



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA**

UNAN - MANAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA FAREM MATAGALPA
MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL Y DE
SISTEMAS

TEMA:

**Evaluación de la Calidad del Mantenimiento y su Impacto en la Productividad
en el Área de Secado Mecánico de Exportadora Atlantic S.A, I semestre 2017,
Sébaco, Matagalpa.**

AUTORES:

Br. Julio Josué Castro Chavarría.

Br. Porfirio López Sequeira.

TUTOR:

Ing. Iván Martín Montenegro

Julio, 2017



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA**

UNAN - MANAGUA

**FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA FAREM MATAGALPA
MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL Y DE
SISTEMAS**

TEMA:

**Evaluación de la Calidad del Mantenimiento y su Impacto en la Productividad
en el Área de Secado Mecánico de Exportadora Atlantic S.A I semestre 2017,
Sébaco, Matagalpa**

AUTORES:

Br. Julio Josué Castro Chavarría.

Br. Porfirio López Sequeira.

TUTOR:

Ing. Iván Martín Montenegro

Julio, 2017

Tema

Evaluación de la Calidad del Mantenimiento y su Impacto en la Productividad en el Área de Secado Mecánico de Exportadora Atlantic S.A I semestre 2017, Sébaco, Matagalpa

Índice

Dedicatoria	i
Agradecimiento.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Valoración del Tutor	iv
Resumen.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
V. OBJETIVOS.....	6
5.1. Objetivo General	6
5.2. Objetivos Específicos.....	6
VI. HIPÓTESIS	7
VII. MARCO TEÓRICO	8
7.1 Definición de café.....	8
7.1.1 Origen del Café	9
7.1.2 Importancia del café en la Economía.....	10
7.1.3 Tipos de Beneficiados	10
7.1.4 Beneficiado Húmedo	11
7.1.5 Beneficiado Seco.....	11
7.1.6 Diagrama de proceso del café en la empresa Atlantic S.A.	12
7.1.7 Descripción del proceso productivo realizada en el área de producción, Beneficio Seco	13
7.1.8 Tres principales componentes para cada tipo de secadora:	15
7.1.9 Proceso en el Área de Secado Mecánico	16
7.1.10 Control y calidad	18
7.1.12 Normas y estándares de catación para la región de Centroamérica	18
7.1.13 Almacenamiento de café pergamino	19
7.1.14 Tolva o receptor	20
7.1.15 Pre-limpiadora.....	20
7.1.16 Trilladora	21

7.1.17 Elevadores	21
7.1.18 Catadoras	21
7.1.19 Clasificadora por tamaño	21
7.1.20 Clasificación por Peso	22
7.1.21 Clasificadora electrónica	23
7.1.22 Mezcla y Embarque	23
7.1.23 Las funciones básicas de un beneficio seco	24
7.2 Mantenimiento	25
7.2.1 Historia del Mantenimiento	26
7.2.2 Tipos de mantenimiento:	27
7.2.2.1 Mantenimiento Correctivo	27
7.2.2.2 Mantenimiento Preventivo	28
a) Etapas del plan de mantenimiento preventivo	29
7.2.2.3 Mantenimiento Predictivo.....	30
7.2.2.4 Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance TPM)	31
7.2.4 Gestión de Mantenimiento	33
7.2.5 Sistema Típico del Mantenimiento:	34
7.2.6 Manual de mantenimiento	34
b) Planificación de Mantenimiento	35
c) Herramientas de Planificación	36
7.2.7 Evaluación de la Organización de Mantenimiento.	37
7.2.8 Evaluación del Estado Técnico de los Equipos.	37
7.2.9 Técnicas de control de la maquinaria	38
7.2.10 Indicadores de Mantenimiento Mundial.	40
7.2.11 Indicadores de Gestión para el Mantenimiento.	42
7.2.12 Medición del Mantenimiento.....	43
7.2.13 Paros	47
7.2.14 Fallas.....	47
7.2.15 Evolución de la tasa de fallas a lo largo de tiempo.....	47
7.2.16 Ciclo de Reparación y Mantenimiento	48
7.2.17 Conceptos asociados al mantenimiento:.....	50
7.2.18 Calidad	54

7.3 Productividad	57
7.3.1 Producto.....	59
7.3.2 Productos en proceso	59
7.3.3 Productos terminados	59
7.3.4 La productividad de la mano de obra	59
7.3.5 Indicadores de eficiencia general de los equipos (OEE).	60
7.3.6. Factores que afectan la productividad de las empresas.....	61
VIII. DISEÑO METODOLÓGICO	63
8.1 Tipo de investigación	64
8.2 Periodo y secuencia de estudio	64
8.3 Universo de estudio	64
8.4 Población	64
8.5 Muestra	64
8.6 Técnicas de Recolección de Datos	65
IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:	66
X. CONCLUSIONES	80
XI. RECOMENDACIONES	81
XII. BIBLIOGRAFÍA	82
XIII. ANEXOS	1

Dedicatoria

A DIOS:

A nuestro creador, el que nos ha dado fortaleza y nos permitió llegar a este momento tan especial, por los triunfos y los momentos difíciles que nos ha enseñado a valorar cada día más; por ello con toda la humildad de nuestro corazón, dedicamos primeramente y sobre todas las cosas esta Monografía a Dios Padre, el dador y dueño de la vida.

A NUESTROS PADRES:

Por ese amor y apoyo incondicional que nos han brindado sin esperar nada a cambio y por formarnos con buenos sentimientos, hábitos y valores.

A NUESTROS FAMILIARES:

A nuestros familiares que han ayudado que nuestra vida sea distinta, apoyándonos en todo momento.

Julio Castro, Porfirio López.

Agradecimiento

Agradezco primeramente a mis padres que han dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida y darles las gracias por apoyarme en todos los momentos de mi vida.

A nuestros familiares de manera general por apoyarnos en todo momento, inculcándonos valores en sentido de seriedad y responsabilidad; y por habernos dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de nuestras vidas. Sobre todo, por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A los docentes que en el transcurso de nuestra carrera nos impartieron sus conocimientos, y muy especialmente a todas nuestras amistades en esta universidad, que nos animaron y ayudaron a hacer de los tiempos de tensión momentos de mucha felicidad en esta etapa tan importante de nuestras vidas.

A nuestro Tutor, Ing. Iván Montenegro Castillo, por su tiempo, dedicación, paciencia y ánimo, además de facilitarnos sus conocimientos en cada etapa de nuestra investigación.

A la Empresa Exportadora Atlantic S. A, por brindarnos la oportunidad de desarrollar nuestra investigación y por todo el apoyo y facilidades que nos fueron otorgados en la empresa, por darnos la oportunidad de crecer profesionalmente y aprender cosas nuevas

Br. Julio Josué Castro Chavarria.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por la vida, por darme sabiduría y discernimiento en mis actúares, por darme esta oportunidad en mi vida de culminar mis estudios, una meta que se a podido cumplir con muchos obstáculos pero todos superables.

A mi señora Madre por apoyarme y confiar en mi a lo largo de este trayecto. A mis hermanos y hermanas quienes con sus palabras me han dado aliento y ánimos de seguir luchando para conseguir lo que uno desee.

A las luchas del 6%, por esos Héroes y Mártires quienes con sus vidas y agallas defendieron esa causa para que hoy gozaramos de una Universidad Pública y de calidad. Al Movimiento Estudiantil de la FAREM Matagalpa y a sus dirigentes gracias a ellos pude comprender el amor a la Universidad donde pude esforzarme cada dia mas y defender a los estudiantes, por esa hermandad en el Movimiento aquí los menciono con la idiosincrasia nicaragûense (Kalamar, Kalamarcito, Tutu, El cabezón Dorwin(Q.E.P.D) ,Chaparro Luis, Flaco Ricardo, Pastelito, Henry la Panucha, Armengol, Desperdicio, La Mina, La Lety, La Meche, Chemita, Salvador carita, Peluca, La Nacha, El pandi, Brocheta, Carlon, El Abuelo, El perro, El Cangrejo, El Wevo, Macolla, Venado, Fantasmon(Q.E.P.D). Alvarito, Allan pinta, Lester puño, Osmara, Byron leche, La Monona, El Chelito Vincent, Engel el ñato, El Lobo, La Flor, Alex el gallo, Arlen, Marito, Stip el Miau, Kamilo Monocheta, Samir chino, El Cabezón Ovidio etc..) y con esos apodos se les reconocian cariñosamente en nuestra Facultad.

A los compañeros, amigos y hermanos de lucha de Esteli con quienes compartimos un mismo ideal de lucha en el desarrollo académico(Eliuth, Frank Velásquez, Ramón Canales, Bonard, Bitel, Jonatan Lanuza, Juan Rodríguez, Josué Morán, gracias por su humildad y apoyo gracias por hacerme recordar de donde venimos.

A mis amigos que formaron parte de este largo trayecto: Arlen Moreno, Heyton Escorcía, Profesora Maritza, Profesora Magdalena, Profesor Ramón Zeledón, Profesor Oscar Coronado, Profesor Donald Estrada, Jomallyn Palma, Jonathan Palma, Samir Pérez, Gracias por el apoyo incondicional, gracias por sus consejos.

A todos los docentes quienes con sus conocimientos y paciencia me formaron como profesional, a nuestro Tutor Ing. Iván Martín Montenegro por la paciencia y conocimiento brindado.

Br. Porfirio López Sequeira



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA MATAGALPA
SECRETARÍA DE FACULTAD

“Año de la Universidad Emprendedora”

Valoración del Tutor

El presente Trabajo Monográfico Evaluación de la Calidad del Mantenimiento y su impacto en la Productividad en el Área de Secado Mecánico, Exportadora Atlantic S.A. I Semestre 2017 Departamento de Matagalpa, municipio de Sébaco,. para optar al título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, realizado por los bachilleres Porfirio López Sequeira y Julio Josué Castro Chavarría , ha significado un arduo trabajo de investigación, aplicando técnicas, procedimientos y métodos científicos, que generará resultados significativos para la empresa donde se realizó el estudio de ser aplicados y estoy seguro que el producto final, será de mucha utilidad en la toma de decisiones de las empresas del departamento que tienen que ver con la temática en particular aquí presentada.

Así mismo será de mucha utilidad para los actores locales involucrados en el tema del beneficiado del café y los profesionales ligados al área de mantenimiento industrial, ya que se proponen mejoras a los métodos de trabajo usados actualmente en el procesamiento del café.

Ante lo expuesto, considero que la presente Monografía cumple con los requisitos teóricos-metodológicos y se apega a los artículos que establece el Reglamento de la Modalidad de Graduación, así como apeándose a la estructura y rigor científico que el nivel de egresado requiere.

Ing. Iván Martín Montenegro Castillo

Tutor.

¡A la libertad por la Universidad!

Parque Darío 1C al Norte 1/2 al Oeste. | Recinto Universitario “Mariano Fiallos Gil”

Apartado Postal 218 – Matagalpa, Nicaragua | Telf.: 2772 3310 / Ext. 7102 | www.farematagalpa.unan.edu.ni

Resumen

El presente trabajo investigativo se realizó en el Beneficio de Café Seco Atlantic S.A. ubicada en la carretera Sébaco, Matagalpa, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad del mantenimiento actual en el área del Secado Mecánico del Beneficio.

Las empresas industriales se encuentran en un momento decisivo debido a la inclusión de nuestro país en los mercados internacionales ya que según el Instituto Nacional de Información del Desarrollo (INIDE), la diferencia de productividad media entre el sector industrial de los países desarrollados y los de la región es de 3 a 1. Estudios como Creación de Indicadores de Productividad permiten conocer las particularidades de las diferentes ramas industriales, de modo que puedan plantearse alternativas de viabilidad. De igual manera, contar con indicadores claves para estos sectores.

Para alcanzar dicho objetivo se estudiaron los diferentes indicadores que pueden ser medidos en el mantenimiento implementado en la maquinaria, como es la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y también la eficiencia general de los equipos.

Los resultados obtenidos revelaron que la cuadrilla de mantenimiento de la empresa Exportadora Atlantic S.A realiza un mantenimiento basándose en la aplicación de indicadores medibles, aunque por otra parte hace falta reforzamiento en cuanto a la aplicación de estos.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación trata sobre el plan de mantenimiento implementado en el área de Secado Mecánico en la empresa Exportadora ATLANTIC S.A. ubicada en la ciudad de Sébaco del departamento de Matagalpa. La investigación se realiza mediante información compartida por la empresa, y consultas bibliográficas con el objetivo de analizar la calidad del plan de mantenimiento implementado dentro del área de producción de la empresa.

Cabe destacar que un buen plan de mantenimiento es un factor muy relevante dentro de una empresa industrial y también de toda empresa, ya que de éste dependen muchos factores como la vida útil de los equipos y el buen funcionamiento de estos, influyendo directamente en la productividad y costos de producción.

El propósito del mantenimiento es asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones con respecto de la función deseada de cada equipo o maquinaria, dando cumplimiento además a todos los requisitos del sistema de gestión de calidad, así como a las normas de seguridad y medio ambiente, buscando el máximo beneficio global en una determinada empresa o área. La Ingeniería Industrial es una de las principales encargadas de garantizar la implementación de un plan de mantenimiento bien estructurado y asegurar la disponibilidad de los equipos dentro de la empresa.

El presente estudio se clasifica como una investigación con alcance correlacional cuantitativo ya que tiene como propósito evaluar la relación que existe entre dos o más variables para luego medir y analizar esas correlaciones y evaluar su resultado.

Los datos se procesarán en Microsoft Excel 2013 para el respectivo análisis y discusión de resultados, esto permitirá que los datos sean procesados de una manera concisa, precisa y detallada para mostrar los resultados de una manera más clara y objetiva.

II. ANTECEDENTES

En la UNAN FAREM Matagalpa, se realizó investigación monográfica por Montenegro López (2016), con el tema: Influencia de la motivación en la eficiencia productiva de los trabajadores de la Panadería y Repostería Belén, en Matagalpa. Con el objetivo de analizar la influencia que ejerce la motivación en la productividad.

En la UNAN FAREM Matagalpa, se realizó Seminario de Graduación de Saavedra y Castellón, con el tema: Aplicar Ingeniería de métodos para verificar las capacidades de las máquinas durante el proceso de beneficiado seco de café en la Empresa Exportadora ATLANTIC S.A. municipio de Sébaco, departamento de Matagalpa, durante el II Semestre del año 2015.

