultados.

En las instalaciones del beneficio ALSACIA, llevan un historial técnico de cada una de las máquinas, donde plasman las frecuencias de las averías de los equipos para luego evaluarlas y tomar decisiones referentes al mantenimiento a aplicar.

7.20.1 Técnicas de mantenimiento predictivo

Las principales técnicas utilizadas, con independencia de que se traten algunas de ellas más extensamente son:

7.20.1.1 Inspección visual:

Abarca desde la simple inspección visual directa de la máquina hasta la utilización de complicados sistemas de observación como pueden ser microscopios, endoscopios y lámparas estroboscópicas.

Se pueden detectar fallos que se manifiestan físicamente mediante grietas, fisuras, desgaste, soltura de elementos de fijación, cambios de color, etc.

Se aplica a zonas que se pueden observar directamente y, cada vez más, se diseñan las máquinas para poder observar partes inaccesibles sin necesidad de desmontar (como las turbinas de gas, por ejemplo, mediante el uso de endoscopios) (Díaz Navarro, 2004).

La inspección visual es utilizada para la detección de causa menores obviamente que sean visible al ojo humano, además se pueden utilizar herramientas ópticas para descubrir las procedencias de las averías.

Cada operario en el beneficio ALSACIA, es responsable de esta acción, constantemente deben visualizar las posibles causas de las fallas, luego deben informar al personal encargado de mantenimiento para que éste evalúe la situación.

7.20.1.2 Líquidos penetrantes:

Se trata de una inspección no destructiva que se usa para encontrar fisuras superficiales o fallos internos del material que presentan alguna apertura en la superficie.

La prueba consiste en la aplicación de una tintura especial sobre la superficie que previamente se ha limpiado concienzudamente. Se deja transcurrir un cierto tiempo para que penetre bien en todos los posibles defectos. A continuación se elimina la tintura mediante limpieza superficial. Finalmente se trata de nuevo la superficie con un líquido muy absorbente que extrae toda la tintura que quedó atrapada en poros o grietas superficiales (Díaz Navarro, 2004).

Este método es utilizado cuando las fisuras de algunas máquinas son muy pequeñas (el ojo humano no puede verlas), por ende esta prueba descubre las fisuras encontradas en cualquiera de las superficies de estos equipos.

En el beneficio ALSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A, no utilizan este método.

7.20.1.3 Inspección radiográfica:

Técnica usada para la detección de defectos internos del material como grietas, burbujas o impurezas interiores. Especialmente indicadas en el control de calidad de uniones soldadas.

Como es bien conocido consiste en intercalar el elemento a radiografiar entre una fuente radioactiva y una pantalla fotosensible a dicha radiación (Díaz Navarro, 2004).

Este método es utilizado para la detección de defectos internos su principal herramienta es la radiografía, esto permite realizar un control más detallados de las fallas en las máquinas.

En el beneficio ALSACIA no constan de las herramientas necesarias para la aplicación de este método.

7.20.1.4 Análisis de lubricantes:

El aceite lubricante juega un papel determinante en el buen funcionamiento de cualquier máquina. Al disminuir o desaparecer la lubricación se produce una disminución de la película de lubricante interpuesto entre los elementos mecánicos dotados de movimiento relativo entre sí, lo que provoca un desgaste, aumento de las fuerzas de rozamiento, aumento de temperatura, provocando dilataciones e incluso fusión de materiales y bloqueos de piezas móviles. Por tanto el propio nivel de lubricante puede ser un parámetro de control funcional.

Pero incluso manteniendo un nivel correcto el aceite en servicio está sujeto a una degradación de sus propiedades lubricantes y a contaminación, tanto externa (polvo, agua, etc.) como interna (partículas de desgaste, formación de lodos, gomas y lacas).

El control de estado mediante análisis físico- químicos de muestras de aceite en servicio y el análisis de partículas de desgaste contenidas en el aceite (ferrografía) pueden alertar de fallos incipientes en los órganos lubricados (Díaz Navarro, 2004).

Uno de los factores que influyen en el desgaste de las maquinas es la ausencia de lubricante en ellas. Aplicarles lubricante a los equipos que los requieren prolongará su vida útil o funcionamiento.

Toda empresa cuya principal acción sean los procesos productivos que involucren máquinas, deberá contar con consumibles tales como lubricantes garantizando así la disminución del desgaste en las partes de cada equipos.

7.20.1.5 Análisis de vibraciones:

Todas las máquinas en uso presentan un cierto nivel de vibraciones como consecuencia de holguras, pequeños desequilibrios y rozamientos. El nivel vibratorio se incrementa si, además, existe algún defecto como desalineación, desequilibrio mecánico, holguras inadecuadas, cojinetes defectuosos.

Por tal motivo el nivel vibratorio puede ser usado como parámetro de control funcional para el mantenimiento predictivo de máquinas, estableciendo un nivel de alerta y otro inadmisibles a partir del cual la fatiga generada por los esfuerzos alternantes provoca el fallo inminente de los órganos afectados.

Se usa la medida del nivel vibratorio como indicador de la severidad del fallo y el análisis espectral para el diagnóstico del tipo de fallo (Díaz Navarro, 2004).

La vibración presente en los equipos es una de las causas más imponentes de averías, están son tan severas que pueden provocar la destrucción de algunas de estas máquinas.

Este tipo de análisis no se realizan en beneficio ALSACIA ya que no disponen de equipos tan sofisticados para las labores de mantenimiento.

7.20.1.6 Medida de la presión:

Dependiendo del tipo de máquina puede ser interesante para confirmar o descartar ciertos defectos, utilizada conjuntamente con otras técnicas predictivas.

Se suele utilizar la presión del proceso para aportar información útil ante defectos como la cavitación, condensación de vapores o existencia de golpes de ariete. En otros casos es la presión de lubricación para detectar deficiencias funcionales en los cojinetes o problemas en los cierres por una presión insuficiente o poco estable (Díaz Navarro, 2004).

En las maquinarias existen pequeños sistemas que están en contacto, esto puede provocar el desgaste de pequeñas piezas y hasta la pérdida del equipo, este método mide el grado de durabilidad con que cuenta cada máquina.

Muchos de los equipos en el beneficio ALSACIA tienen subsistemas que están en contacto provocando grandes presiones internas, esto conlleva a la inestabilidad de las máquinas. En este beneficio no se realizan medidas de presión.

7.20.1.7 Medida de temperatura

El control de la temperatura del proceso no suele utilizarse desde el punto de vista predictivo.

Sin embargo se utiliza muy eficazmente el control de la temperatura en diferentes elementos de máquinas cuya variación siempre está asociada a un comportamiento anómalo.

Así se utiliza la temperatura del lubricante, de la cual depende su viscosidad y, por tanto, su poder lubricante. Un aumento excesivo de temperatura hace descender la viscosidad de modo que puede llegar a romperse la película de lubricante. En ese caso se produce un contacto directo entre las superficies en movimiento con el consiguiente aumento del rozamiento y del calor generado por fricción, pudiendo provocar dilataciones y fusiones muy importantes.

En los rodamientos y cojinetes de deslizamiento se produce un aumento importante de temperatura de las pistas cuando aparece algún deterioro. Asimismo se eleva la temperatura cuando existe exceso o falta de lubricante. También aumenta la temperatura ante la presencia de sobrecargas.

Por todo ello se utiliza frecuentemente la medida de temperatura en rodamientos y cojinetes, junto con otras técnicas, para la detección temprana de defectos y su diagnóstico.

La temperatura en bobinados de grandes motores se mide para predecir la presencia de fallos como sobrecargas, defectos de aislamiento y problemas en el sistema de refrigeración.

Por último también puede aportar información valiosa la temperatura del sistema de refrigeración. En efecto, cualquier máquina está dotada de un sistema de refrigeración más o menos complejo para evacuar el calor generado durante su funcionamiento. La elevación excesiva de la temperatura del refrigerante denota la presencia de una anomalía en la máquina (roces, holguras inadecuadas, mala combustión, etc.) o en el propio sistema de refrigeración (Díaz Navarro, 2004).

La temperatura influye en el rendimiento de los equipos pues altera las propiedades de las máquinas, uno de los fenómenos más comunes que ocurren como consecuencias de la temperatura es la dilatación que sufre la superficie metálica de los equipos, por lo tanto se debe de alguna manera ventilar las máquinas o adecuar el entorno en el que se encuentra.

Las maquinas existentes en los beneficio constan de ventiladores instalados para expulsar desechos o transportar materiales, no obstante, estos también reducen la temperatura manteniendo los equipos estables. Este tipo de análisis no se suele ejecutar en el beneficio ALSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A.

7.20.1.8 Termografía:

La termografía es una técnica que utiliza la fotografía de rayos infrarrojos para detectar zonas calientes en dispositivos electromecánicos. Mediante la termografía se crean imágenes térmicas cartográficas que pueden ayudar a localizar fuentes de calor anómalas.

Así se usa para el control de líneas eléctricas (detección de puntos calientes por efecto Joule), de cuadros eléctricos, motores, máquinas y equipos de proceso en los que se detectan zonas calientes anómalas (Díaz Navarro, 2004).

Este método es utilizado en dispositivos electromecánicos que por descuido sufren variaciones de temperaturas provocando desgastes superficiales en lo equipos.

El sistema eléctrico del beneficio ALSACIA INVERCASA AGROPECARIA S.A, no consta de este tipo de análisis, ya que no cuentan con los recursos suficientes para aplicarlos.

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA:

El presente trabajo de investigación se realizó en el beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A) el que se ubica en la comarca Waswalí Abajo, kilómetro 124 carretera Managua Matagalpa.

8.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Mediante el presente estudio se valoró el plan de mantenimiento utilizado en la maquinaria involucrada en el proceso productivo del café en el beneficio ALSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A. En el que se tomó como base la objetividad y el comportamiento de la variable de estudio.

La investigación es descriptiva porque se detalla el estado actual del uso de un plan de mantenimiento en la maquinaria involucrada en el proceso productivo del café y es de corte transversal porque se tomará datos de carácter cuantitativos en un tiempo definido.

8.3 VARIABLES:

La variable de estudio en la presente investigación es el plan de mantenimiento utilizado en la maquinaria involucrada en el procesamiento del café, el que debe garantizar un alto grado de productividad y un adecuado funcionamiento en dicha maquinaria. (Anexo N° 2)

8.4 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN:

Para la recopilación de datos se realizó una encuesta, la que se estructuró en base a preguntas cerradas y abiertas referentes al tipo de mantenimiento actual utilizado en cada máquina involucrada en el proceso productivo del café.

Para ello se tomó como población al personal operario de la maquinaria (4 trabajadores) y personal de mantenimiento (2 trabajadores), los que también representaran nuestra muestra, para un máximo nivel de confianza (100%).

A través de ellos se obtuvo información técnica relevante para el estudio, la que nos permitió definir cada uno de los conceptos y variables planteadas en los objetivos de la investigación.

Mediante observación directa se pudo también determinar las diferentes etapas de aplicación del mantenimiento.

Para la obtención de información sobre la adecuada ejecución del mantenimiento se utilizó también manuales técnicos elaborados por la empresa que fabrica dichas máquinas, la que nos ayudó a determinar algunos elementos de gran importancia para el estudio.

8.5 PROCESAMIENTO DE DATOS:

La información obtenida con las técnicas de investigación anteriormente planteadas fue analizada y luego se crearon diferentes tipos de diagramas en los programas Microsoft Excel y Microsoft Project.

IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A), fue fundado en 1998 y se ubica en la comarca Waswalí Abajo, kilómetro 124 carretera Managua Matagalpa.

En esta unidad de producción convergen una serie de actividades con el propósito de procesar de forma técnica y eficiente el rubro café como principal producto de su actividad. Para ello es necesaria la implementación de ciertas normas y controles que aseguren el adecuado funcionamiento de la maquinaria necesaria para la transformación industrial de dicho producto.

Cada año se procesan aproximadamente 1500 toneladas de café pergamino, que corresponden a la capacidad de almacenamiento con la que cuenta el beneficio y además se hacen contrataciones del personal técnico necesario para llevar a cabo dicho procesamiento.

9.1 PROCESO PRODUCTIVO

9.1.1 Recepción del café:

En el beneficio de café seco ALSACIA se procesa el café a partir que es llevado por los productores de Jinotega y Matagalpa mojado (llamado pergamino). El café que ingresa al beneficio debe ser inspeccionado por el encargado de recepción, al recibir el café se pesa en la báscula asignada para esta fase del proceso y se clasifica por lote para facilitar el orden de almacenamiento y posteriormente su procesamiento. Para la clasificación del café que ingresa al beneficio, se toma una muestra del lote, luego se envía al área de control y calidad para que sea catado y analizado.

En dependencia de las características del producto se puede clasificar en primera calidad, segunda calidad, broza y pelota. Para esta fase del proceso se analiza la muestra tomada en recepción y se identifican los defectos que pueden ser encontrados en el grano, estos pueden ser pelados o quebrados, enfermos, manchados, picados por insectos, etc. Una vez clasificado el café se almacena en estibas de diez sacos como máximo de altura.

9.1.2 Secado:

El proceso de secado es muy importante debido a que si se realiza de manera adecuada el producto podrá conservar su calidad. Esta fase del proceso es llevada a cabo en los patios, pisos de concreto o en bolsas negras con el objetivo de que el café pueda llegar a tener tan solo un 13% de humedad.

9.1.3 Almacenamiento del café seco en bodegas:

Al finalizar el proceso de secado en los patios del beneficio, se procede a almacenar el café para luego ser trillado, para que el café pueda ser trillado debe cumplir con los estándares establecidos en el beneficio; humedad, color, olor y libre de insectos, hongos o cualquier tipo de impureza.

9.1.4 Trillado:

La última operación de preparación, que permite obtener el café en grano (oro), consiste en descascarillar mecánicamente los granos. Se descascarán para quitar la fina capa plateada (el tegumento), produciendo el café en oro, el que una vez clasificado en máquina o a mano puede ser comercializado internacionalmente. Las cascarras se recuperan y se utilizan como combustible.

9.1.5 Clasificación:

Una vez que el café se ha secado y pasa a ser café oro, se clasifica a mano o a máquina para quitar las impurezas y los granos malos o deformes. Además, el café también es clasificado por tamaño y calidad. Catalogándose por categoría: Café de primera, de segunda y broza.

9.1.6 Almacenamiento del café como producto terminado en bodegas:

Como última fase del proceso, el café que ya ha sido secado, trillado y clasificado, Se almacena por lote también, tal como en la primera fase del proceso (recepción), esto con el fin de mantener siempre el adecuado control e información sobre la clasificación del café. En esta última etapa el café ya está listo para ser comercializado nacional e internacionalmente.

9.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA APLICADA:

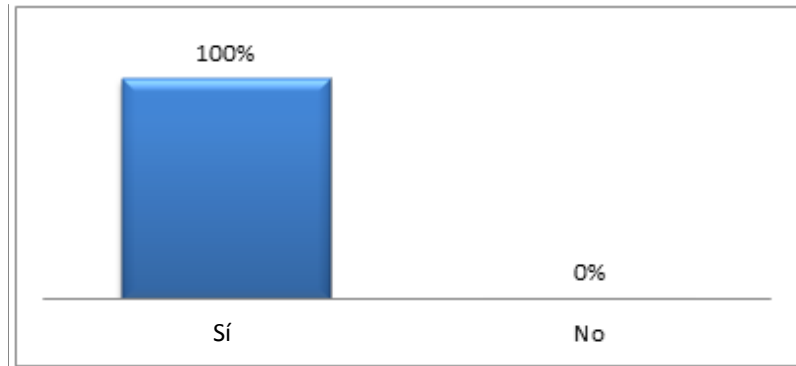
Para conocer el plan de mantenimiento utilizado actualmente en el beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A) se aplicó una encuesta como instrumento de recopilación de datos relevantes para el estudio, además de la observación a través de fichas de mantenimiento y el uso del dossier (manual) de las máquinas para determinar las actividades de mantenimiento sugeridas por el fabricante de dichos equipos. (Anexos N° 3 y 4).

La información obtenida se utilizó además para evaluar el tipo de mantenimiento aplicado en los equipos involucrados en el proceso productivo del café en la empresa.

El total de personas encuestadas fue de 6, correspondiente a 4 del personal operarios y 2 del personal de mantenimiento (encargado y ayudante) de los equipos industriales relacionados con el proceso productivo del beneficio ALSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A.

1) ¿Es para usted conocido el término "mantenimiento"?

GRÁFICO 1

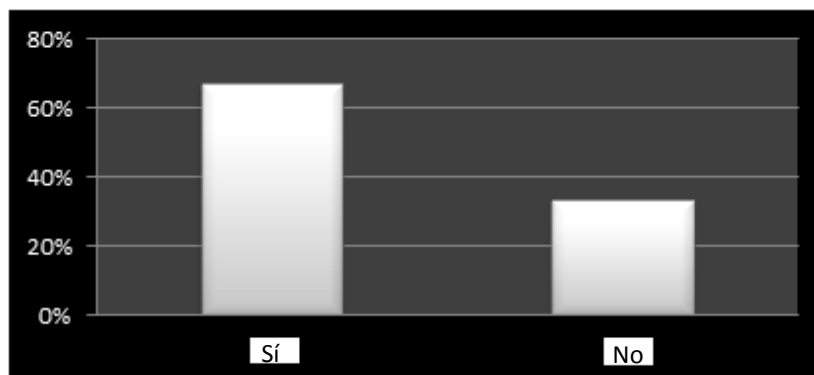


(Elaboración Propia)

Esta pregunta fue formulada para conocer si los operarios y personal de mantenimiento están familiarizados con el término de "mantenimiento" y según los resultados en esta grafica el 100% (6 personas) de los encuestados conocen de manera superficial el concepto de "mantenimiento".

2) ¿Cree usted que éste debe ser planificado?

GRÁFICO 2



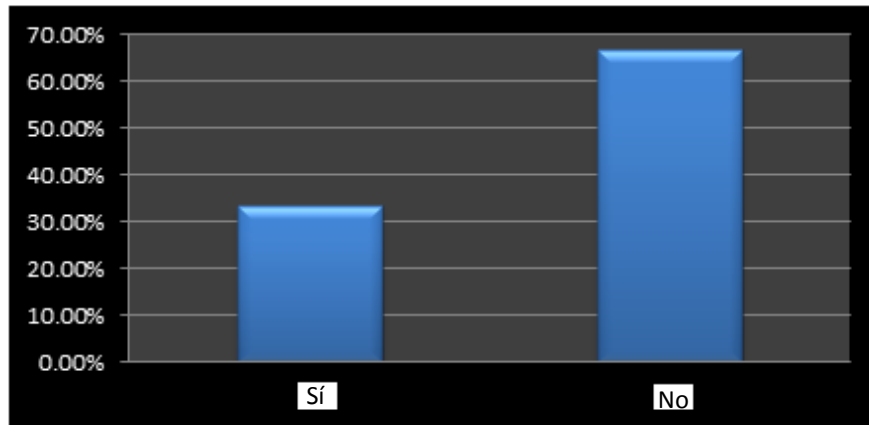
(Elaboración Propia)

El 66% (4 personas) consideran que el mantenimiento debe ser planificado y es de suma importancia realizarlo. Solo el 34% (2 personas) no consideran necesario planificar el mantenimiento.

El último porcentaje puede ser el resultado de la diferencia de conocimientos o nivel académico entre operarios y personal de mantenimiento.

3) ¿Tiene usted máquinas a su cargo?

GRÁFICO 3



(Elaboración Propia)

El 66% (4 personas) no tienen a su cargo máquinas; mientras que el 34% (2 personas) si tienen, este último número corresponde al personal encargado específicamente de actividades de mantenimiento.

4) ¿Cuántas máquinas son las que están a su cargo?

En vista de que solo el 34% respondieron tener máquinas a su cargo, número correspondiente al personal de mantenimiento, son estos los que trabajan periódicamente en los 5 tipos de máquinas de la línea de producción.

5) Mencione el nombre de alguna de estas máquinas:

Abanico centrífugo para elevador neumático (Ventilador).

Trilladora (Tipo Apolo).

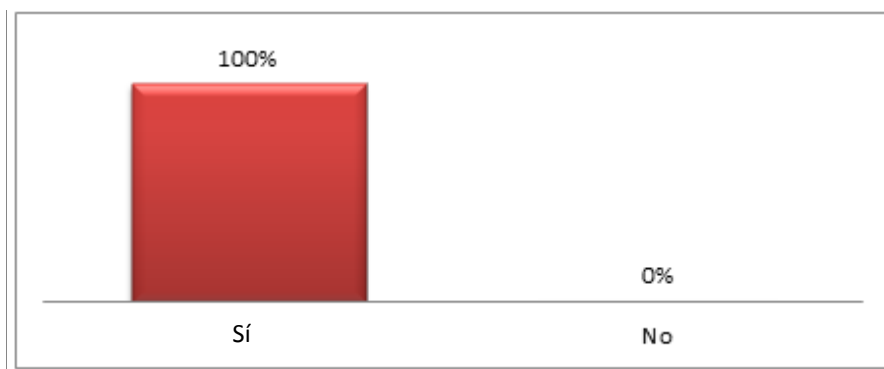
Elevador de Cangilones.

Clasificadora Densimétricas (Tipo Oliver).

Banda de transporte.

6) ¿Usted aplica algún tipo de mantenimiento a estos equipos?

GRÁFICO 4



(Elaboración Propia)

Según esta grafica muestra que el 100% (6 personas) de los encuestados del mantenimiento realizan ciertas actividades correctivas y preventivas.

7) ¿Cuáles son las actividades de mantenimiento más comunes que suele ejecutar en estos equipos?

Limpiar las máquinas.

Engrasar las partes de las máquinas.

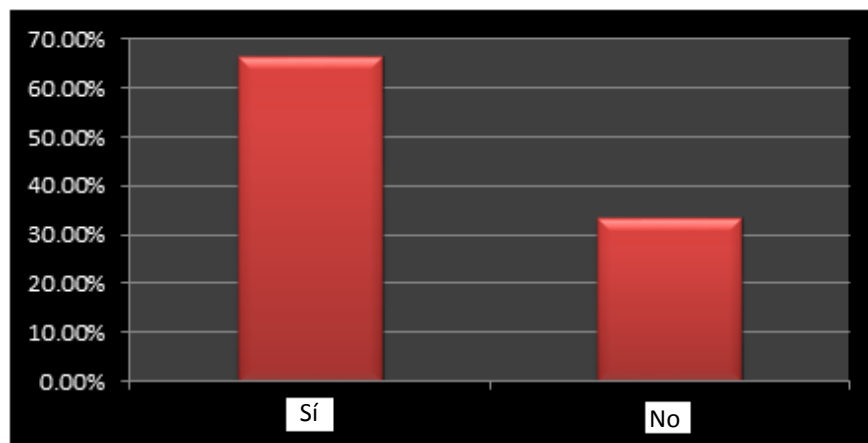
Cambiar las partes de las máquinas.

8) ¿Cada cuánto ejecuta usted estas actividades?

Semanal o mensualmente.

9) La ejecución de estas actividades ocasiona algún cambio en el funcionamiento de las máquinas? ¿porque?

GRÁFICO 5



(Elaboración Propia)

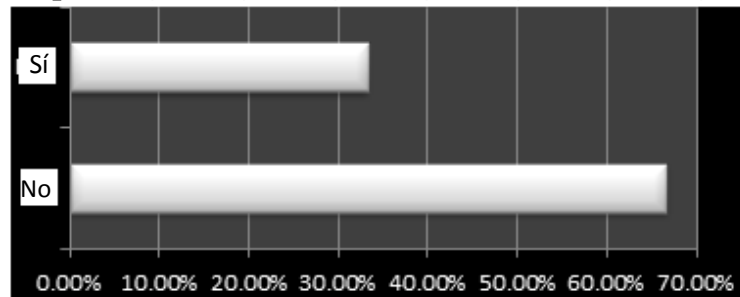
El 66% (4 personas) de los encuestados consideran que las actividades correctivas y preventivas ocasionan ciertos cambios significativos en el rendimiento de las máquinas tale como: la vida útil máxima y buen funcionamiento. Mientras que el 34% (2 personas) cree que los equipos funcionan con la misma capacidad tanto antes como después de ejecutar las actividades de mantenimiento.

10) ¿Cuál es normalmente la jornada laboral para estas máquinas?

La jornada laboral es de 8 horas, sin embargo los equipos se utilizan en un 60% dentro de dicha jornada (4.8 hrs).

11) ¿Se han presentado alguna vez fallas o averías ocasionando paros en el proceso de producción?