Moraga (2012) realizó un estudio en la UNAN FAREM Matagalpa de Evaluación del proceso de secado de café pergamino en Beneficio Sajonia S.A. Matagalpa.

Rocha y Umaña (2015) en UNAN MANAGUA realizó un estudio de Evaluación de la Gestión de Mantenimiento del Área de Envasado de la Empresa Embotelladora Nacional S.A (ENSA).

III. JUSTIFICACIÓN

Nicaragua es un país en desarrollo y una de las bases de su economía se fundamenta en la producción de café oro, el cual se exporta a diferentes mercados internacionales. El proceso de secado desempeña un papel muy importante en la producción de café, ya que en dicho proceso se disminuye el porcentaje de humedad, lo cual permite el almacenamiento en los beneficios sin permitir que esta sufra daños y pueda conservar su calidad

Centroamérica posee las condiciones edafoclimáticas ideales para producir todas las variedades de café, pero su potencial no se explota plenamente. Guatemala, Honduras y Nicaragua, podrían alcanzar mejores niveles de productividad para competir en el mercado mundial del grano de oro. A pesar de los atrasos tecnológicos en la actividad, la productividad centroamericana promedio, no obstante, es superior a la colombiana, país que se ubica como el segundo productor mundial.

El café se considera como un producto básico de gran importancia para la economía mundial, es el segundo producto con más valor del mercado después del petróleo. El café es el rubro de mayor importancia en el sector agrícola de Nicaragua, ocupa el sexto lugar en el PIB, es el principal producto de exportación con un 18.2% de las exportaciones totales. El cultivo del café genera aproximadamente 300,000 empleos directos e indirectos que representan el 53% del total de empleos del sector agropecuario y el 14% del total de empleos a nivel nacional.

A pesar de la cultura de consumo en Nicaragua y de la cantidad de productores de café que se encuentran activos en el país, Nicaragua se encuentra en el cuarto lugar entre los productores centroamericanos.

La investigación que a continuación se presenta consiste en la evaluación del plan de mantenimiento implementado en las instalaciones del área de secado mecánico de la empresa Exportadora Atlantic S. A. con el objetivo de obtener toda la información necesaria para determinar la calidad e importancia de este en la productividad. Para la recopilación y análisis de la información necesaria, se incluirá

toda la maquinaria existente en dicha área, así como también antecedentes del mantenimiento aplicado, que serán el objeto principal de estudio.

La importancia de este estudio surge de una necesidad identificada dentro del área debido a los frecuentes paros mecánicos, eléctricos y operativos que crean un cuello de botella en el flujo constante del proceso no logrando alcanzar así la máxima eficiencia y productividad en el proceso, así como también el uso y el manejo adecuado de los recursos.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Enunciado del problema:

En la actualidad las empresas hacen uso de diversos métodos en sus respectivas áreas laborales con el fin de optimizar el uso de la maquinaria y la vida útil de esta como es la implementación de los diferentes tipos de mantenimientos. La empresa Exportadora Atlantic S.A, no es la excepción, ya que, en los equipos y maquinarias utilizadas principalmente en el área de secado mecánico, se pretende mediante la aplicación de estos métodos minimizar los tiempos de paro y aumentar la productividad, por lo tanto, surge la necesidad de Evaluar la calidad de los diferentes tipos de mantenimientos aplicados al área y su incidencia en la producción.

Formulación del Problema:

¿Cómo es la calidad del mantenimiento y su impacto en el área de secado mecánico en Exportadora Atlantic S.A?

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Evaluar la calidad del mantenimiento en el área de secado mecánico y su impacto en la productividad de Exportadora Atlantic S.A, Sébaco, Matagalpa, primer semestre de 2017.

5.2. Objetivos Específicos

- ✓ Describir el Mantenimiento actual en la productividad en el área del Secado Mecánico.
- ✓ Analizar los diferentes Indicadores de la calidad del Mantenimiento, e impacto en la productividad en el área de Secado Mecánico.
- ✓ Proponer Técnicas de Mantenimiento que mejoren la calidad y la productividad en el área de Secado Mecánico en Exportadora Atlantic S.A, Sébaco, Matagalpa, primer semestre de 2017.

VI. HIPÓTESIS

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados en el presente estudio, se formulan las siguientes hipótesis de la investigación.

1. La calidad del proceso de mantenimiento implementado en el área de secado mecánico tiene impacto en la productividad de dicha área, en Exportadora Atlantic S.A.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1 Definición de café



El café es un nombre común de un género de árboles de la familia de las Rubiáceas y también de sus semillas y de la bebida que con ellas se prepara. De la treintena de especies que comprende el género *Cofia* sólo son importantes tres: arábica, *canephora* y libérica. El arbusto

o arbolillo, alcanza de 4,6 a 6 m de altura en la madurez, tiene hojas aovadas, lustrosas, verdes, que se mantienen durante tres a cinco años y flores blancas, fragantes, que sólo permanecen abiertas durante unos pocos días. El fruto se desarrolla en el curso de los seis o siete meses siguientes a la aparición de la flor; cambia desde el verde claro al rojo y, cuando está totalmente maduro y listo para la recolección, al carmesí.

El fruto maduro, que se parece a la cereza, se forma en racimos unidos a las ramas por tallos muy cortos; suele encerrar dos semillas rodeadas de una pulpa dulce. (Milán, 2004).

El café es la bebida obtenida a partir de las semillas tostadas de la planta del cafeto, ésta planta es cultivada ampliamente en países tropicales, es uno de los principales productos de origen agrícola que se comercializan internacionalmente y representa cerca del 25% del valor total de las exportaciones agrícolas del país. (Milán, 2004).

En el beneficio seco de café la producción de café oro es la principal tarea, se procura brindar el mejor manejo para poder conservar la calidad del producto desde el momento de la recepción, pasando por el secado ya sea al natural (en patios) o en secadoras (guardiolas), el proceso de trillado, hasta el producto final.

7.1.1 Origen del Café

La Mayoría de los historiadores coinciden en asignar la paternidad del café como estimulante en el consumo humano a Khaldi, pastor de caprinos posiblemente yemenita, que aproximadamente corría el año 575 de nuestra era, cuando este pastor observó que su rebaño de cabras, tras comer los acerezados y carnosos frutos del café, un arbusto natural de sus tierras montañosas manifestaban un comportamiento diferente, mostrándose más inquietas, juguetonas y resistentes; Khaldi intrigado decide degustarlos, experimentando en el mismo sus seductores efectos para posteriormente compartir su descubrimiento con los monjes de un monasterio cercano a sus tierras de pastoreo, quienes iniciaron pruebas sistemáticas hasta lograr la vivificante infusión que hoy conocemos como café, palabra afrancesada que deriva del turcogahwé o cahvé y éste del árabe gahwa. (Wilbaux, R., 1994).

El café viajó en las postrimerías del siglo XVII a la isla de Java, perteneciente al archipiélago malayo, es de aquí de donde se introducen a Europa en calidad de especies de investigación a los jardines botánicos de Ámsterdam y París. El continente americano recibe el café originalmente en Surinam y las Antillas Francesas, para quienes continúa siendo un cultivo económicamente importante, y desde donde se introduce oficialmente a territorio continental, y así tiene su origen en el llamado “Nuevo Mundo” la explotación comercial de éste grano con el predominio de Brasil y Colombia. (Wilbaux, R., 1994).

El café ha viajado a lo largo de la historia y hoy en día es el principal producto agrícola cultivado y procesado en nuestro país, especialmente en las ciudades de Matagalpa y Jinotega donde se encuentran la mayoría de beneficios de café húmedo y también seco como Atlantic S.A.

7.1.2 Importancia del café en la Economía

Centroamérica posee las condiciones edafoclimáticas ideales para producir todas las variedades de café, pero su potencial no se explota plenamente. Guatemala, Honduras y Nicaragua, podrían alcanzar mejores niveles de productividad para competir en el mercado mundial del grano de oro. A pesar de los atrasos tecnológicos en la actividad, la productividad centroamericana promedio, no obstante, es superior a la colombiana, país que se ubica como el segundo productor mundial (Ana, 2006).

El café se considera como un producto básico de gran importancia para la economía mundial, es el segundo producto con más valor en el mercado después del petróleo. El café es el rubro de mayor importancia en el sector agrícola de Nicaragua, ocupa el sexto lugar en el PIB, es el principal producto de exportación con un 18.2% de las exportaciones totales. El cultivo del café genera aproximadamente 300,000 empleos directos e indirectos que representan el 53% del total de empleos del sector agropecuario y el 14% del total de empleos a nivel nacional. A pesar de la cultura de consumo en Nicaragua y de la cantidad de productores de café que se encuentran activos en el país, Nicaragua se encuentra en el cuarto lugar entre los productores centroamericanos.

7.1.3 Tipos de Beneficiados

- 1) Beneficiado Húmedo
- 2) Beneficiado Seco



7.1.4 Beneficiado Húmedo

Es el eslabón menos cuidado de la red de flujos de procesamiento. Este proceso se ha realizado históricamente de manera artesanal en pilas de fermentación fabricadas en las fincas. Este proceso incluye la fase de fermentación, en donde la calidad del grano puede ser seriamente dañada si no se controla cuidadosamente. Posterior a esta fase, el grano se traslada a los beneficios para el beneficiado seco. (Milán, 2004).

El beneficiado húmedo emplea cafetales extensos. Su empleo requiere grandes cantidades de agua y equipos de bombeo. Las principales etapas son:

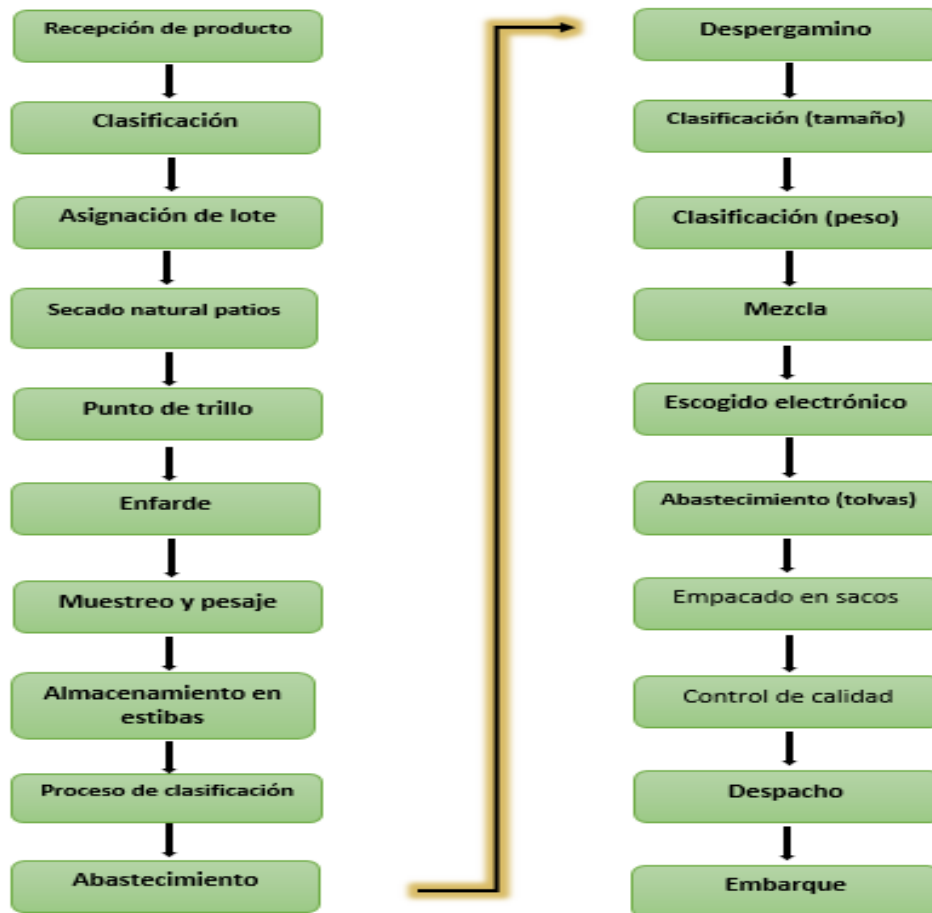
- Recolección de café cereza.
- Despulpado.
- Fermentación.
- Lavado.
- Secado.

7.1.5 Beneficiado Seco

El método seco o beneficio seco, es la segunda etapa del proceso que se concentra en secar el grano y eliminar las envolturas externas (pergamino). Este consiste en secar, descascarar, clasificar, y seleccionar el grano, según calidades (de primera, segunda, imperfectos) y destino del grano para exportación o consumo interno. (Milán, 2004).

El beneficio seco desempeña un papel muy importante ya que es el proceso que se encarga de adecuar el producto a las cláusulas de contrato que el comprador importador o tostador exige. En este se utiliza maquinaria especial que requiere de operarios capacitados para su manejo correcto,

7.1.6 Diagrama de proceso del café en la empresa Atlantic S.A.



Fuente Atlantic S.A.

El proceso general para la obtención del café pergamino, comprende varias operaciones unitarias de la ingeniería. Estas son: transporte de materiales sólidos, flujo de fluidos y empaque; operaciones térmicas como: transmisión de calor y secado. Esta selección es realizada mediante maquinaria especializada, maquinaria de pre limpia, morteadoras o trilladoras de café, máquinas seleccionadoras de café, máquinas catadoras de café, máquinas vibradoras o vibro neumáticas y equipos o máquinas electrónicas seleccionadoras por color.

7.1.7 Descripción del proceso productivo realizada en el área de producción, Beneficio Seco

El beneficio seco es el segundo proceso de transformación al que son sometidos todos los cafés lavados. En esta fase, la materia prima lo constituye el café pergamino obtenido del beneficio húmedo para obtener el café oro que será utilizado por los tostadores como materia prima. En el beneficio seco es eliminado el pergamino o cascarilla (endocarpio), el cual constituye aproximadamente un 20% en peso del café pergamino seco procedente del beneficio húmedo. La cascarilla como subproducto es utilizada principalmente como combustible sólido en el **secamiento mecánico** del café en los beneficios, además de otros usos. (ANA, 2006).