GRÁFICO 6

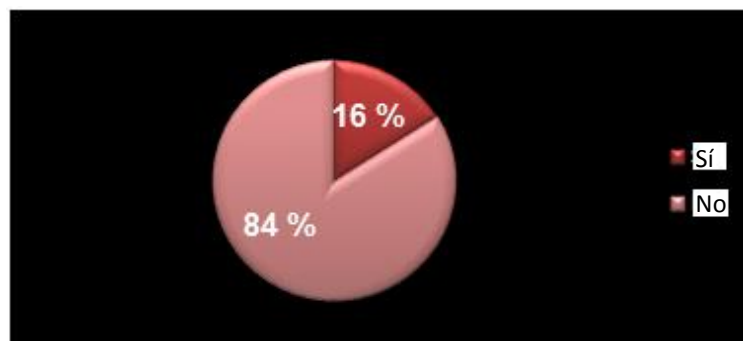


(Elaboración Propia)

Esta gráfica muestra que el 66% (4 personas) de los encuestados han encontrado averías que trastornan temporalmente el proceso productivos. Mientras que el 34% (2 personas) aseguran no haber encontrado fallas.

12) ¿Utilizan fichas de mantenimiento?

GRÁFICO 7



(Elaboración Propia)

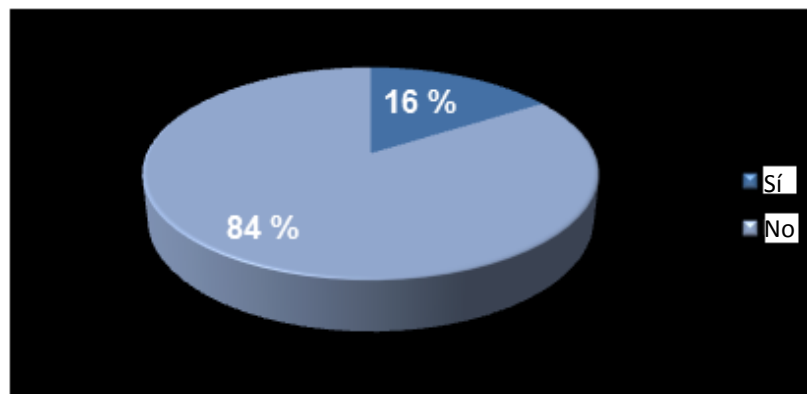
El 84% (5 personas) de los encuestados aseguran no utilizar fichas de mantenimiento.

El 16% (1 persona) Afirma utilizarlas.

El resultado mayoritario se debe a que solo la persona a cargo específicamente de este tipo de actividades cuenta con el control detallado del funcionamiento de los equipos (fichas, historial de averías, dossier, etc).

13) ¿Se cuenta con un historial de averías para cada máquina?

GRÁFICO 8



(Elaboración Propia)

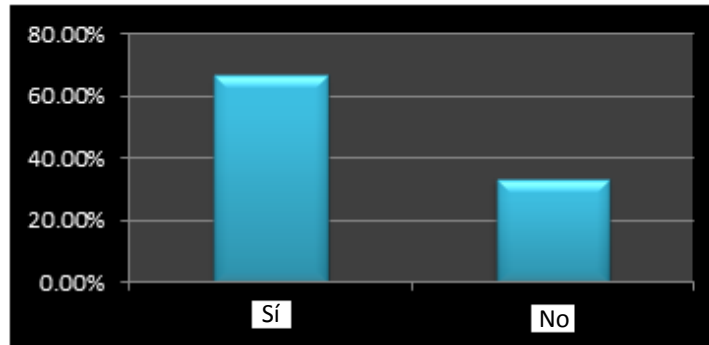
El 84% (5 personas) de los encuestados aseguran no poseer un historial de averías.

El 16% (1 persona) asegura que la empresa si cuenta con dichos historiales.

El resultado mayoritario se debe a que solo la persona a cargo específicamente de este tipo de actividades cuenta con el control detallado del funcionamiento de los equipos (fichas, historial de averías, dossier, etc).

14) ¿Posee la empresa los manuales de información técnica de fábrica para cada máquina involucrada en el proceso?

GRÁFICO 9

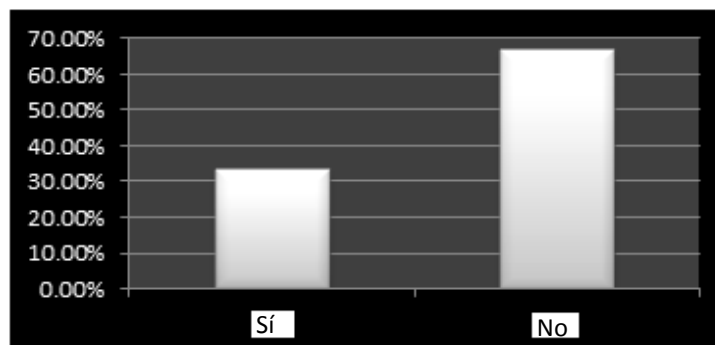


(Elaboración Propia)

El 66% (4 personas) de los encuestados aseguran que en la empresa cuenta con dichos manuales, mientras que el 34% (2 personas) desconocen en su existencia.

15) ¿Existe algún plan de contingencia contra paros imprevisto?

GRÁFICO 10

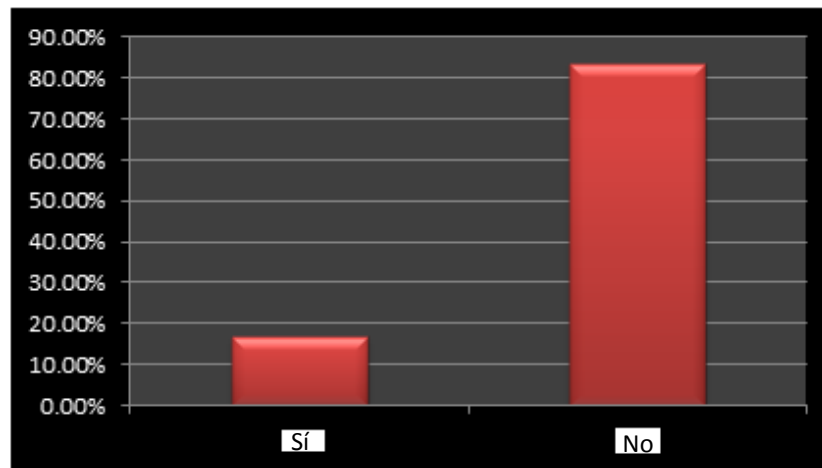


(Elaboración Propia)

El 34% (2 personas) de los encuestados aseguran que la empresa dispone de un stock de repuestos el que garantiza la puesta en marcha inmediata para cada máquina en caso de una avería. Solo el 66% (4 personas) respondieron que no cuentan con dicho Stock.

16) ¿Se ha elaborado algún plan de mantenimiento para esta empresa?

GRÁFICO 11



(Elaboración Propia)

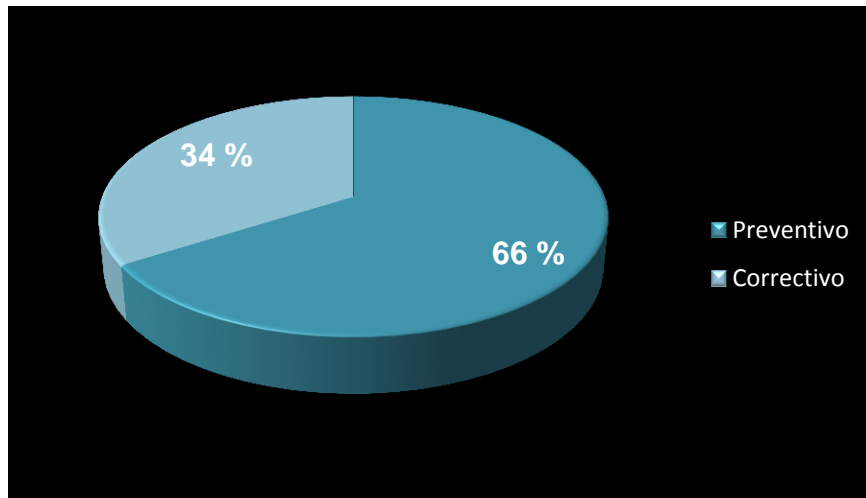
En esta grafica nos muestra que el 84% (5 personas) de los encuestados afirman que no se ha elaborado ningún plan de mantenimiento y el 16% (1 personas) asegura que durante todo el tiempo de estar laborando en esta empresa se han realizado planes de mantenimiento pero no se han ejecutados a cabalidad.

17) ¿Cómo valora usted este plan?

La persona encuestada que respondió si pregunta anterior, valora el plan como mejorable.

18) ¿Cuál es para usted el tipo de mantenimiento que la empresa debería aplicar?

GRÁFICO 12



(Elaboración Propia)

El 66% (4 Personas) de los encuestados coincidió en que se debe aplicar el mantenimiento preventivo.

Y solo el 34% (2 personas) optó por el correctivo.

Como se ha indicado constantemente en respuestas anteriores, el que un porcentaje de encuestados estén en desacuerdo, aun siendo clara la mejor opción como respuesta. Suponemos se debe al nivel de educación en cuanto al tema de discusión.

9.3 PLAN DE MANTENIMIENTO (BENEFICIO ALSCIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A)

El beneficio de café seco ALCSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A, dispone de una serie de actividades periódicas encaminadas a resolver las fallas o averías más comunes que suelen presentarse durante el proceso de trabajo aplicado al rubro café. Estas actividades aseguran la disponibilidad de los equipos y se pueden considerar como un plan aplicado a las condiciones de la empresa.

Las máquinas de que dispone la empresa para el proceso productivo son las siguientes:

- 1) Abanico para elevador neumático (Ventilador).
- 2) Trilladora (Tipo Apolo).
- 3) Elevadores de cangilones.
- 4) Clasificadora Densimétrica (Tipo Oliver).
- 5) Banda de Transporte.

9.3.1 Actividades más comunes de mantenimiento (Máquinas)

- a) Inspección: Ruidos fuertes que indiquen desperfectos. (Diario)
- b) Verificar: Unión del marco de soporte con la base de concreto. (Diario)
- c) Verificar: Alineamiento de los ejes centrales tanto en ventiladores como en la trilladora y banda de transporte. (Diario)
- d) Verificar: Estado y sujeción de tornillos tensores de muñoneras. (Semanal)
- e) Verificar: Estado y alineamiento de la banda (faja) de las poleas. (Diario)
- f) Socar: Tornillos tensores de la muñoneras. (Semanal)
- g) Engrasar: Muñoneras (balineras). (Mensual)
- h) Cambiar: Muñoneras (balineras). (Anual)
- i) Cambiar: Bandas (faja) de las poleas. (Anual)
- j) Limpieza: Parte interna de las máquinas. (Mensual)
- k) Limpieza: General. (Anual)

- l) Cambiar: Cadenas de la polea (piñón). (Anual)
- m) Verificar: Estado de cangilones.(Semanal)

9.3.2 Actividades más comunes de mantenimiento (Instalaciones)

- a) Inspección: Iluminación de las instalaciones. (Diario)
- b) Cambio: Lámparas para iluminación. (Anual)
- c) Inspección: Estado de extintores. (Mensual)
- d) Cambio: Agentes químicos internos de extintores. (Anual)
- e) Engrasar: Bisagras de portones de la instalación. (Mensual)
- f) Inspección: Estado de polines. (Mensual)
- g) Inspección: Estado del techo y paredes del almacén. (Mensual)
- h) Limpieza: Almacén. (Semanal)
- i) Limpieza: Patio. (Trimestral)
- j) Limpieza: General. (Anual)

PLAN DE MANTENIMIENTO (BENEFICIO ALSCIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A)

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ACTIVIDADES												
MÁQUINAS												
Inspección: Ruidos fuertes que indiquen desperfectos.												
Verificar: Unión del marco de soporte con la base de concreto.												
Verificar: Alineamiento de los ejes centrales tanto en ventiladores como en la trilladora y banda de transporte.												
Verificar: Estado y sujeción de tornillos tensores de muñoneras.												
Verificar: Estado y alineamiento de las bandas												

(fajas) de las poleas.	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow		Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Socar: Tornillos tensores de la muñoneras.	Red	Red	Red	Red		Red	Red	Red	Red
Engrasar: Muñoneras (balineras).	Green	Green	Green	Green		Green	Green	Green	Green
Cambiar: Muñoneras (balineras).	White	White	White	Grey		White	White	White	White
Cambiar: Bandas (fajas) de las poleas.	White	White	White	Grey		White	White	White	White
Limpieza: Parte interna de las máquinas.	Green	Green	Green	Green		Green	Green	Green	Green
Limpieza: General.	White	White	White	Grey		White	White	White	White
Cambiar: Cadenas de las poleas.	White	White	White	Grey		White	White	White	White
Verificar: Estado de cangilones.	Red	Red	Red	Red		Red	Red	Red	Red
INSTALACIONES									
Inspección: Iluminación de las instalaciones.	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow		Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Cambio: Lámparas para iluminación.									
Inspección: Estado de extintores.									
Cambio: Agentes químicos internos de extintores.									
Engrasar: Bisagras de portones de la instalación.									
Inspección: Estado de polines.									
Inspección: Estado del techo y paredes del almacén.									
Limpieza: Almacén.									
Limpieza: Patio									
Limpieza: General									

DIARIO	Yellow
SEMANAL	Red
MENSUAL	Green
TRIMESTRAL	Blue
ANUAL	Grey

Este es el modelo de plan de mantenimiento del que disponen en el beneficio ALSACIA, en este modelo existen muchas actividades preventivas las que de alguna manera garantizan la disponibilidad de los equipos durante un tiempo determinado. El objetivo de este estudio es evaluar dicho plan con el fin de determinar si es este el más adecuado para las actividades productivas de la empresa.

9.3.3 Ejecución de las Actividades:

La empresa dispone de un personal encargado específicamente para actividades de mantenimiento (jefe y ayudante). Durante la jornada laboral (8 hrs) estos se encargan periódicamente de la inspección y ejecución tanto de actividades preventivas como correctivas. Estas actividades están dirigidas específicamente a la maquinaria involucrada en el proceso productivo y las instalaciones del beneficio; por lo que para algunas actividades de mantenimiento tales como el sistema eléctrico de la empresa, sistema de computadoras y vehículos se contrata personal externo a la empresa especializado en cada una de las diferentes áreas.

9.3.4 Stock de Repuestos:

El beneficio de café seco ALSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A, cuenta con un amplio stock de repuestos para la mayoría de equipos de que dispone, especialmente aquellos cuyo origen es de países extranjeros. La importancia de este stock radica en que se puede ejecutar cualquier actividad de mantenimiento en el menor tiempo posible, es decir, que el tiempo que se tardaría en adquirir dichas partes o repuestos se puede reducir con la existencia de dicho stock dentro de la empresa. Esto en vista de aplicar con mayor frecuencia un tipo de mantenimiento correctivo, en cuyo caso se debería hacer la reparación inmediatamente. Puesto que si se aplica un mantenimiento de tipo preventivo, obviamente se podría anticipar el fallo o avería, apropiándose así de las herramientas y materiales necesarios para la anticipada ejecución del mantenimiento. De igual forma sería al aplicar el tipo de mantenimiento predictivo, el que es aún más preciso en cuanto a determinar el tiempo del fallo o avería.

9.4 GESTIÓN DE STOCKS PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL

Para lograr la adecuada gestión de stocks, se deberá determinar el lote económico, la frecuencia de los pedidos y el costo total anual de inventario. Para ello utilizaremos formulas respectivas detalladas en el marco teórico de este trabajo (Paginas 26 y 27).

Lote económico de compra

REPUESTO/ CONSUMIBLE	Costo por pedido (C\$)	Consumo anual (unds)	Precio Unitario (C\$)	Tasa de almacenamiento (%)	Cantidad a pedir (Unds)
RODAMIENTOS	500	32	972	20%	13
LUBRICANTES	100	24	125	20%	14
BANDAS (FAJAS)	100	8	308	20%	6
CADENAS	100	4	520	20%	3

Para determinar el lote económico o cantidad a pedir, se utilizó la información del plan actual de la empresa, en el que se puede observar de manera general la cantidad de cambios de piezas y el consumo de lubricantes anualmente. Por tanto conociendo la cantidad exacta de estos repuestos y consumibles por cada máquina se determinó la demanda anual y se estableció un precio en promedio.

El costo por pedido es un valor aproximado sugerido por el personal de mantenimiento. La tasa de almacenamiento es utilizada normalmente por las empresas como un porcentaje del valor de las unds almacenadas (Krajewski, 2008).

Se tomaron en cuenta los cambios más significativos en cuanto al consumo de piezas anualmente; es decir, que se omitió aquellas cuyo cambio no es frecuente.

Por lo que no es necesario plantear una ecuación para determinar la gestión de dicho stock.

Frecuencia de pedido

REPUESTO/ CONSUMIBLE	Consumo anual (unds)	Cantidad a pedir (Unds)	Frecuencia de pedidos anual (Pedidos/año)
RODAMIENTOS	32	13	3
LUBRICANTES	24	14	2
BANDAS (FAJAS)	8	6	2
CADENAS	4	3	2

En esta tabla se ha definido la frecuencia de los pedidos en base al consumo anual de las piezas y el lote económico de compra.

Costo Total Anual de Inventario

REPUESTO/ CONSUMIBLE	Cantidad a pedir (Unds)	Costo de mantener (C\$/Und)	Consumo anual (unds)	Costo por pedido (C\$)	Costo Total Anual (C\$)
RODAMIENTOS	13	194.4	32	500	2494.36
LUBRICANTES	14	25	24	100	346.42
BANDAS (FAJAS)	6	61.6	8	100	318.13
CADENAS	3	104	4	100	289.33
TOTAL (C\$)					3448.26

El costo total anual para la gestión de stocks de repuestos del plan de mantenimiento utilizado actualmente en el beneficio de café seco ALSACIA con respecto a las piezas y consumibles más usados es de C\$ 3,448.26 aproximadamente.

9.5 FICHERO HISTÓRICO DE LAS MÁQUINAS

Como se definió anteriormente en la primera parte de este trabajo (Marco Teórico), el fichero histórico de las máquinas es la información que describe las intervenciones sufridas por cada uno de estos equipos de trabajo, detallando así los datos más relevantes tales como: Tipo de fallo, frecuencia, número de horas laboradas y tiempo fuera de servicio. Esta información es indispensable para la realización de un análisis de disponibilidad, en el que obviamente se deben hacer con anticipación los cálculos de mantenibilidad y fiabilidad para proponer así las posibles mejoras.

Es por tal razón que para evaluar el plan de mantenimiento utilizado actualmente en el beneficio ALSACIA, se muestra a continuación una tabla con las fallas más comunes suscitadas durante el año 2012 y 2013 en la maquinaria involucrada en el proceso productivo de esta empresa.

La información (Historial de Averías) fue facilitada por el personal de mantenimiento de la empresa. Además se emplearon también datos obtenidos de la encuesta para determinar un promedio de la jornada laboral real de las máquinas. Posteriormente se realizaron los cálculos de mantenibilidad y fiabilidad para poder determinar así la disponibilidad real de dichos equipos, el tiempo aproximado de paro y las pérdidas ocasionadas por éste.

9.6 HISTORIAL DE AVERÍAS

MÁQUINAS	PARTES	TIPO DE AVERÍA	FALLAS ANUALES	REPARACIONES ANUALES	HORAS TRABAJADAS
ABANICO CENTRÍFUGO PARA ELEVADOR NEUMÁTICO (VENTILADOR)	RODAMIENTO	DESGASTE EN LOS BALINES	2	2	945.60
	MOTOR	DESALINEACIÓN POR COJINETE INCLINADO CON RESPECTO AL EJE	1	1	
	EJE CENTRAL	DESALINEACIÓN	2	2	
	TOTAL		5	5	
TRILLADORA	RODAMIENTO	DESGASTE EN LOS BALINES	4	4	945.60
	BANDAS DE LA POLEA PLANA (FAJA)	FISURAS	3	3	
	CUCHILLAS	DESAJUSTE	5	5	
	POLEA	DESAJUSTE EN LA UNIÓN DE SOPORTE AL EJE	4	4	

	MOTOR	DETERIORO DEL AISLAMIENTO	1	1	
	EJE CENTRAL	DESALINEACIÓN	2	2	
	TOTAL		19	19	
ELEVADOR DE CANGILONES	CANGILONES	DESGASTE POR CONTACTO	1	6	
	RODAMIENTO	DESGASTE EN LOS BALINES	5	4	
	BANDAS DE LA POLEA B(FAJA)	DISTENSIÓN	2	2	
	TOTAL		8	8	945.60
CLASIFICADORA DENSIMÉTRICAS	MALLAS ENTRETEGIDAS	DESAJUSTE	6	6	
	RODAMIENTO	DESGASTE EN LOS BALINES	4	4	
	EJE VIBRATORIO	DESAJUSTE	2	2	
	MOTORES	DESAJUSTE EN LA UNIÓN DE SOPORTE DE LA POLEA CON RESPECTO AL EJE	2	2	945.60

	TOTAL		14	14	
BANDA DE TRANSPORTE	BANDAS TRANSPORTADORA	DESALINEACIÓN DE LA BANDA	6	6	945.60
	RODAMIENTO	DESGASTE EN LOS BALINES	1	1	
	CADENA	DESAJUSTE	6	6	
	TOTAL		13	13	

DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS

MÁQUINA	MTBF (hrs/Averías)	TASA DE FALLO	MTTR (Reparaciones/año)	TASA DE REPARACIÓN	DISPONIBILIDAD
ABANICO	189.12	0.0052	5	0.2000	0.97
TRILLADORA	49.76	0.0200	19	0.0526	0.72
ELEVADOR DE CANGILONES	118.20	0.0084	8	0.1250	0.93
CLASIFICADORA	67.54	0.0148	14	0.0714	0.82
BANDAS DE TRANSPORTE	72.73	0.0137	13	0.0769	0.84
DISPONIBILIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS					0.86

Según los indicadores antes mencionados para la evaluación de estas máquinas: MTBF (Fiabilidad), que depende de las fallas presentadas en los equipos durante todo el año y MTTR (Mantenibilidad), que depende de las reparaciones realizadas en el año también.

El resultado obtenido de esta evaluación es que la disponibilidad total de los equipos es de 86 %, lo que nos indica que estos funcionan adecuadamente durante un tiempo correspondiente a la mayoría dentro de su jornada laboral, es decir que se encuentran en un buen estado (ni averiado, ni en revisión).

Además podemos determinar que a pesar de su buen funcionamiento, su disponibilidad no está garantizada en su totalidad. Lo que obviamente significa paros imprevistos en el proceso de producción originando así pérdidas a la empresa.

En la tabla que se muestra a continuación se detallan las fallas más comunes presentadas por máquina, así también el tiempo promedio de reparación de dichas averías.

Conociendo la producción aproximada anualmente de la empresa se determinó la producción real originada por los paros imprevistos. Lo que nos facilitara tomar las decisiones pertinentes para mejorar el plan de mantenimiento utilizado actualmente en esta empresa.

Máquina	Fallas (Año)	Tiempo de reparación (horas)	Paro de la producción (horas/año)	Producción pronosticada (qq/año)	Producción real (qq/año)	Pérdida (qq/año)	Ingresos pronosticados (C\$/año)	Ingresos reales (C\$/año)	Pérdida (C\$/año)
Abanico centrífugo para elevador neumático(ventilador)	5	3	15	29550	29081.25	468.75	3841500	3780562.50	60937.50
Trilladora	19	2	38	29550	28362.50	1187.50	3841500	3687125	154375
Elevador de cangilones	8	2	16	29550	29050	500	3841500	3776500	65000
Clasificadora	14	3	42	29550	28237.50	1312.50	3841500	3670875	170625
Banda de transporte	13	3	39	29550	28331.25	1218.75	3841500	3683062.50	158437.50
Total Pérdida									609375

Conociendo datos relevantes tales como; el costo por quintal procesado (C\$130) y el total de horas de paro en la línea de producción. Se logró determinar que el total de las pérdidas asciende a C\$ 609,375

La cantidad antes mencionada es el resultado de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mal formulado, del que resultan muchas actividades correctivas incurriendo así en el consumo de tiempo que a la vez se traduce en la pérdida de dinero para la empresa.

9.7 INFORMACIÓN TÉCNICA DE LAS MÁQUINAS

9.7.1 Abanico para Elevador Neumático (Ventilador)

Un ventilador es un aparato capaz de propulsar aire gracias a un propulsor giratorio mecánico que transmite la energía mecánica desde el eje del ventilador a la corriente de salida.

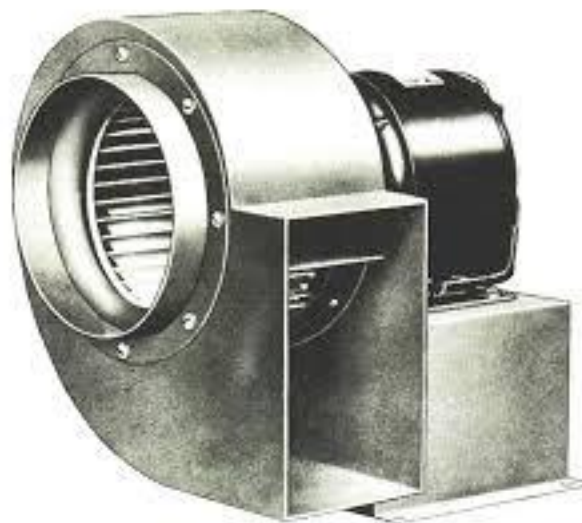
Este aire es movido por las aspas del ventilador y son éstas las que al pasar por un determinado punto del espacio impulsan al aire y provocan el ruido.