La función del beneficio seco no es únicamente la eliminación de la cascarilla; en este se necesita eliminar la mayoría de granos defectuosos mediante procesos mecánicos y si la preparación lo exige, con la intervención de elemento humano para un escogido manual (bandas de escogido). Esto último ya no es tan usual, ya que la mayoría de los beneficios han optado por incrementar la capacidad de escogido electrónico, reduciendo cada vez más esta práctica. El principio de la calidad del café rige aún en este proceso y se necesitan cuidados intensos en la manipulación del producto en el beneficio seco, desde el recibo hasta el envío del producto al exterior. (ANA, 2006).

7.1.7.1 Recepción

El proceso productivo en el beneficio de café seco inicia en la recepción de café mojado, húmedo o seco y de diferentes calidades, en esta área se revisa el origen, la condición y la cantidad de producto a ingresar, se realiza su análisis mediante técnicas de muestreos tomando el grado de humedad y el porcentaje de imperfecciones. (ANA, 2006).

Es importante que el café a recibir no esté mezclado, pues se hará difícil la clasificación y el secado del mismo. El café se divide en lotes de acuerdo a las

características del mismo, se le asigna la descripción a cada lote de café para que pueda ser identificado fácilmente en las siguientes áreas.

7.1.7.2 Secado Natural

El secamiento es la remoción de la humedad del producto hasta alcanzar un contenido de humedad en equilibrio con el aire atmosférico normal, o hasta un nivel de humedad adecuado de manera que, durante el almacenamiento la disminución de la calidad del producto por microorganismos u otros agentes sea prácticamente despreciable.

El secamiento del café puede realizarse de dos maneras alternativas, el secado natural al sol o el secado mecánico. Estas pueden realizarse de manera independiente o combinada. Según sea la alternativa seleccionada, se obtendrá un café con características de calidad diferentes. Así, con el secado solar total se obtiene el clásico café secado al sol. Con el secado mecánico se obtendrá el café convencional. El café oreado y pre secado al sol y secado mecánicamente tiene características similares al convencional. El oreado y pre secado mecánico y secado al sol tiene características similares al secado al sol sin ser exactamente igual, pero su punto y color son mejores que el convencional. (ANA, 2006).

El secado tiene otros beneficios para la calidad, pues un secado bien realizado le da características sobresalientes al grano tales como buena apariencia en oro, uniformidad de color, el peso justo y garantía de que la calidad de taza reflejará las mejores cualidades.

Las condiciones del secado están determinadas por el movimiento de la humedad dentro del grano. Esta fase se caracteriza por ser más difícil la remoción de la humedad conforme avanza el secado. Esta etapa es conocida propiamente como el «secado» del café y se prolonga hasta que se alcanza una humedad entre el 11 y el 12 %.

Es importante tomar conciencia de que los granos de café son seres vivos y deben mantenerse vivos durante el almacenamiento, por lo tanto, el secado no debe poner en riesgo esta condición del grano, principalmente con el uso de altas temperaturas.

7.1.7.3 Secado Mecánico

El secado mecánico del café se hace en cámaras en la cuales se introduce aire caliente a máximo 50°C, impulsado por un ventilador, el cual atraviesa la masa de café. El aire puede calentarse con hornos y quemadores, entre otros, que funcionan con carbón mineral, cascarilla de café, leña, energía eléctrica, etc. (Milán, 2004)

Existen condiciones en algunas regiones cafetaleras del país en donde la práctica del secamiento en patios puede verse estancada debido a la precipitación constante, a condiciones topográficas del terreno, etc. Esto, asociado a altas producciones en las fincas cafetaleras, justifica en la empresa el uso de infraestructura e instalaciones mecánicas para que el proceso de secamiento se efectúe en una forma rápida y continua, tomando en cuenta siempre los parámetros de calidad.

7.1.8 Tres principales componentes para cada tipo de secadora:

7.1.8.1 Horno

Tiene la función de generar calor para desecar el aire hasta un porcentaje de humedad del 8 al 10%, ya que el aire del ambiente circundante tendrá valores de humedad relativa mayores al 50%. (Milán, 2004)

Un generador de calor, ya sea un simple horno o una caldera, contiene por lo menos una cámara de combustión donde el aire entra en contacto con el combustible y se verifica la liberación de la energía calorífica.

El horno es utilizado con cascarilla que sale del mismo café con este transformándose en calor de 55 a 65 grados para disminuir la cantidad de humedad

en este grano y poder cumplir con las características que este necesita quedando entre un 15 a 11% de humedad.

7.1.8.2 Forma de transferencia de calor

Se considera que la transferencia de calor se lleva a cabo por convección, que es la transferencia de calor por la combinación de mecanismos de mezcla de fluidos y conducción, como cuando una casa es calentada por el aire que pasa a través de un calentador. (Milán, 2004)

En la empresa se utiliza la convección es el medio deseable y eficiente por el cual el calor es transferido a todas las partículas del producto que será secado. La convección es fácilmente controlable y con resultados uniformes.

7.1.8.3 Secadoras tipo Guardiola

Esta es, sin duda, la secadora rotatoria para café más antigua que existe y además la más popular en Centro América y Exportadora Atlantic S.A no es la excepción. Fue desarrollada por José Guardiola en la finca Chocolá, Guatemala, y patentada en 1882. A partir de esa fecha ha sido fabricada por diferentes casas comerciales que han venido introduciendo reformas de tipo mecánico.

Consta esencialmente de un tambor cilíndrico montado sobre un eje hueco por donde circula el aire caliente y de ahí pasa al interior del tambor por medio de tubos radiales perforados y colocados opuestos dos a dos. En los modelos pequeños, el aire entra por uno de los extremos, en tanto que en los grandes por ambos.

Las Guardiolas utilizadas en el área de secado mecánico tienen una capacidad de 120 quintales por secada y un promedio aproximado de 27 horas de secado.

7.1.9 Proceso en el Área de Secado Mecánico

Primera etapa: traslado del café de patios al área de secado mecánico, esto se realiza cuando el café en patios ya ha bajado a una humedad que oscila entre los

35°C y 45°C, en esta etapa se hacen pruebas de humedad, rendimiento, datos generales acerca del café como calidad y tipo de café etc.

Segunda Etapa: Alimentar las fosas de los elevadores de carga.

Tercera Etapa: Cargar las tolvas de las Guardiolas por medio de elevadores de carga para luego proceder a la carga de las Guardiolas e iniciar el secado del café, en esta etapa se baja el contenido de humedad con el que se trasladó el café hasta alrededor del 12.50%, pudiendo utilizar temperaturas entre los 55°C y 65° C en el aire caliente de la entrada.

Debe recordarse que usar temperaturas mayores puede causar daños en la calidad y el aspecto del grano del café por lo tanto se debe revisar la temperatura de los hornos que proporcionan el aire para secar el café, también se debe realizar monitoreo constante del porcentaje de pérdida de agua del café, para evitar el conocido color grisáceo del grano sobrecalentado que a menudo va asociado con bebidas dañadas por sabores “agrios”.

Cuarta Etapa de Secamiento, la etapa en la cual se alcanza el “punto de secamiento”, se realiza una prueba de humedad, se analizan los datos y se procede a descargar el café de las Guardiolas para mandarlo en bandas transportadoras a bodega APS.

Se debe tener cuidado de no sobrepasar esta temperatura y de no secar el café por debajo del nivel de humedad óptimo. A altas temperaturas el embrión del café muere, lo cual acelera su descomposición, y los granos se cristalizan y se vuelven quebradizos. El secado en máquina demora normalmente entre 25 y 30 horas, y acelera sobretodo la extracción de humedad en la parte más lenta del proceso de secado que es entre el 15% y el 11% y ayuda a prevenir fermentaciones no deseadas.

7.1.10 Control y calidad

Es la herramienta fundamental para establecer, controlar y cumplir requerimientos de calidad para los clientes. Se realizan pruebas organoléptica y sensorial efectuada a los diferentes lotes de café; realizando análisis de control, rendimiento, humedad, tamaño, defectos y perfil de taza. (Milán, 2004)

7.1.11 Normas utilizadas en el proceso de beneficiado de café:

- Para la selección de la taza la empresa utiliza la normativa de la asociación: “Speciality Coffee Asociation of América”
- Norma Técnica de café verde. (Clasificación de calidades, determinación de materias extrañas y defectos) NTON 03 025-03

Estas normas NTON 03 025-03 tienen como objeto establecer las especificaciones, características y métodos de análisis para la comercialización de café verde, tanto para la exportación como a nivel nacional.

7.1.12 Normas y estándares de catación para la región de Centroamérica

El laboratorio de catación es el lugar donde se manipulan muestras con diferentes propósitos de evaluación. Aunque el fin de toda muestra dentro de este proceso es emitir un dictamen, se debe considerar claramente las características de las muestras y la información esperada en el análisis, por lo tanto, se debe de tomar en cuenta la implementación de procedimientos adecuados para el buen desarrollo y control de las mismas.

7.1.12.1 (Norma ISO 9001) Estandarización de calidad

La ISO 9001 es la base del sistema de gestión de la calidad ya que es una norma internacional y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios. Los clientes se inclinan por los proveedores que cuentan con esta acreditación porque de este modo se aseguran de que la empresa seleccionada disponga de un buen sistema de gestión de calidad (SGC).

7.1.12.2 (Norma ISO 14001) Para la certificación

La certificación ISO 14001 la otorgan agencias certificadoras gubernamentales o privadas, bajo su propia responsabilidad. Los servicios de certificación para el programa ISO 14001 son proveídos por agencias certificadoras acreditadas en otros países, ya que todavía no existen autoridades nacionales de acreditación en Centroamérica. Muchas veces, los productores le pagan a un consultor para que les ayude en el proceso de preparar y poner en práctica el plan de protección ambiental y después, el productor paga el costo de la certificación a la agencia certificadora. ISO 14001 certifica la finca o la planta de producción, no el producto.

7.1.13 Almacenamiento de café pergamino

Esta es el área donde el café es almacenado en estado seco con el objetivo de conservar sus cualidades físicas y que este se encuentre en buen estado al momento del trillado. Por tal razón estas bodegas se deben encontrar en condiciones libres de humedad u otros agentes que puedan afectar la calidad del café. Esto porque el café no se utiliza inmediatamente, debido a que la producción de café es estacional, mientras que la comercialización requiere de más tiempo de acuerdo con la conveniencia de los precios y de las necesidades de los compradores. (Milán, 2004).

El manejo del grano requiere conocer algunas propiedades de éste como también de las condiciones más adecuadas para su conservación. Estas condiciones están determinadas por la temperatura y la humedad del aire, por el contenido de humedad y la temperatura del grano.

Existe una gran variedad de tipos de instalaciones en las que se puede almacenar el café pergamino seco, las cuales van desde estibas de sacos, trincheras, silos planos o bodegas hasta silos metálicos para almacenamiento de muchas formas, tamaños y tipos de construcción. Los principales métodos de almacenamiento que pueden utilizarse en los beneficios son el almacenamiento en sacos, hermético en capullos y las bodegas o silos planos.

El almacenamiento en sacos es uno de los métodos más utilizados para café en pergamino, también es el método de almacenamiento por excelencia del café oro. El manejo de los sacos se hace principalmente en estibas dentro de un recinto que se encuentre suficientemente protegido de las inclemencias del tiempo y de las posibles plagas que lo puedan afectar.

El almacenamiento a granel del café pergamino puede hacerse en varios tipos de estructuras, tales como silos planos, silos metálicos y trincheras. Los silos planos son lo que comúnmente se conocen como bodegas. Estas suministran gran capacidad a un costo relativamente bajo. Para conseguir este objetivo, las bodegas se construyen dentro de un galerón y los materiales utilizados son principalmente madera tanto en las paredes como en el piso; la estructura puede ser de madera o metálica.

7.1.14 Tolva o recibidor

Antes que la materia prima pase por este proceso tiene que dejarse 15 días de reposo, esto para que llegue a su porcentaje de humedad establecida.

El proceso de transformación del café pergamino empieza aquí, en la tolva de recibo.

Esta generalmente posee un enrejado con el fin de eliminar objetos grandes ajenos al café que podrían dañar la maquinaria durante el proceso.

Todo el café que se deposite aquí abastecerá la maquinaria durante el proceso de trillado y clasificación.

7.1.15 Pre-limpiadora

Es una máquina en forma de zaranda que trabaja mediante vibraciones, reteniendo los materiales grandes ajenos al café, como piedras, palos, etc. (Milán, 2004)

Esta fase es importante ya que prácticamente retira todo lo que no es café evitando perjudique en el resto del proceso, esos materiales extraídos por esta máquina vienen de patio cuando estos son procesados.

7.1.16 Trilladora

Las trilladoras son las máquinas que se encargan de remover el pergamino del café, convirtiéndolo a café oro mediante fricción. En el momento que el café sale de la trilladora es pasado por un succionador que remueve todo el pergamino eliminado. (Milán, 2004).

7.1.17 Elevadores

El beneficio seco es un proceso de paso continuo, es decir, el producto de una máquina constituye la materia prima de la siguiente. Sucesivamente las máquinas son abastecidas utilizando elevadores que llevan el café a cada una de las máquinas.

Estos consisten en fajas rotativas con pequeños recipientes remachados o “cangilones” o bien elevadores de “succión” los que a su vez elevan el café a la altura necesaria para abastecer a la maquinaria sin detener el proceso.

7.1.18 Catadoras

La selección y la limpieza que exige la preparación inician en el momento que ingresa a las catadoras. Estas efectúan una clasificación por densidad, eliminando granos que no tienen el peso de un grano normal, tales como los quebrados, verdes, vanos y argeños.

La estructura de estas máquinas es de forma vertical y poseen un ventilador en la parte inferior que genera una corriente de aire ascendente.

Estas son alimentadas en la parte superior, dejando caer el café sobre la fuente de aire que es impulsada hacia arriba. De manera que son eliminados los granos menos densos, arrastrados por la corriente del aire a la que son sometidos.

Tienen unas compuertas por donde salen el café con menos denso y el café que pasará al otro proceso.

7.1.19 Clasificadora por tamaño

El objetivo de esta operación va mucho más allá de lo que en nuestra industria se toma en consideración. Es importante anotar aquí que toda labor de preparación obedece a las exigencias del mercado de café gourmet. De aquí nace la confusión.