En función de la velocidad que las aspas tengan así será el ruido que provoca puesto que la velocidad es directamente proporcional al ruido generado y de esta manera la frecuencia del álabe determina el tono fundamental.

Por tanto el tamaño de las aspas del ventilador y su forma son las características básicas para determinar el ruido que el ventilador produce.

Cabe destacar que los niveles más bajos de ruido se producen con diferencia cuando se utiliza el ventilador en su área de máxima eficacia de la curva de rendimiento.

FIGURA 9: VENTILADOR



(QUESADA, 2008)

CARACTERÍSTICAS:

Velocidad del ventilador para elevador neumático= 3500 RPM

ESPECIFICACIONES DEL MOTOR:

Motor del elevador neumático= 5 HP, 3500 RPM

Existen diferentes tipos de ventiladores que se diferencian en el tipo de aspa:

VENTILADORES CENTRÍFUGOS:

Se caracteriza por el tipo de álabe empleado y provoca movimiento de aire y genera una presión gracias en parte a la acción centrífuga producida por las aspas de la hélice y en parte a la velocidad de giro.

Dentro de este tipo de ventiladores podemos distinguir varios tipos, los de álabes inclinados, los curvados y los que son en sentido contrario a la marcha.

Los ventiladores centrífugos producen ruidos situados por lo general a lo largo del espectro completo de frecuencias audibles alcanzando su valor máximo en las bajas frecuencias, habitualmente entre 31,5 y 250 Hz.

VENTILADORES DE FLUJO AXIAL:

Transmiten la energía al aire por medio de un movimiento de giro produciendo un remolino que no es lo más adecuado para un flujo eficaz de aire a través del conducto adyacente.

Para mejorar su eficiencia es necesario añadir guías que enderecen el flujo.

Dentro de este tipo de ventiladores podemos distinguir varios tipos:

-Ventiladores axiales con aletas guía.

-Ventiladores tubo axiales.

-Ventiladores helicoidales.

9.7.2 Trilladora (Tipo APOLO)

La trilladora se emplea en el despergaminado del café. La operación se realiza por fricción del grano dentro de la cámara de la máquina. Su diseño permite que sea una máquina de gran capacidad, sin producir recalentamiento al grano, ni afectar la contextura física del mismo.

La vida útil de la maquina es prácticamente indefinida debido a que la estructura principal no sufre ningún desgaste, aparte de que las piezas de fricción son fácilmente cambiables y económicas.

FUNCIONAMIENTO:

La alimentación se efectúa por medio de un elevador neumático que tiene la particularidad de no subir elementos de mayor densidad que la del grano (piedras y objetos de metal) que comúnmente aparecen en la masa del café.

La máquina cuenta con dos cámaras, la primera llamada “trilla” y la segunda “retrilla”. En la primera se le quita la cascarilla a una parte del flujo de café. El chorro que sale de esta cámara se descarga por gravedad a través de un bajante con inclinación regulable, hacia un elevador de cangilones que lo eleva a la retrilla. En esta segunda cámara se concluye el 100% del pelado de café, el cual sale por otro bajante hacia el sistema de transportación que lo lleva al proceso de clasificado. La máquina dispone de un ventilador que succiona el aire por medio de unos ductos verticales que tienen la boca de entrada al final de los dos bajantes (el de la trilla y de la retrilla). Este dispositivo se encarga de extraer la cascarilla que se le separa al grano y enviarla a su depósito respectivo, dejando al producto final limpio (café oro).

FIGURA 10: TRILLADORA



(QUESADA, 2008)

CARACTERÍSTICAS:

Capacidad= 2070 Kgs/hora

Velocidad del bolillo= 290 RPM

Velocidad del ventilador para cáscara= 2916 RPM

Polea para el eje central= 42" Plana

ESPECIFICACIONES DEL MOTOR:

Motor principal= 30 HP, 1750 RPM

Motor del ventilador de cascarilla= 5 HP, 3500 RPM

RECOMENDACIONES:

- A.** El eje central debe quedar debidamente nivelado.
- B.** En el montaje de poleas debe garantizarse que las fajas queden debidamente alineadas y bien tensadas.
- C.** El giro del eje principal debe verse hacia arriba, colocándose al frente de la máquina.
- D.** En operación normal, cada mes debe destaparse la máquina para darle una limpieza general y verificar que todo esté en estado normal; tuercas, tornillos bien apretadas; y principalmente la distancia entre las tejas del bolillo y las medias lunas que se ubican cerca de las bocas de salida del café que sea aproximadamente $1/32$ ". Esta distancia se ajusta con el rol axial que se instala en el extremo izquierdo de la barra.
- E.** Se recomienda instalar al motor un amperímetro, que sirve para verificar la carga de la máquina, el amperaje no debe ser mayor al nominal del motor.
- F.** Las pesas en las compuertas de salida regulan la carga y la eficiencia del trillado. Cuando se va a parar la maquina debe cerrarse la alimentación, bajar totalmente las pesas y garantizarse que las cámaras estén vacías.
- G.** Engrasar muñoneras periódicamente.

9.7.3 Elevador de Cangilones

Son utilizados en la industria para el transporte de materiales de las más variadas clases, ya sean a granel, secos, húmedos e inclusive líquidos.

Constan de una cinta o cadena motora accionada por una polea de diseño especial (tipo tambor) que le soporta e impulsa, sobre la cual van fijados un determinado número de cangilones. El cangilón es un balde que puede tener distintas formas y dimensiones, construido en chapa de acero o aluminio y modernamente en materiales plásticos, de acuerdo al material a transportar. Van unidos a la cinta o cadena por la parte posterior, mediante remaches o tornillos, en forma rígida o mediante un eje basculante superior cuando trabajan montados sobre cadenas para transporte horizontal.

Los materiales a emplear en sus distintas partes dependerán del uso del mismo. Por ejemplo en las plantas de lavado y fraccionado de cloruro de sodio (sal), se utilizan rolos (tambores) de madera, cangilones plásticos, utilizando la menor cantidad de componentes metálicos posibles.

Estos elevadores cuando se utilizan para transporte vertical, deben ir provistos de un freno de retroceso que puede ser de cuña o a trinquete, para evitar el retroceso de la noria y su consecuente atascamiento.

La principal utilización de estos elevadores es el transporte de cereales, como parte integrante de las denominadas norias de elevación. La altura de los mismos es muy variable, desde los tres metros para pequeñas plantas clasificadores de cereales hasta los 70 metros en las instalaciones de puertos y grandes plantas de acopio.

FIGURA 11: ELEVADOR DE CANGILONES



(QUESADA, 2008)

Los elementos que complementan el elevador son:

- Bandejas de carga y descarga de material.
- Plataforma de mantenimiento del cabezal.
- Riendas tensoras con muertos de anclaje.
- Distribuidor con comando a nivel de piso.
- Compuertas laterales para mantenimiento de la banda, limpieza y reemplazo de cangilones.

ESPECIFICACIONES DEL MOTOR:

Motor del elevador de cangilones= 3 HP, 1750 RPM

9.7.4 Clasificadora Densimétrica (Tipo OLIVER)

Las clasificadoras densimétricas (mesas vibratorias) se utilizan en la clasificación de cualquier tipo de grano, de acuerdo a su peso específico, en tres clases. En sí, el objetivo es mejorar la calidad del producto final separándolo por densidades y haciendo posible la exclusión de granos defectuosos y/o elementos extraños.

Por su capacidad y eficiencia es una de las máquinas más usadas en la preparación del café para la exportación, tanto para el café de pergamino como en el café oro.

En el café pergamino tienen la particularidad de separar los granos que por una u otra razón se han desprendido del pergamino en el transcurso del proceso de beneficiado (húmedo y secado), que por lo general son granos de sabor de taza dudosa y de apariencia física defectuosa (negros, manchados, picados, etc.).

FUNCIONAMIENTO:

El funcionamiento se aplican tres principios para el desplazamiento y clasificado del producto: vibración, gravedad y aire forzado. El producto se alimenta por gravedad a través de una tolva con compuertas graduables, ubicadas en la parte trasera derecha de la mesa vibratoria.

La inclinación de la mesa en sentido longitudinal y transversal, la vibración y la corriente de aire ascendente a través de las perforaciones de la mesa, provocan el avance de la masa de granos formando capas horizontales, de la siguiente forma:

- 1.** En la inferior se depositan los granos más pesados, permaneciendo en contacto con la superficie de la mesa. Debido al doble efecto de la vibración de la mesa y al direccionamiento de la corriente de aire, estos granos se dirigen hacia la salida más alta.
- 2.** La capa superior está formada por granos y partículas menos densas, que flotan, los cuales por gravedad se dirigen hacia la salida más baja de la mesa.

3. En el centro de las capas antes mencionadas se sitúan otras, formando una zona de transición con granos mezclados y densidades intermedias que salen por la parte central de la mesa.

Para lograr el clasificado deseado, en relación al producto que se esté procesando, la maquina cuenta con una serie de controles o ajustes: -compuerta para la carga de alimentación; inclinación longitudinal; e inclinación transversal.

FIGURA 12: CLASIFICADORA DENSIMÉTRICA



(QUESADA, 2008)

OTRAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Una polea de ajuste para vibración de 6", un canal en B.

Dos poleas: 5", 2 canales en B, para la trasmisión de barra de los abanicos.

RECOMENDACIONES:

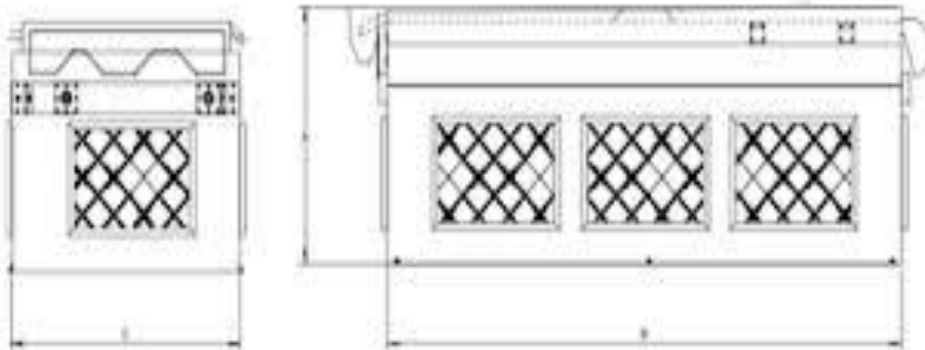
- A.** El piso donde se instala la maquina debe estar bien nivelada. Si se trata de una estructura elevada debe ser bien rígida, ya que vibraciones incorrectas contrarrestan la fuerza mecánica de los excéntricos.
- B.** La máquina debe quedar bien sujeta o anclad
- C.** a la base donde se instale, de manera que no haya posibilidad de que se deslice o se mueva el cuerpo de la misma.
- D.** Para mantener la eficiencia de operaciones los filtros o cedazos de los costados deben permanecer limpios. Para este efecto se recomienda ubicar la maquina cerca de una pared; de esta manera poder instalar un ducto corto para que los abanicos subsionen el aire de un ambiente libre de cascarillas, que son las partículas que generalmente obstruyen los filtros.
- E.** Periódicamente se debe quitar la mesa y sacudirle los cedazos, preferiblemente con aire a presión.
- F.** Cuando el control de vibración no da regulación se debe revisar y /o cambiar la polea de ajuste.
- G.** Engrasar muñoneras periódicamente.

Especificaciones de la Clasificadora Densimétrica (Tipo OLIVER)

CARACTERÍSTICAS										
Modelo	Dimensiones (m)						capacidad (kg/hora)	Motor		Velocidad de abanicos (RPM)
	A	B	C	D	E	F		H P	RP M	
V-160	2.4 5	1.45	1.4	1.65	0.30	0.65	2300- 2750	10	172 5	1438
V-80	1.8 5	1.30	1.4	1.65	0.30	0.65	1150- 1400	7. 5	172 5	1438

- A- Vista lateral.
- B- Vista frontal.
- C- Altura hasta la meza.
- D- Altura total.
- E- Base-Bandejas de salida.
- F- Tamaño de orificio de salida de grano.

FIGURA 13: VISTA FRONTAL Y LATERAL



(QUESADA, 2008)

9.7.5 Banda de Transporte

Una banda o cinta transportadora es una estructura de goma o tejido en forma de correa cerrada en anillo, con una unión o empalme metálico, utilizada para transportar materiales.

La banda transportadora consta de 2 tambores (simples) impulsadores y 5 rodillos, dicha banda está clasificada como banda plana, el ancho de la banda es de 55 cm, resistente a la abrasión, 1 motor reductor de 3 HP.

Una cinta transportadora es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores. La banda es arrastrada por fricción por uno de los tambores, que a su vez es accionado por un motor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores.

Debido al movimiento de la banda el material depositado sobre esta es transportado hacia el tambor accionado por el tambor que recibe el movimiento del motor. En esta zona el material depositado sobre la banda es almacenado en una tolva o en sacos en dependencia de su disposición final.

Las cintas transportadoras se usan principalmente para transportar materiales granulados, agrícolas e industriales, tales como cereales, carbón, minerales, etcétera, aunque también se pueden usar para transportar personas en recintos cerrados (por ejemplo, en grandes hospitales y ciudades sanitarias). A menudo para cargar o descargar buques cargueros o camiones. Para transportar material por terreno inclinado se usan unas secciones llamadas cintas elevadoras.

FIGURA 14: BANDA DE TRANSPORTE



(QUESADA, 2008)

VENTAJAS DE SU UTILIZACIÓN:

- Transportan materiales a gran distancia.
- Se adaptan al terreno.
- Posee una gran capacidad de transporte.
- Es posible la carga y la descarga en cualquier punto trazado sobre la ruta de trabajo.
- Se puede desplazar.
- No altera el producto transportado.

9.8 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO (MÁQUINAS)

9.8.1 Máquina 1: Abanico para elevador neumático (Ventilador).

- a) Inspección: Ruidos fuertes que indiquen desperfectos. (Diario)
- b) Verificar: Unión del marco de soporte con la base de concreto. (Diario)
- c) Verificar: Alineamiento del eje del abanico. (Diario)
- d) Verificar: Estado de propelas. (Semanal)
- e) Verificar: Estado y sujeción de tornillos tensores de muñoneras (balineras). (Semanal)
- f) Verificar: Estado y alineamiento de la banda (faja) de la polea. (Diario)
- g) Socar: Tornillos tensores de la muñoneras (balineras). (Semanal)
- h) Engrasar: Muñoneras (balineras). (Mensual)
- i) Cambiar: Muñoneras (balineras), (SKF 092H), 2 unds. (Semestral)
- j) Cambiar: Banda (faja) de la polea, (DYNAFLEX B-85), 1 und. (Anual)

9.8.2 Máquina 2: Trilladora (Tipo APOLO).

- a) Inspección: Ruidos fuertes que indiquen desperfectos. (Diario)
- b) Verificar: Unión del marco de soporte con la base de concreto. (Diario)
- c) Verificar: Alineamiento del eje central. (Diario)
- d) Verificar: Estado y sujeción de tornillos tensores de muñoneras (balineras). (Semanal)
- e) Verificar: Estado y alineamiento de la banda (faja) de la polea. (Diario)
- f) Socar: Tornillos tensores de la muñoneras (balineras). (Semanal)
- g) Engrasar: Muñoneras (balineras). (Mensual)
- h) Cambiar: Muñoneras (balineras), (SKF 092H), 2 unds. (Semestral)
- i) Cambiar: Banda (faja) de la polea, (DYNAFLEX B-120), 1 unds. (Semestral)
- j) Limpiar parte interna de la máquina. (Mensual)
- k) Alinear: Tejas (cuchillas) de la parte interna. (Mensual)
- l) Regular: Pesas para graduar la presión y descarga. (Diario)
- m) Limpieza: General. (Anual)
- n) Engrasar: Muñoneras (balineras) del ventilador de cascarilla. (Mensual)
- o) Cambiar: Muñoneras (balineras) del ventilador de cascarilla, (SKF 505H), 2 unds. (Semestral)
- p) Cambiar: Banda (faja) de la polea del ventilador de cascarilla, (DYNAFLEX B-55), 1 und. (Anual)

9.8.3 Máquina 3: Elevador de Cangilones.

- a) Inspección: Ruidos fuertes que indiquen desperfectos. (Diario)
- b) Verificar: Alineamiento del eje de la base. (Diario)
- c) Verificar: Alineamiento del eje del cabezal. (Diario)
- d) Verificar: Alineamiento del eje de la polea. (Diario)
- e) Verificar: Estado y sujeción de tornillos tensores de muñoneras (balineras).
(Semanal)
- f) Socar: Tornillos tensores de la muñoneras (balineras). (Semanal)
- g) Verificar: Estado de tornillos de soporte de cangilones. (Semanal)
- h) Socar: Tornillos de soporte de cangilones. (Semanal)
- i) Calibrar: Tornillos de la banda interna del elevador. (Semanal)
- j) Engrasar: Tornillos de la banda interna del elevador. (Mensual)
- k) Verificar: Estado y alineamiento de la banda (faja) de la polea. (Diario)
- l) Verificar: Estado y alineamiento de la cadena de la polea (piñón). (Diario)
- m) Engrasar: Muñoneras (balineras). (Mensual)
- n) Cambiar: Muñoneras (balineras), (SKF 175H), 6 unds. (Semestral)
- o) Cambiar: Banda (faja) de la polea, (DYNAFLEX B-80), 1 und. (Anual)
- p) Cambiar: Cadena de la polea (piñón), 1 und. (Anual)
- q) Verificar: Estado de cangilones.(Semanal)
- r) Limpieza: General. (Anual)

9.8.4 Máquina 4: Clasificadora Densimétricas (Tipo OLIVER).

- a) Inspección: Ruidos fuertes que indiquen desperfectos. (Diario)
- b) Inspección: Compuerta para la carga de alimentación. (Diario)
- c) Inspección: Inclinação longitudinal de la clasificadora. (Semanal)
- d) Inspección: Inclinação transversal de la clasificadora. (Semanal)
- e) Verificar: Estado y sujeción de tornillos tensores de muñoneras. (Semanal)
- f) Verificar: Dirección de desviadores de granos. (Semanal)
- g) Engrasar: Muñoneras (balineras) de la barra de la polea para vibración, (FY-509M). (Mensual)
- h) Engrasar: Muñoneras (balineras) de las barras de transmisión para abanicos, (SKF-01171). (Mensual)
- i) Cambiar: Bandas (fajas) de la polea para vibración (B-58), 2 unds. (Anual)
- j) Cambiar: Bandas (fajas) para transmisión de barras de abanicos (B-55), 2 und. (Anual)
- k) Cambiar: Muñoneras (balineras) de la barra de la polea para vibración, 2 unds. (FY-509M). (Semestral)
- l) Cambiar: Muñoneras (balineras) de las barras de transmisión para abanicos, 4 unds. (SKF-01171). (Semestral)
- m) Limpiar: Interior de la clasificadora. (Mensual)
- n) Limpieza: General. (Anual)

9.8.5 Máquina 5: Banda de Transporte (Transportadora).

- a) Inspección: Ruidos fuertes que indiquen desperfectos. (Diario)
- b) Cambio: Lámparas para iluminación. (14 tubos). (Semestral)
- c) Engrasar: Muñoneras (balineras) de los ejes. (Mensual)
- d) Engrasar: Cadena de la polea (Piñón). (Mensual)
- e) Socar: Tornillos tensores de las muñoneras. (Semanal)
- f) Encerado: Banda. (Mensual)
- g) Cambiar: Uniones tensoras de la banda, 1 und. (Anual)
- h) Cambio: Muñoneras (balineras), (NTN UC208-108), 4 und. (Semestral)
- i) Cambio: Cadena de la polea (Piñón), 1 und. (Anual)
- j) Limpieza: General. (Mensual)

9.9 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO (INSTALACIONES)

ACTIVIDADES:

- a) Inspección: Iluminación de las instalaciones. (Diario)
- b) Cambio: Lámparas para iluminación. (20 lámparas). (Anual)
- c) Inspección: Estado de extintores. (Mensual)
- d) Cambio: Agentes químicos internos de extintores. (polvo seco tipo ABC, HCM 1-O-O). (Anual)
- e) Engrasar: Bisagras de portones de la instalación. (Mensual)
- f) Inspección: Estado de polines. (Mensual)
- g) Inspección: Estado del techo y paredes del almacén. (Mensual)
- h) Limpieza: Almacén. (Semanal)
- i) Limpieza: Patio. (Trimestral)
- j) Limpieza: General. (Anual)

PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

(BENEFICIO ALSCIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
25	23	27	23	25	26	25	26	23	26	25	25
DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS

MÁQUINAS											
ACTIVIDADES											
VENTILADOR											
a)											
b)											
c)											
d)											
e)											
f)											
g)											
h)											
i)											
j)											

TRILLADORA												
a)												
b)												
c)												
d)												
e)												
f)												
g)												
h)												
i)												
j)												
k)												
l)												
m)												
n)												
o)												
p)												
ELEVADOR DE CANGILONES												
a)												

b)												
c)												
d)												
e)												
f)												
g)												
h)												
i)												
j)												
k)												
l)												
m)												
n)												
o)												
p)												
k)												
r)												
CLASIFICADORA DENSIMÉTRICA												
a)												

b)												
c)												
d)												
e)												
f)												
g)												
h)												
i)												
j)												
k)												
l)												
m)												
n)												
BANDA DE TRANSPORTE												
a)												
b)												
c)												
d)												

e)												
f)												
g)												
h)												
i)												
j)												
INSTALACIONES												
ACTIVIDADES												
a)												
b)												
c)												
d)												
e)												
f)												
g)												
h)												
i)												
j)												

DIARIO	Gray
SEMANAL	Blue
MENSUAL	Dark Blue
TRIMESTRAL	Green
SEMESTRAL	Yellow
ANUAL	Red

Este es el modelo de plan de mantenimiento propuesto para el beneficio ALSACIA, el que fue formulado mediante el uso de la información técnica de las máquinas y el análisis del historial de averías para cada uno de estos equipos. En este modelo existen una serie de actividades preventivas que garantizaran la disponibilidad de los equipos durante un tiempo determinado, siempre y cuando se cumpla cada actividad tal y como es detallada para cada máquina. La gestión de stocks y la disponibilidad de los equipos involucrados en el proceso de producción serán presentadas a continuación.

9.10 GESTIÓN DE STOCKS PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

Para lograr la adecuada gestión de stocks, se deberá determinar el lote económico, la frecuencia de los pedidos y el costo total anual de inventario. Para ello utilizaremos formulas respectivas detalladas en el marco teórico de este trabajo (Paginas 26 y 27).

Lote económico de compra

REPUESTO/ CONSUMIBLE	Costo por pedido (C\$)	Consumo anual (unds)	Precio Unitario (C\$)	Tasa de almacenamiento (%)	Cantidad a pedir (Unds)
RODAMIENTOS	500	64	972	20%	19
LUBRICANTES	100	24	125	20%	14
BANDAS (FAJAS)	100	9	308	20%	6
CADENAS	100	4	520	20%	3

Para determinar el lote económico o cantidad a pedir, se utilizó la información del plan propuesto para la empresa, en el que se puede observar de manera general la cantidad de cambios de piezas y el consumo de lubricantes anualmente. Por tanto conociendo la cantidad exacta de estos repuestos y consumibles por cada máquina se determinó la demanda anual y se estableció un precio en promedio.

El costo por pedido es un valor aproximado sugerido por el personal de mantenimiento. La tasa de almacenamiento es utilizada normalmente por las empresas como un porcentaje del valor de las unds almacenadas (Krajewski, 2008).

Se tomaron en cuenta los cambios más significativos en cuanto al consumo de piezas anualmente; es decir, que se omitió aquellas cuyo cambio no es frecuente.

Por lo que no es necesario plantear una ecuación para determinar la gestión de dicho stock.

Frecuencia de pedido

REPUESTO/ CONSUMIBLE	Consumo anual (unds)	Cantidad a pedir (Unds)	Frecuencia de pedidos anual (Pedidos/año)
RODAMIENTOS	64	19	4
LUBRICANTES	24	14	2
BANDAS (FAJAS)	9	6	2
CADENAS	4	3	2

En esta tabla se ha definido la frecuencia de los pedidos en base al consumo anual de las piezas y el lote económico de compra.