Es claro que nuestro café tiene destinos muy diversos, y que nuestros compradores muestran preferencias diversas en aspectos de calidad. No siempre el mercado muestra exigencias definidas en cuanto al tamaño del grano, siempre que prevalezca uniformidad perceptible y que la calidad del tueste sea buena. Esto es lo que confunde en cuanto al concepto y la necesidad de efectuar clasificación por tamaño del grano de café. (Soto & Jiménez, 1995).

La clasificación por tamaño es en sí misma una operación que permite separar granos defectuosos, los granos triangulares y elipsoides (caracoles) y materia extraña, porque: Los granos muy pequeños, rotos los pedazos de grano, los granitos negros y aún los elipsoides (caracoles) califican como defectos en el café de calidad “gourmet”. Si pensamos en la calidad del tueste, resulta claro que, ésta es afectada por la presencia de granos pequeños. (Soto & Jiménez, 1995).

En este proceso el café una vez trillado es pasado por clasificadoras por tamaño (Polkas) las que por medio de cribas de distintas numeraciones que corresponden al tamaño del agujero que selecciona el grano para su previa clasificación que son estipuladas por su cliente de destino que solicita a la empresa este procedimiento, el riesgo presente en estas máquinas es probable en su movimiento oscilatorio que se transmite mediante bandas a través de un motor eléctrico lo que puede causar que el operario quede atrapado, el uso de tapones auditivos en este punto es necesario; una vez que estos lotes de café oro son seleccionados y escogidos por su tamaño son enviados a las seleccionadoras por peso o gravitatorias (Densimétricas).

7.1.20 Clasificación por Peso

Una partícula sometida a la acción de una corriente de aire (cuya dirección sea opuesta a la fuerza de gravedad) presentará una respuesta a esta combinación de fuerzas, la cual es directamente proporcional a su densidad y se denomina “gravedad específica”. La gravedad específica es función del tamaño y forma de la partícula (grano de café oro). Dado que el tamaño, la forma y el peso de la semilla afectan directamente la separación, es imperativa que las semillas sean clasificadas

conforme a su tamaño y forma antes de intentar hacer una separación basada en su peso. (Soto, & Jiménez, 1995).

Las Densimétricas consisten en seleccionar el grano por su peso una vez clasificadas por su tamaño lo que les da una mejor calidad de acabado ya que los granos van distribuidos con un mejor peso y se obtiene un mejor tostado, en estas máquinas se cuenta con un operador el cual tiene posibles riesgos de atrapamiento en los motores eléctricos y el movimiento de la base en donde se distribuyen los granos que funcionan dentro de ella y el ruido que estas producen pueden aturdir al operador por lo que este necesita usar tapones auditivos.

7.1.21 Clasificadora electrónica

Existen algunos granos defectuosos que poseen la forma y peso de un grano normal, y son identificados únicamente por su coloración, por lo que no pueden ser separados con las máquinas anteriormente descritas. Para ello se necesitan máquinas de selección electrónica, que se encargan de eliminar todo aquel grano que no encaje dentro del patrón de color (verde normal) previamente configurado en las máquinas. (Soto, & Jiménez, 1995).

Para que el café pase por esta clasificadora se hecha a una tolva que por medio de un elevador cae a la maquina teniendo una capacidad de 50 quintales por hora, selecciona el grano que se considere bueno y este tiene su salida al igual que los granos rechazados los cuales son los de color verde, negro, amarillos, rojos.

7.1.22 Mezcla y Embarque

Este procedimiento es realizado a través de un análisis del plan de embarques del contenido de sacos o quintales que serán transportados a determinado destino, posteriormente se realiza un análisis de los inventarios y se solicita una aprobación para la pre mezcla de café correspondiente a la solicitud del cliente, se mezclan las cantidades específicas de mezcla y son empacadas en sacos entre 100 y 150 libras las que previamente son trasladadas al área de embarque en donde después de una aprobación del responsable de control de calidad se carga el contenedor y se envía la carga. (Soto, & Jiménez, 1995).

Secuencia de operaciones en la preparación café oro y su influencia en el desempeño de los clasificadores ópticos. En esta área de mezcla y embarque se utilizan de 8 a 10 estibadores para el montaje y estiba de sacos para lo cual es necesario que estos estibadores utilicen fajas lumbares para evitar lesiones y desgastes en la columna vertebral.

7.1.23 Las funciones básicas de un beneficio seco

- La remoción de la cascarilla para convertir el café pergamino a café oro.
- La clasificación del café oro por densidad, tamaño y color que un comprador exige, a lo que llamaremos "Preparación".
- El criterio de preparación del café, depende mucho del comprador y su posición en la industria. (Soto, & Jiménez, 1995).

Debido a la especialización creciente del mercado del café, han surgido algunos estándares de preparación de café verde, aunque todavía son usuales las preparaciones tradicionales americana y europea.

7.1.24 Descripción del mantenimiento actual

En el área de secado mecánico se aplican el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo aplicado puede ser programado y no programado. Se hace programado durante un tiempo de 2 meses en los cuales se incluyen reparaciones, cambios y mejoras en las piezas y maquinarias del equipo, así como la instalación de nuevos equipos para la mejora de la eficiencia general de la maquinaria.

Se programan inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario. Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

Se aplica también el mantenimiento correctivo, cuando se presentan imprevistos o emergencias, por ende, se priorizan y tiene que ser reparadas en el mismo instante, no permitiendo una programación para la actividad a realizarse. Se debe contar con un plan de contingencia y el aprovisionamiento necesario de las herramientas, insumos y repuesto a utilizar para actuar con más efectividad ante las necesidades presentadas. Se llevan documentos y manuales de forma física y digitales, los cuales son utilizados para las buenas prácticas del mantenimiento.

El proceso general del mantenimiento preventivo se lleva estructurado en un flujograma donde están incluidos todos los puntos y pasos a tomar en cuenta, así también como el objetivo primordial de la aplicación de dicho mantenimiento, las actividades realizadas y los insumos consumidos tanto humanos como herramientas y repuestos.

Fuente: Exportadora Atlantic S.A. (Ver anexo 14).

7.2 Mantenimiento

Mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos, maquinas, etc., para que estos continúen o regresen a proporcionar el servicio con calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues están ejecutados con ese fin. (Zapata, 2009).

A través de cada uno de los niveles que se hayan implícitos en su estructura organizativa está en capacidad de aportar varios componentes en el proceso de direccionamiento y estrategias, a partir del diagnóstico de las oportunidades para optimización de costos y la evaluación del impacto del mantenimiento dentro de la empresa, mediante la generación de políticas, planes y las estrategias de contratación e integridad de los equipos. La función mantenimiento tiene que tomar en cuenta procesos básicos de la gestión y gerencia de cualquier actividad.

Según Dounce, (2001). Sugiere que: “Un sistema de mantenimiento toma la falla de un equipo como entrada y le agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad

de producción". En forma general el mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción, en ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un equipo o maquinaria en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo.

7.2.1 Historia del Mantenimiento

Desde el principio de los tiempos, el hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener en buen estado su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad. (Dounce, 2001).

Durante la revolución industrial el mantenimiento era correctivo (de urgencia), los accidentes y pérdidas que ocasionaron las primeras calderas y la apremiante intervención de las aseguradoras exigiendo mayores y mejores cuidados, proporcionaron la aparición de talleres mecánicos. Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos. (Garrido, 2009).

Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo". Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo, pero aun cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa. La razón: Muchas partes se reemplazaban basándose en el tiempo de operación, mientras podían haber durado más tiempo. También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.

A partir de los años sesenta, con el desarrollo de las industrias electrónica, espacial y aeronáutica, aparece en el mundo anglosajón el mantenimiento Predictivo, por el cual la intervención no depende ya del tiempo de funcionamiento sino del estado o

condición efectiva del equipo o sus elementos y de la fiabilidad determinada del sistema. (Garrido, 2009).

Actualmente el mantenimiento afronta lo que se podría denominar como su tercera generación, con la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros: vibraciones, ruidos, temperaturas, análisis fisicoquímicos, tecnografía, ultrasonidos, endoscopia, etc., y la aplicación al mantenimiento de sistemas de información basados en ordenadores que permiten la acumulación de experiencia empírica y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de datos. Este desarrollo, conducirá en un futuro al mantenimiento a la utilización de los sistemas expertos y a la inteligencia artificial, con amplio campo de actuación en el diagnóstico de averías y en facilitar las actuaciones de mantenimiento en condiciones difíciles.

7.2.2 Tipos de mantenimiento:

Se han distinguido 4 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen. (Garrido, 2009).

- ✓ Mantenimiento correctivo
- ✓ Mantenimiento preventivo
- ✓ Mantenimiento predictivo
- ✓ Mantenimiento productivo total (Total Productive Maintenance TPM).

7.2.2.1 Mantenimiento Correctivo

Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo. (Garrido, 2009).

Como su nombre lo indica, se refiere a corregir una falla en cualquier momento o circunstancia que este se presente.

Según Garrido (2009). Se realiza cuándo el equipo es incapaz de seguir operando, es decir, es la intervención cuando los sistemas productivos o componentes están

fallando o han fallado, no teniendo en cuenta intervalos de tiempo, así que la ocurrencia puede ser en cualquier momento (o instante) de tiempo por lo que se deben definir tolerancias de riesgos (incertidumbre), además, requiere de la coordinación de esfuerzos para determinar los recursos necesarios y contribuir a satisfacer la demanda de los trabajos de mantenimiento.

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción tomando en cuenta el uso y la importancia de dicho equipo (Garrido, 2009).

La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcar la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa y esto representa pérdida de tiempo y producción. Sin embargo, si se puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado tomando en cuenta la importancia del equipo o el uso de maquinaria de emergencia.

7.2.2.2 Mantenimiento Preventivo

Es un mantenimiento planeado que implica la reparación o reemplazo de componentes a intervalos fijos, efectuándose para hacer frente a fallas potenciales, es decir, ejecuta acciones orientadas a dirimir las consecuencias originadas por condiciones físicas identificables, que están ocurriendo o podrían ocurrir y, conducirían a fallos funcionales de los sistemas productivos. (Vegas, 2009).

Es trabajo del área de mantenimiento de la empresa realizar de forma periódica inspecciones tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, análisis,

limpieza, lubricación, calibración, etc., en base a un plan de mantenimiento establecido y no a la demanda del operario porque es necesaria una reparación.

a) Etapas del plan de mantenimiento preventivo

1. Objetivo general del mantenimiento.
2. Planeamiento de indicadores.
3. Clasificación e identificación de equipos
4. Recogida de información:
 - Modelo de producción (continuo, fluctuante, intermitente,)
 - Naturaleza del proceso
 - Recomendaciones de los fabricantes
 - Características de fallo
 - Características de reparación
 - Factores económicos
 - Factores de seguridad y medio ambiente
5. Selección de la política individual
 - Sustituciones a intervalo fijo: Equipos de fácil sustitución, de bajo coste.
 - Mantenimiento basado en condición: Equipos de difícil sustitución, de elevado coste.
 - Equipos con alto coste de mantenimiento: Conveniencia de modificar el diseño.
 - No es efectivo el mantenimiento preventivo ni el modificativo: El equipo operará hasta su fallo.
6. Programa de mantenimiento preventivo total
7. Líneas generales del programa de mantenimiento correctivo

b) Las desventajas que presenta este sistema son:

- **Cambios innecesarios:** al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo coste es escaso frente al correspondiente de desmontaje y montaje, con el fin de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.
- **Problemas iniciales de operación:** cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
- **Coste en inventarios:** el coste en inventarios sigue siendo alto, aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
- **Mano de obra:** se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible.
- **Mantenimiento no efectuado:** si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una degeneración del servicio. (Garrido, 2009).

Podemos decir que para la aplicación de este sistema consiste en; definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento, establecer la vida útil de los mismos, determinar los trabajos a realizar en cada caso, agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.

7.2.2.3 Mantenimiento Predictivo

Para llevar a cabo este mantenimiento es necesario realizar mediciones mediante ensayos no destructivos. Los instrumentos utilizados para realizar este tipo de mantenimiento son de un alto costo, sin embargo, hay que destacar que la mayoría

de las inspecciones se realizan cuando la maquina está en operación, esto no causa paros en la misma. (Garrido, 2009).

Las técnicas predictivas más habituales en instalaciones industriales son las siguientes

- Análisis de vibraciones, considerada por muchos como la técnica estrella dentro del mantenimiento predictivo.
- Termografías.
- Boroscopias.
- Análisis de aceites.
- Análisis de ultrasonidos.
- Análisis de humos de combustión. (Garrido, 2009).

Esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente. Algunos ejemplos de dichos parámetros utilizados en la empresa son: vibración de cojinetes, temperatura de las conexiones eléctricas, resistencia del aislamiento de la bobina de un motor, consumo de combustibles o aceites, etc.

En otras palabras, con este método, tratamos de seguir la evolución de los futuros fallos, este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallos repetitivos; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

7.2.2.4 Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance TPM)

Este sistema está basado en la concepción japonesa del “Mantenimiento al primer nivel”, en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas cosas, etc., facilitando al jefe de

mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

- Mantenimiento: Para mantener siempre las instalaciones en buen estado.
 - Productivo: Está enfocado a aumentar la productividad.
 - Total: Implica a la totalidad del personal, (no solo al servicio de mantenimiento).
- (Garrido, 2009).

Este sistema coloca a todos los integrantes de la organización en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes. Centra el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento que deben ser realizadas en pequeños grupos, mediante una dirección motivadora.

7.2.3 Objetivo del Mantenimiento.

El objetivo del mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los eslabones del sistema directa e indirectamente afectando a los servicios, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible. Para coordinar mejor estos procesos es importante mantener al personal actualizado.

Según Garrido, (2009) la finalidad del mantenimiento es entonces conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y de servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible.

Al igual que se hace referencia a que la documentación técnica ha de ser suministrada con cada equipo o sistema como muy tarde antes de la puesta en servicio o su explotación.

Según Garrido, (2009) la Función de Mantenimiento es conservar una planta industrial, un equipo o determinada instalación con las condiciones para las cuales fueron proyectadas, con la calidad y la capacidad especificadas, pudiendo ser utilizados con los estándares de seguridad adecuados.

Básicamente podemos decir que el mantenimiento es una actividad que conserva la calidad del servicio que presta la infraestructura existente en los centros de producción en óptimas condiciones de seguridad, eficiencia y economía.

7.2.4 Gestión de Mantenimiento

Es necesario gestionar correctamente las necesidades y/o prioridades de la función de Mantenimiento, a fin de lograr el éxito operativo. En consecuencia, se entiende por gestión del mantenimiento a la efectiva y eficiente utilización de los recursos físicos, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento. (García, 2005).

Según Zapata, (2009), la gestión del mantenimiento es fundamental en aspectos de producción y calidad del producto por lo que “engloba el conjunto de actividades necesarias para: mantener una instalación o equipo en funcionamiento, restablecer el funcionamiento del equipo en condiciones predeterminadas”.

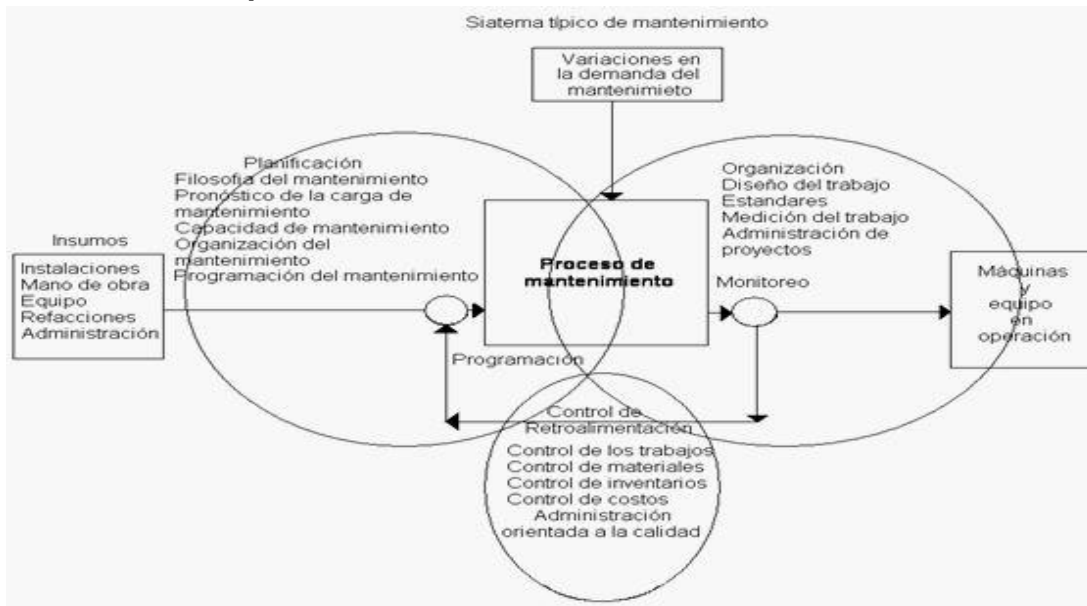
Según García, (2005), la gestión del mantenimiento es una tarea multidisciplinaria y por ello es responsabilidad de todos los operadores de la empresa gestionarla para hacer un buen trabajo y aprovechar los recursos, es por ello que no resulta ni más fácil y ni más barato acudir a reparar un equipo cuando este se averíe y olvidarse de planes de mantenimiento, estudio de fallas, sistemas de organización, que incrementan notablemente la mano de obra indirecta. Por tal razón se harán mención del porque se debe gestionar el mantenimiento en la empresa:

- Porque la competencia obliga a rebajar costes.
- Porque han aparecido multitud de técnicas que es necesario analizar.
- Porque los departamentos necesitan estrategias para lograr los objetivos de la dirección.

- Porque la calidad, la seguridad, y las interrelaciones con el medio ambiente son aspectos que han tomado una extraordinaria importancia en la gestión industrial.

La gestión de mantenimiento estará enfocada en dos componentes planteados por Zapata, (2009), que es la evaluación de la organización operacional de la actividad del mantenimiento y la evaluación de la capacidad técnica de los equipos con el objeto de garantizar la calidad del mantenimiento, asegurando los tiempos y recursos para la ejecución, la entrega y el cumplimiento que exige la empresa. En este sentido, para que la gestión sea efectiva y eficiente, es necesario plantear estrategias en el mantenimiento, bajo la consideración de las características de las fallas, como aspecto básico para la selección del tipo de tácticas de mantenimiento.

7.2.5 Sistema Típico del Mantenimiento:



Fuente Gonzáles, (2003).

7.2.6 Manual de mantenimiento

Son las instrucciones técnicas a realizarse para una de sus funciones; operaciones de mantenimiento preventivo, calibraciones, reparaciones, ajustes, etc. (Gonzáles, 2003).

El manual del mantenimiento es un documento indispensable para cualquier tipo y tamaño de industria. Refleja la filosofía, política, organización, procedimientos de trabajo y de control de esta área de la empresa (García, 2005).

a) Disponer de un manual es importante por cuanto:

1. Contribuye el medio que facilita una acción planificada y eficiente del mantenimiento.
2. Es la manifestación a clientes, proveedores, autoridades competentes y al personal de la empresa del estado en que se encuentra actualmente este sistema.
3. Permite la formación de personal nuevo.
4. Induce el desarrollo de un ambiente de trabajo conducente a establecer una conducta responsable y participativa del personal y al cumplimiento de los deberes establecidos.

En el manual del mantenimiento se indicará las políticas y objetivos del mantenimiento, los procedimientos de trabajo, de control y las acciones correctivas. Es importante señalar que deben incluirse solo los procedimientos que se aplican y las instrucciones en un lenguaje afirmativo (García, 2005).

Periódicamente, se procederá a actualizar el Manual del Mantenimiento, eliminando las instrucciones para deberes y obligaciones que estén discontinuados e incorporando las instrucciones para las nuevas obligaciones.

b) Planificación de Mantenimiento

De acuerdo con Duffuaa, Raouf Y Campbell, (2007) la planificación de mantenimiento se refiere al proceso de ordenar, controlar, organizar, definir y preparar los elementos que intervienen en este tal como el personal como el insumo, herramientas, tiempo, entre otros, que son imprescindibles para realizar las actividades de mantenimiento.

Un plan de mantenimiento contempla la acción que se debe ejecutar, como se realizaran, la frecuencia o el tiempo en que se debe realizar, el estado del equipo bien sea funcionando o detenido, de una forma global o general.

La planificación del mantenimiento requiere coordinación con muchos departamentos de la organización, como el de materiales, operaciones e ingeniería, y en muchas situaciones es una causa importante de atrasos y cuellos de botella.

c) Herramientas de Planificación

Para llevar a cabo una buena planificación, se debe de conocer el estado actual de los equipos, para esto se puede utilizar una hoja que reporte el estado en que se encuentra esté antes de empezar a trabajar y una vez concluida la jornada, a este reporte se le puede nombrar como Hoja de Inspección Diaria, la cual consiste en reportar cualquier defecto o avería del equipo detectados por la inspección visual, la cual puede dar las pautas necesarias para generar un trabajo de mantenimiento adecuado. Todo trabajo de mantenimiento, ya sea programado o contingente, cuyo análisis pueda facilitar la mejora continua de esta función, debe tener su origen en un documento escrito, a este se le llama Orden de Trabajo. Por lo tanto, la orden de trabajo es la forma donde se detallan las instrucciones escritas para el trabajo que se va a realizar y será llenada para todos los trabajos. (García, 2005).

Por lo tanto, la orden de trabajo es la forma donde se detallan las instrucciones escritas para el trabajo que se va a realizar y será llenada para todos los trabajos. El propósito del sistema de órdenes de trabajos es proporcionar medios para: Solicitar por escrito el trabajo que va a realizar el departamento de mantenimiento, seleccionar por operación el trabajo solicitado, asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo, Reducir el costo mediante una utilización más eficaz de los recursos (mano de obra y material), Mejorar la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento, Mantener y controlar el trabajo de mantenimiento, Mejorar el mantenimiento en general mediante los datos recopilados de la orden de trabajo que serán utilizados para el control y programa de mejora continua.

Las órdenes de trabajo deben de diseñarse con cuidado, tomando en consideración dos puntos. El primero consiste en incluir toda la información necesaria para facilitar una planeación y una programación eficaz, y el segundo consiste en hacer énfasis

en la claridad y facilidad de su uso existen dos tipos de órdenes de trabajos: rutinarias y específicas.

7.2.7 Evaluación de la Organización de Mantenimiento.

Según Duffuaa, Raouf Y Campbell, (2007), la percepción que tradicionalmente se ha tenido sobre el mantenimiento está cambiando debido a que los equipos son ahora más automatizados y complejos en su diseño, además de que se han desarrollado nuevas técnicas y metodologías de análisis, planificación y ejecución del mantenimiento, con un nuevo enfoque de la organización y de las responsabilidades de la misma.

No obstante, el acelerado desarrollo que han experimentado los computadores, muchos de los sistemas actuales de mantenimiento están mostrando demasiadas limitaciones para prevenir y/o evitar las fallas, por lo que el personal (incluyendo directivos y gerentes) está siendo exigido cada vez con mayor intensidad y obligado a pensar y actuar de otra manera. Esto ha significado la búsqueda de otras opciones que permitan tomar las decisiones y estrategias más adecuadas en función de modelos que incorporen las nuevas técnicas o metodologías de mantenimiento que produzcan el mayor beneficio posible a las empresas.

7.2.8 Evaluación del Estado Técnico de los Equipos.

Al surgir y desarrollarse los primeros equipos que humanizaron vertiginosamente el trabajo del hombre nació el oficio del mecánico, quien se ha dedicado por siglos a mantener los mecanismos y elementos que forman a una máquina (Dounce, 2001).

Pérez, (2008) afirma que el obrero en toda industria, es capaz también de corregir las funciones principales o secundarias de cualquier equipo cuando éstas fallan, y al especializarse puede evaluar el estado técnico, hasta que éste responda a las exigencias que establecen las reglas de explotación técnica. Tal explotación es actualmente una ciencia de ingeniería que estudia las causas y leyes de variación del estado técnico de las máquinas durante su utilización, y los métodos y medios que garantizan la conservación de dicho estado técnico.

Para la evaluación del estado técnico de los equipos se hará uso de la aplicación de matrices y gráficos de criticidad para evaluar en qué condiciones se encuentran las máquinas, la categorización de los equipos y las principales causas de los paros (Dounce, 2001).

Para el empleo del análisis de criticidad es necesario satisfacer un grupo de premisas que se relacionan a continuación:

- Conocer las funciones principales y secundarias del equipo y de los elementos que se analizan.
- Constatar la experiencia del especialista, del mecánico y del operario.
- Conocer cuándo el estado es bueno, regular y malo.

7.2.9 Técnicas de control de la maquinaria

7.2.9.1 Técnica de control máquina en marcha

a) Inspección visual, acústica y táctil de los componentes accesibles

- Holgura de componentes no rotativos
- Restos de material de desgaste o corrosión (uniones, remaches, juntas de fricción...)
- Desplazamiento relativo dos componentes
- Laca frágil sobre una junta, desplazamiento relativo entre las dos partes
- Partes internas inaccesibles mediante técnicas ópticas
- Movimiento de juntas con holgura, movimiento con golpes

b) Control de temperatura

- Se monitorizan las variaciones de temperatura
- Termómetros, termopares, termistores, pinturas, infrarrojos, etc.

c) Control de lubricante

- Análisis del aceite.

D) Detección de pérdidas

- Diferentes tipos de métodos la más común (visual)

e) Monitorizado de vibraciones

- Detecta gran cantidad de fallos
- Técnica mayoritariamente empleada
- Gran cantidad de información

f) Control de ruidos

- Sonidos especiales (Ej.: Fugas)
- Análogo al control de vibraciones

g) Control de corrosión

- Cambio de la resistencia eléctrica de probetas de medida con la corrosión

7.2.9.2 Técnicas de control máquina detenida.

a) Inspección visual, acústica y táctil de los componentes en movimientos inaccesibles

- Estado de la superficie de los dientes de los engranajes

b) Detección de fisuras

- Líquidos penetrantes en las superficies de las fisuras
- Pulverizado de partículas magnéticas
- Resistencia eléctrica
- Corrientes inducidas
- Ultrasonidos

c) Detección de fugas

- Mediante ultrasonidos

d) Ensayo de vibraciones

- Respuesta del sistema ante una vibración

e) Control de corrosión

- Instalación de probetas en el equipo, e inspección periódica (Ej.: mediante ultrasonidos) (Zapata, 2009).

7.2.10 Indicadores de Mantenimiento Mundial.

Para la función de mantenimiento, existe una constante búsqueda de nuevas y novedosas formas de incrementar la confiabilidad, disponibilidad y la vida útil de plantas y equipos industriales siempre a través de un control efectivo de los costos. El hecho de programar y planificar los trabajos de mantenimiento a grandes volúmenes de equipos e instalaciones ha visto en la automatización una oportunidad de constantes mejoras, y la posibilidad de plasmar procedimientos cada día más complejos e interdependientes. Esto, aunado a la mejor práctica de un mantenimiento de clase mundial que establece sistemas integrados, ha llevado a las grandes corporaciones a tomar la decisión de adoptar sistemas de mantenimiento de planificación empresarial (CMMS).

Los indicadores de mantenimiento y los sistemas de planificación empresarial asociados al área de efectividad, permiten evaluar el comportamiento organizacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes. De ésta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar las actividades de mantenimiento. (Duffuaa, Raouf Y Campbell, 2007).

Estos indicadores son:

a) Tiempo promedio para fallar (TPPF) – Mean time to fail (MTTF)

Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a su mayor capacidad sin interrupciones dentro del periodo considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. (González, 2003). El

tiempo promedio para fallar también es llamado Tiempo Promedio Operativo o Tiempo Promedio hasta la Falla. Se calcula de la siguiente manera:

$$\mathbf{TPPF} = \frac{TT}{F}$$

Donde:

TT= Tiempo de Operación (Hrs)

F= N° de fallas detectadas. (Duffuaa, Raouf Y Campbell, 2007).

b) Tiempo promedio para reparar (TPPR) – Mean time to repair (MTTR)

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o un sistema. Este indicador mide la efectividad de restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por una falla, dentro de un periodo de tiempo determinado. (Duffuaa, Raouf Y Campbell, 2007).