Costo Total Anual de Inventario

REPUESTO/ CONSUMIBLE	Cantidad a pedir (Unds)	Costo de mantener (C\$/Und)	Consumo anual (unds)	Costo por pedido (C\$)	Costo Total Anual (C\$)
RODAMIENTOS	19	194.40	64	500	3531.01
LUBRICANTES	14	25	24	100	346.42
BANDAS (FAJAS)	6	61.60	9	100	334.80
CADENAS	3	104	4	100	289.33
TOTAL (C\$)					4501.57

El costo total anual para la gestión de stocks de repuestos del plan de mantenimiento propuesto para el beneficio de café seco ALSACIA con respecto a las piezas y consumibles más usados es de C\$ 4,501.57 aproximadamente.

El resultado del costo total anual para la gestión de stocks del plan de mantenimiento propuesto puede parecer no muy conveniente con respecto al resultado obtenido en el plan de mantenimiento actual; sin embargo, este aumento se debe al cambio y uso con mayor frecuencia de piezas y consumibles. Lo que arbitrariamente podríamos clasificar como negativo por genera costos; no obstante desde el punto de vista enfocado a resolver problemas de paros imprevistos es lo ideal, siendo el plan propuesto la mejor forma de garantizar el adecuado funcionamiento de los equipos por un tiempo prolongado con respecto a la jornada laboral de dichas máquinas. Es decir, que de esta forma se puede reducir una considerable pérdida para la empresa que resulta de la inesperada inactividad en la línea de producción. Más adelante detallaremos los valores correspondientes a dicha pérdida, así también la reducción que resulta de la aplicación del nuevo plan.

9.11 HISTORIAL DE AVERÍAS

MÁQUINAS	PARTES	TIPO DE AVERÍA	FALLAS ANUALES	REPARACIONES ANUALES	HORAS TRABAJADAS
ABANICO CENTRÍFUGO PARA ELEVADOR NEUMÁTICO (VENTILADOR)	RODAMIENTO	DESGASTE EN LOS BALINES	0	0	945.60
	MOTOR	DESALINEACIÓN POR COJINETE INCLINADO CON RESPECTO AL EJE	1	1	
	EJE CENTRAL	DESALINEACIÓN	1	1	
	TOTAL		2	2	
TRILLADORA	RODAMIENTO	DESGASTE EN LOS BALINES	0	0	945.60
	BANDAS DE LA POLEA PLANA (FAJA)	FISURAS	1	1	
	CUCHILLAS	DESAJUSTE	2	2	
	POLEA	DESAJUSTE EN LA UNIÓN DE SOPORTE AL EJE	2	2	

	MOTOR	DETERIORO DEL AISLAMIENTO	1	1	
	EJE CENTRAL	DESALINEACIÓN	1	1	
	TOTAL		7	7	
ELEVADOR DE CANGILONES	CANGILONES	DESGASTE POR CONTACTO	1	1	
	RODAMIENTO	DESGASTE EN LOS BALINES	0	0	
	BANDAS DE LA POLEA B(FAJA)	DISTENSION	1	1	
	TOTAL		2	2	945.60
CLASIFICADORA DENSIMÉTRICAS	MALLAS ENTRETEGIDAS	DESAJUSTE	4	4	
	RODAMIENTO	DESGASTE EN LOS BALINES	0	0	
	EJE VIBRATORIO	DESAJUSTE	2	2	
	MOTORES	DESAJUSTE EN LA UNIÓN DE SOPORTE DE LA POLEA CON RESPECTO AL EJE	2	2	945.60

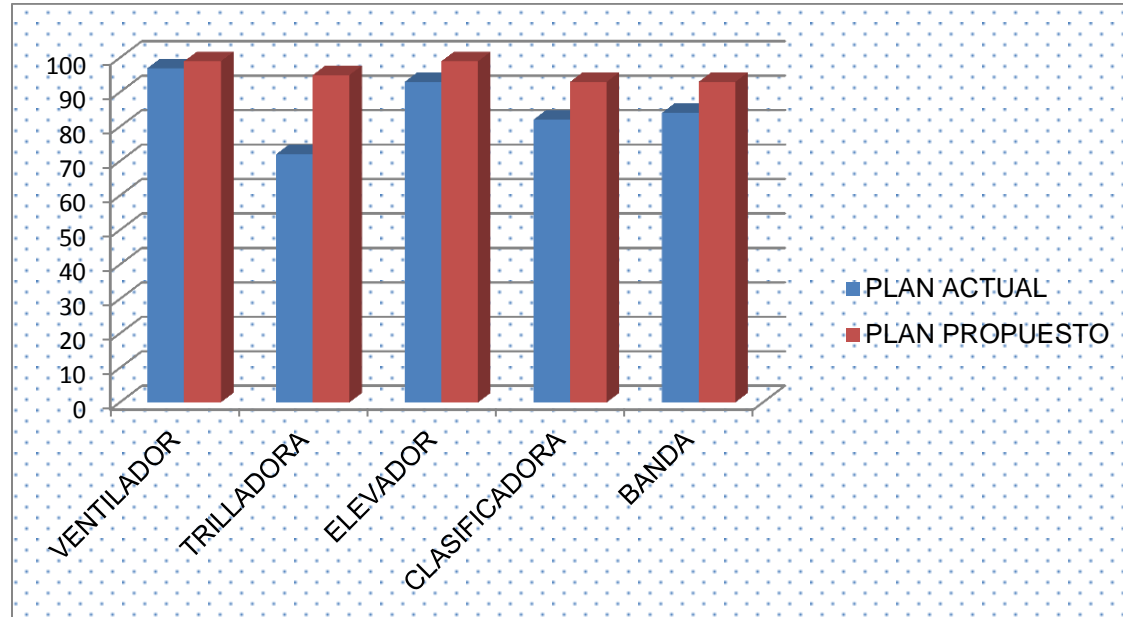
	TOTAL		8	8	
BANDA DE TRANSPORTE	BANDAS TRANSPORTADORA	DESALINEACIÓN DE LA BANDA	4	4	945.60
	RODAMIENTO	DESGASTE EN LOS BALINES	0	0	
	CADENA	DESAJUSTE	4	4	
	TOTAL		8	8	

DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS

MÁQUINA	MTBF (hrs/Averías)	TASA DE FALLO	MTTR (Reparaciones/año)	TASA DE REPARACIÓN	DISPONIBILIDAD
ABANICO	472.80	0.0021	2	0.5000	0.99
TRILLADORA	135.08	0.0074	7	0.1428	0.95
ELEVADOR DE CANGILONES	472.8	0.0021	2	0.5000	0.99
CLASIFICADORA	118.2	0.0084	8	0.1250	0.93
BANDAS DE TRANSPORTE	118.2	0.0084	8	0.1250	0.93
DISPONIBILIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS					0.96

9.12 DISPONIBILIDAD POR MÁQUINA

GRÁFICO 13



(Elaboración Propia)

Según los indicadores antes mencionados para la evaluación de estas máquinas: MTBF (fiabilidad) depende de las fallas presentadas en los equipos durante todo el año, MTTR (mantenibilidad) depende de las reparaciones realizadas en el año también.

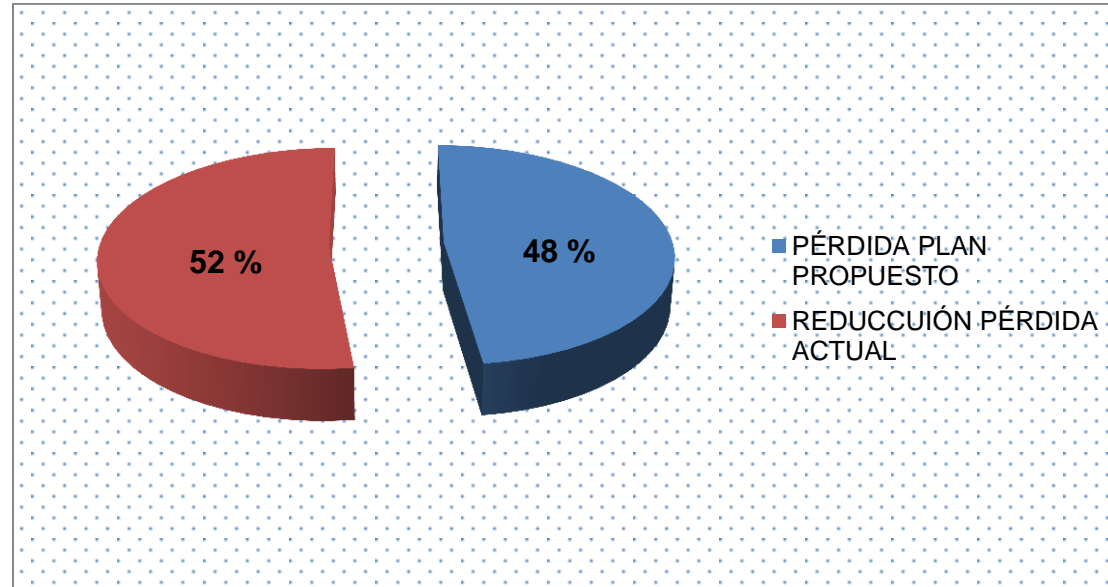
El resultado obtenido de esta evaluación es que la disponibilidad total de los equipos es de 96 %, lo que nos indica que al implementar el nuevo plan se puede aumentar en un 10% la disponibilidad, disminuyendo así los paros imprevistos y a su vez pérdidas a la empresa.

Máquina	Fallas (Año)	Tiempo de reparación (horas)	Paro de la producción (horas/año)	Producción pronosticada (qq/año)	Producción real (qq/año)	Pérdida (qq/año)	Ingresos pronosticados (C\$/año)	Ingresos reales (C\$/año)	Pérdida (C\$/año)
Abanico centrífugo para elevador neumático(ventilador)	2	3	6	29550	29362.50	187.50	3841500	3817125	24375
Trilladora	7	2	14	29550	29112.50	437.50	3841500	3784625	56875
Elevador de cangilones	2	2	4	29550	29425	125	3841500	3825250	16250
Clasificadora	8	3	24	29550	28800	750	3841500	3744000	97500
Banda de transporte	8	3	24	29550	28800	750	3841500	3744000	97500
Total Pérdida									292500

El resultado del historial de averías utilizado para el plan propuesto, es determinado por las actividades de mantenimiento ejecutadas con mayor frecuencia y en base a los antecedentes de fallos de los años 2012 y 2013; es decir que este es un pronóstico de los resultados de la aplicación del nuevo plan.

9.13 REDUCCIÓN PÉRDIDAS

GRÁFICO 14



(Elaboración Propia)

Conociendo datos relevantes tales como; el costo por quintal procesado (C\$130) y el total de horas de paro en la línea de producción. Podremos determinar el total de la pérdida, que en el caso de la aplicación del plan propuesto sería de C\$ 292,500. Es decir que se lograría reducir en un 52 % (C\$316,875) la pérdida sufrida por la utilización del plan actual.

Es importante mencionar que no se puede asegurar la disponibilidad total de los equipos, utilizando un plan de mantenimiento preventivo, sin embargo, se debe hacer el esfuerzo de reducir los paros imprevistos al mínimo coste posible.

Para lograr garantizar un máximo grado de disponibilidad en los equipos, el tipo de mantenimiento más adecuado es el mantenimiento predictivo, pero en vista del elevado coste de su aplicación, se debe analizar si es este la mejor opción para las condiciones económicas de la empresa.