El tiempo promedio para reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de volver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimiento prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento).

Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza de la falla y de las mencionadas características de diseño.

$$\mathbf{TPPR} = \frac{TR}{F}$$

Donde:

TTR= Tiempo de Reparación (Hrs).

F= N° de fallas detectadas. (Duffuaa, Raouf Y Campbell, 2007).

c) Tiempo promedio entre fallas (TMEF) – Mean time between failures (MTBF)

Indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de una falla; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento “falla”. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo

Uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la confiabilidad es el TMEF, es por esta razón que debe ser tomado como un indicador más que represente de alguna manera el comportamiento de un equipo específico. Asimismo, para determinar el valor de este indicador se debe utilizar el dato primario histórico almacenado en los sistemas de información.

$$\mathbf{TMEF} = \frac{TT - NOT}{F}$$

Donde:

TT= Tiempo de Operación (Hrs)

NOT= Tiempo total de reparación (Hrs)

F= N° de fallas detectadas. (Nievel, 1980)

7.2.11 Indicadores de Gestión para el Mantenimiento.

Hay que considerar que el primer objetivo de trabajo del área de mantenimiento es de propiciar el logro de altos índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a favor de la producción o de la prestación de un servicio. Además de las tareas de implementación de las estrategias de mantenimiento, también es necesario realizar el seguimiento correspondiente del proceso y su evaluación. La selección de los indicadores para la medición es una tarea sensible y es la clave para realizar una correcta evaluación.

Los parámetros de gestión deben confirmar la validez de las políticas de mantenimiento y la configuración de los parámetros de un componente específico. Cuando los resultados son malos, el componente debe ser examinado nuevamente. La mejor manera para saber cómo los resultados han sido implementados, será mediante el cálculo de algunos indicadores como efectividad, disponibilidad, calidad, tiempo medio entre fallas, número de paradas, tiempo medio para la reparación, costo de mantenimiento, costo de personal, utilización, entre otros. (Nievel, 1980).

Todas las actividades pueden medirse, así puede asegurarse que las actividades vayan en el sentido correcto y permitan evaluar los resultados de una gestión frente a sus objetivos, metas y responsabilidades.

Los indicadores son importantes para la organización porque son altamente efectivos para exponer, cuantificar y visualizar deficiencias, proveen un sistema de alerta temprana para procesos operando fuera de la norma o requerimientos y ofrecen importantes indicaciones donde los esfuerzos de mejoramiento deben enfocarse; además son efectivos motivadores. Los conjuntos ideales de indicadores varían en cada empresa dependiendo sus necesidades y deberán estar fuertemente alineados con los objetivos estratégicos y operacionales de la compañía y activados por el personal de la misma. Deben manifestarse en indicadores como la Eficiencia General de los Equipos (OEE) y el conjunto de indicadores de Mantenimiento de Clase Mundial.

La información debe explicar el estado del proceso de mantenimiento, su desarrollo y la evolución en el entorno donde el mantenimiento opera. El foco está en la efectividad y la eficiencia del proceso de mantenimiento, individualizando sus actividades, organización y cooperación con otras unidades de la organización. (Nievel, 1980)

7.2.12 Medición del Mantenimiento

Los indicadores son **parámetros** numéricos que convenientemente utilizados, pueden ofrecernos una oportunidad de mejora continua en el desarrollo, aplicación

de nuestros métodos y técnicas específicas de mantenimiento. La magnitud de los indicadores sirve para comparar con un valor o nivel de referencia con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas y predictivas según sea el caso. (Nievel, 1980)

Los indicadores de gestión (planificación, ejecución, control y evaluación), son aquellos que normalmente interrelacionan dos valores y nos aportan una visión completamente que evalúa diversos aspectos de la gestión de nuestro departamento. (Duffuaa, Raouf Y Campbell, 2007).

La confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad son medidas técnicas y científicas, fundamentadas en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos, que tiene el mantenimiento para su análisis.

a) Confiabilidad:

Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno. Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control) Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo.

La confiabilidad operacional "Co" se calcula mediante la ecuación:

$$Co = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Donde:

MTBF (Mean Time Between Failures): Es el Tiempo Promedio entre Fallas

MTTR (Mean Time To Repair): Es el Tiempo Promedio para Reparar

b) Disponibilidad:

Es la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado. (Duffuaa, Raouf Y Campbell, 2007).

Es decir, cuando se habla de confiabilidad el componente trabaja continuamente durante un periodo de tiempo dado, en otras palabras, la función del componente no se interrumpe, el componente se pone en operación (arriba) y se mantiene arriba. Por otra parte, cuando se habla de disponibilidad el componente es puesto arriba en un instante dado y no importa lo que pase después, la función del componente puede ser interrumpida sin ningún problema.

La disponibilidad Operacional “Do” se calcula mediante la ecuación:

$$Do = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}$$

Donde:

MTTR (Mean Time To Repair): Es el Tiempo Promedio para Reparar

MUT (Mean Up Time): es Tiempo Promedio en Operación (arriba) o Tiempo Promedio para Fallar (MTTF)

c) **Mantenibilidad**

Es definida por la ISO/DIS 14224, como la capacidad (o probabilidad si hablamos en términos estadísticos), bajo condiciones dadas, que tiene un activo o componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo dado a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente, cuando el mantenimiento ha sido realizado bajo condiciones prescritas, con procedimientos y medios adecuados. Esto quiere decir, que, si un componente tiene un 95% de Mantenibilidad en una hora, entonces habrá 95% de probabilidad de que ese componente sea reparado exitosamente en una hora. (Duffuaa, Raouf Y Campbell, 2007).

Se puede decir entonces que la Mantenibilidad está inversamente relacionada con la duración y el esfuerzo requerido para realizar las actividades de Mantenimiento. Puede ser asociada de manera inversa con el tiempo que se toma en lograr acometer las acciones de mantenimiento en relación con la obtención del comportamiento deseable de un componente.

La ecuación clásica de la Mantenibilidad es:

$$M(T) = 1 - e^{-\mu t}$$

Donde:

M(t): es la función mantenibilidad, que representa la probabilidad de que la reparación comience en el tiempo $t = 0$, y sea concluida satisfactoriamente en el tiempo t (probabilidad de duración de la reparación).

e: constante Neperiana ($e=2.303..$)

μ : Tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo.

t: tiempo previsto de reparación TMPR.

7.2.13 Paros

Suspensión o término de la jornada industrial o agrícola, Carencia de trabajo por causas ajenas al empresario y al trabajador. (Garrido, 2009).

7.2.13.1 Tipos de paros:

- Paros Organizativos (PO).
- Paros por Avería (PA).
- Paro por falta de Energía (PE).

7.2.14 Fallas

Son el resultado de la deficiencia de un componente, cuando esta ocurre en condiciones de operación dentro del rango nominal. Pueden darse fallas secundarias que ocurren en condiciones no nominales de operación. (Garrido, 2009).

7.2.15 Evolución de la tasa de fallas a lo largo de tiempo

La duración de la vida de un equipo se puede dividir en tres periodos diferentes:

a) Juventud o Zona de mortandad infantil

El fallo se produce inmediatamente o al cabo de muy poco tiempo de la puesta en funcionamiento, como consecuencia de:

- Errores de diseño
- Defectos de fabricación o montaje
- Ajuste difícil, que es preciso revisar en las condiciones reales de funcionamiento hasta dar con la puesta al punto deseado.

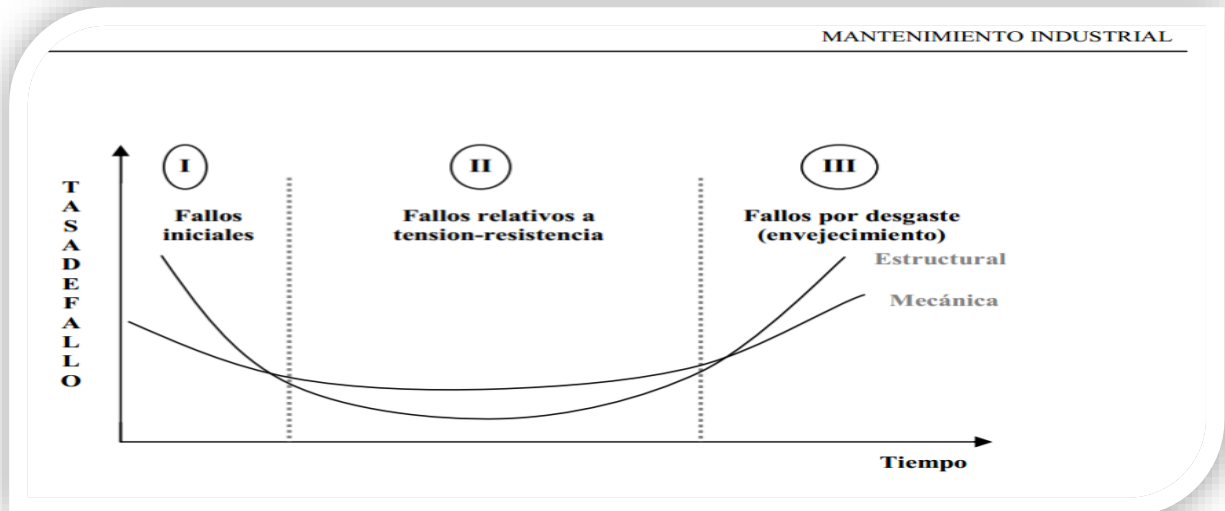
b) Madurez. Periodo de vida útil

Periodo de vida útil en el que se producen fallos de carácter aleatorio. Es el periodo de mayor duración, en el que se suelen estudiar los sistemas, ya que se supone que se reemplazan antes de que alcancen el periodo de envejecimiento. (Garrido, 2009).

c) Envejecimiento

Corresponde al agotamiento, al cabo de un cierto tiempo, de algún elemento que se consume o deteriora constantemente durante el funcionamiento.

d) Gráfico de la tasa de Fallos.



Fuente Garrido, 2009

7.2.16 Ciclo de Reparación y Mantenimiento

Según Garrido, (2009), los ciclos de reparación de mantenimiento comprenden los siguientes trabajos:

- Cambios de las piezas que presentan dificultades en su funcionamiento y cuyo límite inferior del tiempo normativo del servicio es menor que el período entre reparaciones.
- Restablecer los desajustes imprevistos en la regulación de los mecanismos y acoplamientos móviles.
- Restablecer los desajustes imprevistos de las uniones fijas, corregir cualquier avería que se presenta en los equipos.

El perfeccionamiento del trabajo de mantenimiento deberá estar acompañado de una constante reducción del volumen de trabajo de los servicios técnicos no planificados, a causa de que la aplicación del sistema único de Mantenimiento Preventivo nos permitirá obtener una mejor explotación de los equipos, recopilar datos técnicos y de uso confiables, con un aumento en los trabajos de servicios técnicos planificados. Los servicios técnicos no planificados solo pueden ser permitidos en los casos de influencias insuperables en la explotación de los equipos instalados en las empresas

7.2.16.1 Reparaciones Planificadas

Las reparaciones planificadas son los trabajos de mantenimiento que se les hace a los equipos e instalaciones, con el fin de restablecer los parámetros tecnológicos perdidos durante la explotación de los mismos. Las reparaciones planificadas forman parte de las estructuras de los ciclos y se hacen de acuerdo a una periodicidad preestablecida, sobre las bases de las horas trabajadas por los equipos (Garrido, 2009).

Para lograr un trabajo eficiente en las reparaciones, es fundamental que los servicios técnicos programados se hayan cumplido con calidad, ya que estos trabajos serán los que permitan preparar las reparaciones para que se cumplan de acuerdo a lo planificado y con la calidad necesaria, permitiendo con esto una recuperación total de los parámetros y capacidades pérdidas durante el periodo de explotación de los equipos.

Los tres tipos de reparaciones planificadas que se hacen según el sistema único de Mantenimiento Preventivo son:

7.2.16.2 Reparación Pequeña (P).

Es el tipo de intervención planificada, durante la cual se realiza el cambio o restablecimiento de las piezas desgastadas y la regulación de los mecanismos, a fin de asegurar la explotación normal del agregado o conjunto, hasta la próxima reparación planificada. (Garrido, 2009).

7.2.16.3 Reparación Mediana (M).

Es el tipo de reparación planificada, durante la cual se realiza el desmontaje parcial de algunos agregados, la reparación general de algunos conjuntos, el cambio y restablecimiento de las piezas principales desgastadas, el montaje, regulación y prueba con carga del equipo. (Garrido, 2009).

7.2.16.4 Reparación General (G).

Es el conjunto de los trabajos en el que se hace el desmontaje completo de los agregados para el cambio de todas las piezas desgastadas y reparación de todos los mecanismos, montaje, regulación y prueba con la carga de trabajo. (Garrido, 2009).

7.2.17 Conceptos asociados al mantenimiento:

7.2.17.1 Inventario: Comprende a un grupo de bienes previamente seleccionados. Se realiza periódicamente o cada vez que sea necesario comprobar que los registros de stock se mantienen al día, así como para verificar que las existencias físicas concuerden con las tarjetas de control visible de almacén y los registros físico - valorados correspondientes. Se realiza sin paralizar las actividades de almacén pudiendo o no bloquear temporalmente la documentación y el despacho del grupo de bienes objeto del inventario por el plazo que dure el mismo. (González, 2003).

7.2.17.2 Tiempo de operación: Periodo de tiempo en el que un componente está realizando su función o actividad. (Nievel, 1980)

7.2.17.3 Datos técnicos: Es donde se incluirán las instrucciones técnicas y especificaciones y sus respectivas condiciones de seguridad. (González, 2003).

7.2.17.4 Avería: Es la incapacidad para realizar la función requerida debido a un estado interno. La avería de un elemento es el resultado de un fallo, bien del elemento mismo o de cualquier etapa precedente del ciclo de vida. (González, 2003).

7.2.17.5 Carga de trabajo: Tiempo de actividad estimado o calculado de los trabajos de Mantenimiento en curso y en espera o pendientes de un determinado momento, se expresa en horas-hombre. (González, 2003).

7.2.17.6 Equipo: Unidad compleja de orden superior integrada por conjuntos, componentes y piezas, agrupados para formar un sistema funcional (intercambiador de calor, transformador eléctrico). Es equivalente al término máquina. (González, 2003).

7.2.17.7 Instalaciones: edificación construida a base de módulos dispuestos u organizados con el fin de soportar la estructura Dentro de esta definición se encuentran todas las formas de mampostería, ventilación, iluminación, drenaje, etc. (González, 2003).

7.2.17.8 Ciclo de reparación: número determinado de actividades del área de mantenimiento previamente programadas en un intervalo de tiempo determinado (Nievel, 1980)

7.2.17.9 Diagnóstico: análisis que se realiza para determinar cualquier situación y cuáles son las tendencias. Esta determinación se realiza sobre la base de datos y hechos recogidos y ordenados sistemáticamente, que permiten juzgar mejor qué es lo que está pasando. (González, 2003).

7.2.17.10 Reparación: acción o efecto de restituir a su condición normal y de buen funcionamiento, a cosas materiales mal hechas, deterioradas, o rotas. (González, 2003).

7.2.17.11 Capacidad de máquina

“La capacidad, es una característica propia de la máquina o del proceso, y es independiente de los límites de tolerancia, o especificaciones del producto. Es muy importante el conocimiento de aquello que es capaz de hacer una máquina o un proceso, tanto a nivel técnico como comercial. En el caso de estudio de capacidad de un proceso. La capacidad de una máquina o proceso, se puede interpretar como su aptitud para producir un producto de acuerdo con las especificaciones. También se puede interpretar como la aptitud del proceso o de una máquina, para cumplir los límites de tolerancia.” (Garrido, 2009).

Según el autor la capacidad está definida por las características que contengan dichos instrumentos o equipos. Es muy importante conocer a que nivel sigue siendo eficiente una máquina con respecto a su productividad.

7.2.17.12 Distribución de planta

La distribución en planta se define como la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación sea industrial o de servicios. Ésta ordenación comprende los espacios necesarios para los movimientos, el almacenamiento, los colaboradores directos o indirectos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. Una distribución en planta puede aplicarse en una instalación ya existente o en una en proyección. (Garrido, 2009).

Es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más eficiente en costos, al mismo tiempo que sea la más segura en cuanto a riesgos laborales, satisfactorios para los trabajadores al igual que minimizar movimientos innecesarios de esta manera aumentar la productividad y disminuir retrasos.

7.2.17.13 Estudio de métodos

El estudio de métodos “Es la técnica que somete cada operario de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden, a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria;” (Garrido, 2009).

Es decir que el estudio de métodos permite identificar problemas, hacer propuestas para su mejoramiento y seleccionar la que mejor se adecue; así mismo permite un mejoramiento continuo de las actividades con el fin de aumentar la productividad de la empresa. (Currie, 1979).

Por esta razón la planificación requiere un tratamiento diferente. La planeación y la programación son los aspectos más importantes de una correcta administración del mantenimiento.

Los principales objetivos de la planificación y programación incluyen:

- Minimizar el tiempo ocioso de los trabajadores de mantenimiento
- Maximizar la utilización eficiente del tiempo de trabajo, el material y el equipo
- Mantener el equipo de operación en un nivel que responda a las necesidades de producción en términos del programa de entregas y de la calidad. (Garrido, 2009).

7.2.17.14 Medición del Trabajo

La medición del trabajo es una herramienta complementaria de la ingeniería de métodos, ésta se define como: “la aplicación de técnicas para determinar el contenido del trabajo de una tarea definida, fijando el tiempo requerido para que un trabajador calificado pueda ejecutarlo y cumpla así una norma de rendimiento preestablecido. (Zapata. 2009).

La medición del trabajo, a su vez, sirve para investigar, reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo productivo, por cualquier causa que sea (Currie, 1979).

La medición del trabajo no es más que los resultados de un examen del esfuerzo físico de un operario, desarrollados en un determinado tiempo con el objetivo de reducir tiempos improductivos y crear operarios más eficientes. Una vez que se encuentra el problema donde se da el tiempo improductivo, se pueden tomar medidas para su reducción o eliminación, conociendo en qué está fallando la dirección o los trabajadores para poder revertirlo en el corto plazo.

Las principales técnicas que se emplean en la medición del trabajo son las siguientes:

- Muestreo del trabajo.
- Estimación estructurada.
- Estudio de tiempos.
- Normas de tiempo predeterminadas. (Zapata. 2009).

7.2.18 Calidad

Respecto a la calidad existen varias definiciones; por ejemplo, para Zapata. (2009).define “Calidad es que un producto sea adecuado para su uso. Así, la calidad consiste en ausencia de deficiencias en aquellas características que satisfacen al cliente”.

Por su parte, la norma ISO 9000, (2005) define calidad como “el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”, entendiendo requisito como una necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

En este sentido los conceptos indican que la calidad la define el cliente, ya que es el juicio que éste tiene sobre un producto o servicio que por lo general es quien da la aprobación o rechazo, ya que deben cumplirse con las necesidades y expectativas de los usuarios.

En la práctica las organizaciones están aplicando los conceptos de calidad debido a las exigencias propias del mercado, porque ha sido el mercado nacional e internacional que ha obligado a las empresas a trabajar en esta nueva filosofía, porque de esta manera reciben algún tipo de incentivo que les beneficie económicamente o socialmente. ISO 9000, (2005). Es por esta razón que se está desprendiendo la necesidad de enfocar la empresa hacia el cliente para obtener productos y servicios de calidad que contribuyan al logro de las metas trazadas para

alcanzar los niveles de rentabilidad esperado buscando la excelencia empresarial porque se debe involucrar en la gestión a todos los miembros de la organización.

7.2.18.1 Costos de Calidad

Los costos de calidad son los gastos generados para asegurar que los productos, los servicios, los procesos y los sistemas cumplan con los requerimientos. (Duffuaa, Raouf Y Campbell, 2007).

El concepto anterior sobre costos de calidad implica la utilización de técnicas administrativas, encaminadas a cuantificar los esfuerzos de la organización y las áreas de oportunidad, en la misma para obtener niveles óptimos de calidad, utilizando los recursos disponibles de la forma más rentable, porque la mala calidad significa una utilización deficiente de los recursos financieros y humanos, con lo que entre más deficiencias y fallas se tengan, los costos por lograr la calidad y por no tenerla serán más elevados.

Según Duffuaa, Raouf Y Campbell, (2007), los costos de calidad se dividen en tres categorías fundamentales:

- a) **Costos de prevención:** Son aquellos importes erogados para prevenir y evitar el incumplimiento de los requerimientos en cualquier producto, servicio, proceso y/o sistema de la empresa. Son los costos de todas las actividades especialmente diseñadas para evitar que se cometan errores.
- b) **Costos de evaluación:** Son las erogaciones generadas por la inspección de los productos, los servicios, los procesos y/o los sistemas para asegurar que cumplen con los requerimientos. Son los costos asociados con la medición, con la evaluación de los productos para asegurarse la conformidad con los estándares de calidad y requerimientos de desempeño.
- c) **Costos de no calidad:** Son los costos ocasionados por no cumplir con los requerimientos de los productos, los servicios, los procesos y / o los sistemas. Se subdividen en:

- d) **Costos de fallas internas:** Aquellos importes generados por no cumplir con los requerimientos de los productos, servicios, los procesos, los errores detectados antes de que la producción llegue al cliente.
- e) **Costos de fallas externas:** Son los costos erogados por no cumplir con los requerimientos de los productos, los servicios, los procesos y/o los sistemas no controlados directamente por la empresa, son aquellos en que incurre el productor porque al cliente se le suministran productos inaceptables.

En lo antes mencionado se determina, que las grandes empresas son las que requieren una aplicación adecuada de los tipos de costos de calidad que se categorizan para llevar a cabo un proceso de control, permitiéndoles determinar con exactitud los costos de no calidad y como esto afecta en la rentabilidad de la organización.

7.2.18.2 Control de Calidad

Son todos los mecanismos, acciones y herramientas realizadas para detectar la presencia de errores. La función de calidad existe primordialmente como una organización de servicio para conocer las especificaciones por la ingeniería de producto y proporcionar asistencia al departamento de producción, para que la producción alcance estas especificaciones. Como tal la función consiste en la recolección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos para iniciar una acción correctiva adecuada; para controlar la calidad de un producto se realizan pruebas de muestreo para verificar que las características del mismo sean óptimas. (Chase, 2001).

Con esto se puede decir que para mejorar la calidad es necesario basarse en hechos, no solo corregir o reducir defectos sino prevenir que estos sucedan, este trabajo se realiza día a día. Hay que tener en cuenta que la falta de calidad origina una baja en la productividad dentro de la empresa, ya que al fabricar con materia prima de segunda no se estaría brindando un producto de calidad al consumidor final con lo cual es posible que no compre el producto.

El fomento del comercio, la promoción del café y el acceso a los mercados tiene dos ámbitos de acción que tienen que estar integrados. **El primero** de estos ámbitos es el ámbito internacional en donde se comercializa la producción **y el segundo es** el desarrollo de capacidades locales para producir productos de alta calidad en función del mercado. La creación de estas capacidades locales no debe enfocarse en la producción en sí solamente sino también en el desarrollo de los sistemas de registro y certificación de la calidad de los productos.

7.2.18.3 Sistemas de Información de calidad

El sistema de información de la calidad es un método organizado para recolectar, almacenar y reportar la información sobre la calidad para ayudar a los tomadores de decisiones en todos los niveles. (Chase, 2001).

El autor, en esta técnica permite utilizar la información sobre la calidad para mejorar continuamente a través de un proceso de toma de decisiones objetivo basado en información confiable, que ocurre en condiciones cambiantes y que van de la mano con el uso de sistemas y equipo electrónicos que han dado como resultado un punto de vista más amplio sobre la información de la calidad.

Para que las organizaciones permitan la entrada a un sistema de información de la calidad deben estar preparadas con información relacionada a: investigación de mercado sobre la calidad, datos de pruebas del diseño de productos, información sobre la evaluación del diseño de la calidad, datos de proceso, datos de inspección final. Chase (2001). Estos sistemas son de gran importancia porque permite a los miembros de la organización tener control sobre la información relevante en el momento adecuado, de manera que pueda tomar decisiones preventivas o correctivas en el tiempo oportuno.

7.3 Productividad

Según, Chase (2001) es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia". La primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados.

Lo indicado por el autor deja claro que al aplicar la productividad en las organizaciones es buscar eficiencia, optimizando los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos; además de la aplicación de la eficacia que implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado).

Las empresas deben crear modelos donde el personal se adapta al sistema y que no se convierta en la causa básica de la mala calidad, se dice que más del 90% de las fallas está fuera del alcance de la gente de labor directa, las causas deben buscarse a lo largo del proceso, desde los insumos, y preguntando si éstos cumplen con los requerimientos y si se reciben a tiempo. Asimismo, hay que inspeccionar los procesos de transformación y ver dónde se originan los incumplimientos, cuáles son las causas de éstos y cómo pueden remediarse y evitarse.

La productividad está definida como: “la relación entre la cantidad física de bienes y servicios obtenidos en un período determinado y la cantidad de recursos gastados en lograrlas” (Baca, 2007).

La productividad son los bienes recibidos y lo que se invierte para lograr esos bienes; es hacer un buen manejo de los recursos que vuelvan eficiente todas las actividades realizadas.

“Productividad es el grado de rendimiento con el que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.” (Baca, 2007).

Es decir que es el porcentaje con el que se medirá la óptima utilización de los recursos para cumplir con las metas que se han propuesto. Actualmente las empresas no logran alcanzar el grado de productividad que se han propuesto, debido al bajo rendimiento que genera una mala organización. Es muy importante conocer las causas que producen los problemas, pues solamente de esta manera podemos buscar como atacar directamente lo que nos está ocasionando dificultades dentro del proceso.

“El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad es aumentando su productividad. Para ello el instrumento fundamental es la utilización

de métodos y el estudio de tiempos” Baca, (2007). Toda empresa busca como crecer o aumentar su productividad esto se logra al hacer un análisis preciso de los métodos utilizados y del estudio de tiempo; en lo que respecta a la fabricación del producto o servicio y a la relación interna de la compañía.

7.3.1 Producto

Un producto es un conjunto de características y atributos tangibles (forma, tamaño, color...) e intangibles (marca, imagen de empresa, servicio...) que el comprador acepta, en principio, como algo que va a satisfacer sus necesidades. Por tanto, en marketing un producto no existe hasta que no responda a una necesidad, a un deseo. (Baca, 2007).

Entonces se puede definir como un bien tangible o intangible con un conjunto de características que el cliente puede identificar y valorar en forma de sus deseos, necesidades y condiciones de uso.

7.3.2 Productos en proceso

Representa todos los bienes en proceso de producción, (Baca, 2007). El producto en proceso es la etapa la transformación de la materia prima en un bien.

7.3.3 Productos terminados

Según Baca, (2007). Representa los bienes o producto terminados listos para ser vendidos.

7.3.4 La productividad de la mano de obra

Es la que resulta del coeficiente entre una medida dada del total de los bienes y servicios producidos y una medida de la mano de obra empleada.

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{producción}}{\text{insumo humano}}$$

7.3.5 Indicadores de eficiencia general de los equipos (OEE).

La Eficiencia General de los Equipos, por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness) es una herramienta de medición de la eficacia de la maquinaria industrial, internacionalmente reconocida (sistemas OEE, 2014), y que se expresa como un porcentaje de tres parámetros: disponibilidad, rendimiento y calidad. El OEE es un indicador clave de desempeño que permite medir la competitividad de la industria y compararse con respecto a los mejores de su clase. Este índice considera todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la productividad y la calidad. (Gonzales. G., 1996)

7.3.5.1 Disponibilidad (Tiempo)

Representa el porcentaje de tiempo total disponible de las máquinas para trabajar (sistemas OEE, 2014). Este componente está diseñado para tomar en cuenta sólo lo relacionado con el tiempo disponible, excluyendo los paros programados y los eventos de calidad y desempeño.

Disponibilidad= (Tiempo productivo*Arranque, avería, paros) / tiempo disponible

7.3.5.2 Capacidad

También llamado desempeño, representa el porcentaje de velocidad a la que el centro de trabajo opera, comparada con la velocidad teórica. Este factor está diseñado para excluir los efectos de calidad y disponibilidad (Gonzales. G. 1996)

Rendimiento= (Tiempo productivo*Arranque, avería, paros)/ capacidad productiva

7.3.5.3 Calidad

Se refiere al porcentaje de unidades buenas producidas con respecto a la cantidad total de unidades producidas o al servicio que se brinda. Este componente está diseñado para no tomar en cuenta el tiempo disponible y el desempeño.

Calidad= (Producción bueno*Defectuoso) /Producción real

El OEE se debe medir porque las empresas realizan grandes inversiones en maquinaria y necesitan obtener el máximo retorno de su inversión en el menor tiempo posible, porque es fundamental disminuir nuestras pérdidas productivas y conseguir que la empresa sea más competitiva. (Gonzáles. G. 1996)

Es una medida estándar que utilizan las empresas a nivel mundial en los países industrialmente avanzados y permite comparar sus resultados con las mejores.

Un valor de OEE del 100% es la práctica inalcanzable ideal y ayuda a que trabajemos sistemáticamente en la mejora continua. Permite comparar entre sí máquinas, células productivas, líneas de producción, turnos de trabajo, plantas productivas, prestación de servicios e incluso nos permite comparar la empresa con respecto a las mejores de nuestro sector industrial. Se puede clasificar según el nivel de excelencia,

7.3.6. Factores que afectan la productividad de las empresas

a) Tecnológico

Los factores tecnológicos a los que se refiere están constituidos por maquinarias, equipos e instalaciones necesarias en la transformación de la materia prima en productos. (Gonzáles. G. 1996).

Los conocimientos sobre dichos factores ejercen un impacto sobre métodos y procesos establecidos, exigiendo que el recurso humano este más capacitado.

b) Tecno-organizativo

Los Factores tecno-organizativos, se incluyen todos los métodos, sistemas, normas y procedimientos que afectan la productividad de una organización. (Gonzáles. G. 1996).

Esto tiene que ver más con la planeación adecuada de los recursos relacionado con cada área organizacional de la empresa.

c) Humano

En el proceso productivo el humano es vital, su inteligencia es el único recurso creativo porque da vida a la empresa y de allí su importancia en las organizaciones.

(González. G. 1996).

Es importante cuidar el aspecto humano en un proceso productivo ya que de este factor depende gran parte del buen funcionamiento de la empresa, así como la aplicación correcta de los métodos y conocimientos.

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

Para el diseño Metodológico se definió el tipo de investigación a realizar, el área de estudio, la fecha y el lugar donde se desarrolló este trabajo además el tamaño de la muestra y el universo.

En el marco de la investigación planteada, referido a la evaluación del proceso de beneficiado del café en la empresa Atlantic S.A durante el Primer semestre del año 2017, se define el diseño de la investigación como el plan o la estrategia global en el contexto del estudio propuesto, que permite orientar desde el punto de vista técnico, y guiar todo el proceso de investigación, desde la recolección de los primeros datos, hasta el análisis e interpretación de los mismos en función de los objetivos definidos en la investigación atendiendo a los objetivos planteados, la investigación se orientó hacia un diseño de campo, por cuanto, este diseño de investigación no sólo se basa en observar, sino en recolectar los datos directamente de la realidad del objeto de estudio, en su ambiente cotidiano, para posteriormente analizar e interpretar los resultados.

Es cualitativa porque se basa en la observación directa para describir el estado actual del área y de los equipos, además se recolecta información mediante el uso de entrevistas aplicadas al personal administrativo del departamento de mantenimiento y a los técnicos.

Es cuantitativo, porque toma como centro de su proceso de investigación a las mediciones numéricas, utiliza la recolección de datos y los analiza para llegar a responder sus preguntas de investigación. Utiliza la recolección, la medición de parámetros, la obtención de frecuencias y estadígrafos de la población que investiga para llegar a probar la Hipótesis establecida previamente.

En este enfoque se utiliza necesariamente el Análisis Estadístico, se tiene la idea de la investigación, las preguntas de investigación, se formulan los objetivos, se deriva las hipótesis, se eligen las variables del proceso y mediante un proceso de cálculo se contrasta la hipótesis. Este enfoque es más bien utilizado en procesos que por su naturaleza puedan ser medibles o cuantificables.

8.1 Tipo de investigación

Se desarrolla un tipo de investigación descriptiva y correlacional debido a que se detallan las deficiencias encontrada dentro del área de secado mecánico. Es correlacional, ya que son estudios que tienen como propósito el grado de relación existente entre dos o más variables en un contexto particular, estas variables a estudiar son la mantenibilidad y la productividad.

8.2 Periodo y secuencia de estudio

Se clasifica como una investigación Transversal, cuyas características son:

- ✓ Recolección datos en un solo momento, en un tiempo único.
- ✓ Su propósito es describir variables y analizar su interrelación en un momento dado.
- ✓ Pueden abarcar varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores.
- ✓ Pueden dividirse en descriptivos y correlacionales-causal.

8.3 Universo de estudio

El universo de estudio corresponde a la empresa Exportadora Atlantic S.A.

8.4 Población

La población que limita parcialmente la investigación, está representada por el Área de Secado Mecánico y el área de mantenimiento

8.5 Muestra

Para la recopilación y análisis de la información necesaria, se realizarán entrevistas a los operarios de dicha área, así como a todo el personal que labora dentro del área de mantenimiento de la empresa sumando un total de 18 personas, así como también la maquinaria objeto de nuestro estudio.

8.6 Técnicas de Recolección de Datos

1. Observación directa

Esta técnica nos permite conocer la situación actual del mantenimiento y como el personal técnico procede a la ejecución del mismo.

2. Entrevista

Durante las visitas a la planta se recopila información técnica por medio de entrevistas establecidas con el Ing. de Planta Máximo Javier Pérez y la Supervisor del área, Ing. Jessica Paola Zeledón, todo esto con el fin de conocer más acerca del tipo de mantenimiento que se ejecuta, con información más veraz y objetiva acerca de las fallas comunes que presentan y la problemática actual de esta área.

3. Encuestas

Se realizaron encuestas dirigidas a los trabajadores del área con el fin de obtener datos necesarios acerca del mantenimiento aplicado y la manera en que este se lleva a cabo.

4. Información Histórica

Esta técnica permitió tener conocimientos diversos de las máquinas que estamos evaluando y de los procesos, sirvió de guía en el estudio realizado y a tener un mejor enfoque a la hora del desarrollo de este trabajo y nos brinda conocimientos para diferentes tipos de técnicas a desarrollar.

IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

Descripción de la empresa.

Exportadora del ATLANTIC S.A es una empresa miembro del grupo ECOM fundada el 11 de junio de 1997 de conformidad con las leyes de la República de Nicaragua. Nace como iniciativa de varios productores de Matagalpa y Jinotega con el fin de integrarse en la exportación, entender mejor el mercado y mejorar su proyección internacional.

Atlantic es reconocida como una empresa Exportadora de Café, innovadora y generadora de desarrollo en la cadena de valor del café, que trabaja en iniciativas de mejoras en la parte de productividad e innovación, en búsqueda de nuevas plantas de café resistentes a la roya; enfocada en la satisfacción del cliente y proveedor, aplicando buenas prácticas de producción.

Con 20 años de haberse instalado en Nicaragua, Exportadora Atlantic, está conformada en la cadena de valor con 3 operaciones principales: compra, producción, operaciones y la parte de comercialización del café. El proceso consiste en el secado de café, conservación de calidad en almacenes, y productividad industrial.

En la parte operativa se dedica a acopiar el producto de los caficultores, tanto de las compras directas, como los procesos que damos de servicios de maquila. Actualmente acopia un 25 o 30% de la producción Nacional.

Atlantic. S.A ubicada en el Km 106 Carretera Sébaco – Matagalpa, pertenece al grupo ECOM, que tiene más de 160 años, dedicado a proveer algodón, cacao, café, y otros tipos de grano. ECOM está en 40 países a nivel mundial.

La exportadora Atlantic, genera más de 2 mil empleos de manera directa en la temporada alta; en la planta de proceso trabajan más de mil trabajadores. El año pasado hubo una exportación de medio millón de quintales, este año esperan incrementar esas cifras.

Visión

Ser reconocidos como una organización innovadora y generadora de desarrollo en la cadena de valor del café, potenciando su capacidad para construir relaciones exitosas con clientes y proveedores, a través de la satisfacción mutua, innovación tecnológica, trabajo en equipo y transparencia.

Misión

Lograr altos niveles de satisfacción en las relaciones con nuestros clientes, proveedores, colaboradores y accionistas, que favorezcan el crecimiento del negocio, garantizando calidad y cumplimiento en las mejores prácticas de la producción y comercialización del café.

Valores

Integridad: actuar con rectitud y honestidad en relación a lo que se dice o hace sin importar las circunstancias, es ser transparente y cumplir.

Trabajo en equipo: colaborar y cooperar con los integrantes de un grupo de trabajo en el que se esté integrado, trabajar con actitud genuina y con la meta de ser efectivos y útiles como equipo.

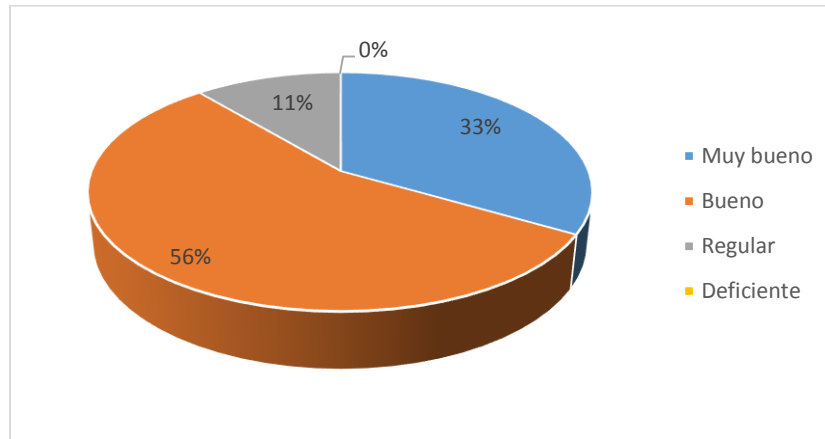
Atención al cliente: deseo de ayudar o servir a los clientes, implica un proceso de identificar y satisfacer sus necesidades, tanto al cliente final, como a todos aquellos que cooperen en la relación empresa-cliente.

Innovación: idear soluciones eficaces, nuevas y diferentes ante problemas o situaciones generadas en el propio puesto, la empresa, los clientes o el segmento de la economía al que pertenece.

Colaboración en red: trabajar en colaboración con grupos, con otras áreas de la empresa u organismos externos con los que se deba interactuar. Implica manejar un alto grado de comprensión interpersonal, y procurar en forma permanente situaciones ganar-ganar con clientes internos, externos, proveedores, comunidades y accionistas.

Organización general:

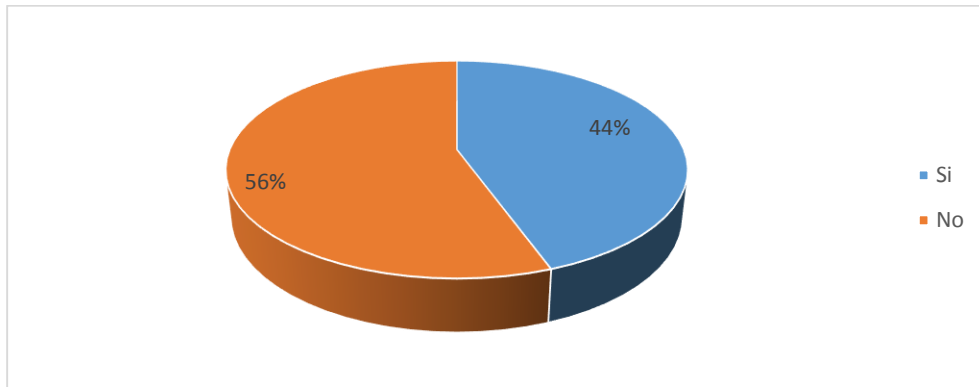
1) Proceso del mantenimiento aplicado:



De acuerdo a la encuesta realizada a supervisores y técnicos de mantenimiento en el área de secado mecánico, el 56% considera que el proceso del mantenimiento aplicado es bueno, un 33% considera que el mantenimiento aplicado es muy bueno, 11% considera que el mantenimiento aplicado es regular, respecto a la categoría deficiente no se obtuvo ninguna respuesta.

En los datos obtenidos mediante la observación realizada se puede decir que el proceso del mantenimiento es bueno ya que se pretende lograr el cumplimiento del objetivo propuesto tomando en cuenta el uso de indicadores, selección, planificación de los recursos tanto humano como herramientas y el aprovisionamiento de los repuestos a utilizar.

2) Datos técnicos e información:

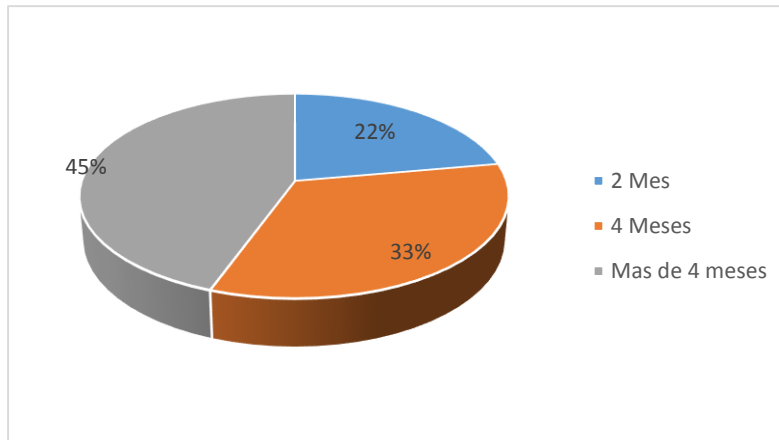


Según la encuesta aplicada el 44% asegura tener conocimiento acerca de los documentos físicos y digitalizados, mientras tanto el otro 56% asegura no tener conocimiento acerca de estos datos.

Mediante la observación y toma de datos se confirma que el área de mantenimiento posee información técnica de cada uno de