9.14 PRESUPUESTO PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

MAQUINAS	N° DE MÁQUINAS	CANTIDAD (Unds)	COSTO UNITARIO (C\$)	TOTAL (C\$)
VENTILADOR PARA ELEVADOR NEUMÁTICO				
RODAMIENTOS (BALINERAS) SKF-092H	1	4	1200	4800
BANDAS (FAJAS) DYNAFLEX B-85		1	320	320
TRILLADORA				
RODAMIENTOS (BALINERAS) SKF-092H		4	1200	4800
BANDAS (FAJAS) DYNALEX B-120	1	2	380	760
RODAMIENTOS (BALINERAS) DEL VENTILADOR SKF-505H		4	625	2500
BANDAS (FAJAS) DEL VENTILADOR DYNAFLEX B-55		1	240	240
ELEVADOR DE CANGILONES				
RODAMIENTOS (BALINERAS) SKF-175H	2	12	800	19200
BANDAS (FAJAS) DYNAFLEX B-65		1	280	560

CADENA DE TRANSMISIÓN		1	520	1040
CLASIFICADORA				
RODAMIENTOS (BALINERAS) FY-509M		4	1120	4480
BANDAS (FAJAS) DYNAFLEX B-85	1	1	320	320
RODAMIENTOS (BALINERAS) DE LOS VENTILADORES SKF-01171		8	975	7800
BANDAS (FAJAS) DE LOS VENTILADORES DYNAFLEX B-80		2	310	620
BANDA DE TRANSPORTE				
RODAMIENTOS (BALINERAS) NTN UC208- 108		8	885	14160
CADENA DE TRANSMISIÓN	2	1	520	1040
LÁMPARAS FLUORESCENTES PARA ILUMINACIÓN 40 WATT		14	40	1120
UNION TENSORA DE BANDA		1	285	570
CONSUMIBLES				
LUBRICANTE (GRASA GENERAL) ROSHFRANS GRADO NLG12 (450 grs)		24	125	3000
CERA ANTIDERRAPANTE		1	220	220

SUBTOTAL MATERIALES (C\$)	67550
----------------------------------	--------------

MANO DE OBRA	SALARIO MENSUAL (C\$)	SALARIO ANUAL (C\$)
JEFE DE MTTO	7000	84000
AYUDANTE	4500	54000
SUBTOTAL MANO DE OBRA (C\$)		138000

INSTALACIONES	CANTIDAD (Unds)	COSTO UNITARIO (C\$)	TOTAL (C\$)
LÁMPARAS FLUORESCENTES PARA ILUMINACIÓN 40 WATT	20	40	800
AGENTES QUIMICOS ABC, HCM 1- 0-0 PARA EXTINTORES 20 LBS	4	620	2480
LUBRICANTE (GRASA GENERAL)	2	125	250
SUBTOTAL MATERIALES (C\$)			3530

MANO DE OBRA	SALARIO MENSUAL (C\$)	SALARIO ANUAL (C\$)
PERSONAL DE LIMPIEZA	2800	33600
PERSONAL DE LIMPIEZA (PATIO)	1800	7200
MANTENIMIENTO A EXTINTORES	150	600
SUBTOTAL MANO DE OBRA (C\$)		41400

TOTAL PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO (C\$)	250480
--	---------------

El costo de la aplicación del plan de mantenimiento (Preventivo) propuesto para el beneficio ALSACIA, es de C\$ 250,480 por año.

Utilizar este plan garantizará en un 96 % la disponibilidad de los equipos utilizados en la línea de producción. Además se podrá reducir en un 52% (C\$ 316, 875) la pérdida que sufre la empresa con la aplicación del plan de mantenimiento actual.

A continuación se detallarán también algunos de los equipos y su costo para la aplicación del mantenimiento predictivo en el beneficio de café seco ALSACIA (INVERCASA AGROPECUARIA S.A)

9.15 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

EQUIPOS A UTILIZAR	FUNCIÓN	COSTO UNITARIO (U\$)	N° DE Unds REQUERIDAS	COSTO TOTAL (U\$)
RADIOGRAFIA	PARA LA DETECCION DE FISURAS Y GRIETAS INTERNAS	1500	7	10500
SENSOR DE VIBRACION	MIDE LAS FRECUENCIA DE LAS VIBRACIONES	285	7	1995
TACÓMETRO	MIDE LAS REVOLUCIONES POR MINUTO	300	9	2700
SENSOR MAGNÉTICO	EN LOS MOTORES PARA MEDIR EL CAMPO MAGNÉTICO	245	9	2205
SENSOR DE ROTURA DE CRISTAL	CUANDO HAY FALLAS MECANICAS EN LAS MAQUINAS	320	7	2240
SENSOR DE INFRARROJO	DETECTAR EL MOVIMIENTO INTERRUMPIDO	530	7	3710
SENSOR DE HUMO	DETECCION DE INCENDIOS	390	2	780

SENSOR DE TEMPERATURA	CALIBRAR LA TEMPERATURA DEL APARATO	250	7	1750
CONTACTOR	INTERRUMPIR EL PASO DE LA CORRIENTE ANTE UNA SOBRECARGA Y CORTOCIRCUITO	350	8	2800
TOTAL EQUIPOS (U\$)				28680
TOTAL EQUIPOS (C\$)				734208

Para este tipo de mantenimiento se necesita contratar más personal, además de garantizar su experiencia o adecuada capacitación en la implementación y ejecución de actividades de detección precoz de fallas.

MANO DE OBRA	CANTIDAD DE EFECTIVOS	SALARIO MENSUAL (C\$)	SALARIO ANUAL (C\$)
JEFE DE MANTENIMIENTO	1	7500	90000
AYUDANTES	2	6000	144000
COSTO DE CAPACITACION			38400
TOTAL MANO DE OBRA (C\$)			272400

TOTAL MANTENIMIENTO PREDICTIVO (C\$)	1006608
---	----------------

Lo que se ha detallado en la tabla anterior es el elevado coste de la implementación del mantenimiento predictivo, el que solo es posible mediante el uso de sofisticados equipos de detección precoz de fallas y un personal capacitado. Por lo general estas personas suelen ser profesionales, ya que instruirlos en el adecuado uso de dichos equipos resulta ser más fácil.

Es importante señalar que en esta tabla de los costes del mantenimiento predictivo no se reflejan los materiales a utilizar en un plan de mantenimiento (Repuestos, Consumibles), es decir que el cálculo del coste total una vez elaborado un presupuesto, sería aún mayor. Es por tal razón que no todas las empresas suelen utilizar este tipo de plan, ya que resulta más conveniente para su situación financiera enfrentar una determinada cantidad de paros imprevistos, que suelen ser económicamente aceptables en comparación con el uso de este tipo de mantenimiento.

X. CONCLUSIÓN

Como respuesta a las preguntas que nos planteamos inicialmente, podemos definir que el tipo de mantenimiento empleado en el beneficio ALSACIA, es el mantenimiento preventivo, con algunas actividades correctivas, las que son el resultado de un plan de mantenimiento mal formulado.

También se determinó que la mantenibilidad y la fiabilidad son algunos de los factores que intervienen en la disponibilidad de los equipos y en la ejecución de las actividades de mantenimiento. Además del nivel de capacitación del personal a cargo de dicha área.

Los elementos necesarios para diseñar un plan de mantenimiento de acuerdo a las condiciones de trabajo en una empresa son el historial de averías y el dossier de las máquinas.

Con respecto al plan de mantenimiento propuesto para la empresa, podemos concluir que su aplicación sería conveniente, en vista de la considerable reducción en las pérdidas y la prolongación del funcionamiento y vida útil de los equipos.

XI. RECOMENDACIONES

- 1) Tomar como plan de mantenimiento para el beneficio ALSACIA, el que ha sido propuesto en este trabajo.
- 2) Ejecutar las actividades del plan de mantenimiento en el tiempo en el que se ha preestablecido.
- 3) Mantener un stock de repuestos necesario, para no incurrir en costes de inventarios.
- 4) Implementar las recomendaciones del dossier de las máquinas.
- 5) Instalar un contactor para los motores de cada uno de los equipos como interruptor y sistema de protección ante cortocircuitos y sobrecargas.
- 6) Capacitar al personal de mantenimiento en cuanto a los sistemas eléctricos tanto de las instalaciones, como de los equipos.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la Investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales. PEARSON.
- Díaz Navarro, J. (2004). Técnicas de Mantenimiento Industrial.
- Dounce Villanueva, E. (2009). La Productividad en el Mantenimiento Industrial. MÉXICO: Grupo Editorial PATRIA.
- Gómez, E., & Martínez, S. (2008). Introducción a la Ingeniería. México: LIMUSA.
- Hicks, P. E. (2008). Ingeniería Industrial y Administración. PATRIA CULTURAL.
- Krajewski, L. (2008). Administración de Operaciones. MÉXICO: PEARSON.
- Milan, G. (2004). Cadena Agroindustrial Café. Nicaragua.
- Niebel, F. (2004). Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. México: Alfaomega.
- Ortiz Uribe, F. G. (2008). Metodología de la Investigación. El proceso y sus técnicas. LIMUSA.
- Pérez López, C. (2005). Muestreo Estadístico. Madrid: PEARSON.
- Piura López, J. (2008). Metodología de la Investigación. Un enfoque integrador.
- QUESADA, X. C. (2008). MAQUINARIA INDUSTRIAL QUESADA. COSTA RICA.
- Quevedo Urías, H. (2008). Estadística para Ingeniería y Ciencias. México: PATRIA.
- Rodríguez Araújo, J. (2008). Gestión del Mantenimiento.
- Soto, C. (2010). Guía Técnica para el Beneficiado del Café. Guatemala.
- Weimar, R. C. (2009). Estadística. México: PATRIA.

ANEXOS

ANEXO N° 1

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero			
	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. Elección del Tema	x	x																														
2. Identificación de la Problemática			x	X																												
3. Recolección de Información					x	x																										
4. Antecedentes						x																										
5. Selección de los Objetivos						x																										
6. Justificación del Estudio							x																									
7. Recolección de Información							x	x																								
8. Diseño Metodológico								x	x																							

ANEXO N° 2

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala
Plan de Mantenimiento	Es un conjunto de acciones que tienen como objetivo conservar los equipos, asegurando así su disponibilidad en todo momento.	Mantenimiento Correctivo	<ul style="list-style-type: none"> Número de averías imprevistas por máquina. Tiempo de reparación. 	<ul style="list-style-type: none"> Observación de las averías. Horas hombre (Tiempo de reparación). 	Cuantitativa
		Mantenimiento Preventivo	<ul style="list-style-type: none"> Número de averías previstas por máquina. Frecuencia de las averías. 	<ul style="list-style-type: none"> Observación e inspección del funcionamiento de las máquinas. Análisis de la ficha técnica e historial de averías. 	Cuantitativa

				<ul style="list-style-type: none"> • Dossier de la máquina. • Encuesta. 	
	Mantenimiento Predictivo	<ul style="list-style-type: none"> • Número de Detecciones precoz de fallas o averías. • Frecuencia de las averías. • Intensidad de la corriente eléctrica. • Vibraciones. • Temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación e inspección del funcionamiento de las máquinas. • Análisis de la ficha técnica e historial de averías. • Dossier de la máquina. • Graficas de control. • Amperímetro. • Sensor de vibraciones. • Termómetro. 	Cuantitativa	

		Disponibilidad de los Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenibilidad. • Fiabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Horas hombre (Tiempo de reparación). • Dossier de la Máquina. • Ficha técnica e historial de averías. • Vida útil real de la Máquina o equipo. • Tiempo de operación de la máquina. 	Cuantitativa
		Mano de Obra	<ul style="list-style-type: none"> • Número de efectivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hombres por máquinas. 	Cuantitativa
		Costos de Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Unidades monetarias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto. 	Cuantitativa.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA FAREM-MATAGALPA

El presente estudio tiene como objetivo recopilar información referente al plan y ejecución del mantenimiento utilizado actualmente en el beneficio de café seco ALSACIA INVERCASA AGROPECUARIA S.A. Por lo que solicitamos de su apoyo para obtener dicha información.

ANEXO N° 4

Encuesta

Marque con la letra “X” y responda a su criterio las siguientes preguntas.

Sexo:	M:	F:
Empresa:		
Area de Trabajo:		
Cargo:		
Profesion:		
Jornada Laboral:		

- 1) ¿Es para usted conocido el término "mantenimiento"?
Sí:
No:

- 2) ¿Cree usted que éste debe ser planificado?
Sí:
No:

- 3) ¿Tiene usted máquinas a su cargo?
Sí:
No:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA FAREM-MATAGALPA

- 4) ¿Cuántas máquinas son las que están a su cargo?
N°:

- 5) Mencione el nombre de algunas de estas máquinas:

- 6) ¿Usted aplica algún tipo de mantenimiento a estos equipos?
Sí:
No:

- 7) ¿Cuáles son las actividades de mantenimiento más comunes que suele ejecutar en estos equipos?

- 8) ¿Cada cuánto ejecuta usted estas actividades?

- 9) ¿La ejecución de estas actividades ocasiona algún cambio en el funcionamiento de las máquinas? ¿Por qué?
Sí:
No:

- 10) ¿Cuál es normalmente la jornada laboral para estas máquinas?

- 11) ¿Se han presentado alguna vez fallas o averías ocasionando paros en el proceso de producción?
Sí:
No:

- 12) ¿Utilizan fichas de mantenimiento?
Sí:
No:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA FAREM-MATAGALPA

- 13) ¿Se cuenta con un historial de averías para cada máquina?
Sí:
No:
- 14) ¿Posee la empresa los manuales de información técnica de fábrica para cada máquina involucrada en el proceso?
Sí:
No:
- 15) ¿Existe algún plan de contingencia contra paros imprevistos?
Sí:
No:
- 16) ¿Se ha elaborado algún plan de mantenimiento para esta empresa?
Sí:
No:
- 17) ¿Cómo valora usted este plan?
Inadecuado:
Adecuado:
Mejorable:
- 18) ¿Cuál es para usted el tipo de mantenimiento que la empresa debería aplicar?
Correctivo:
Preventivo:
Predictivo: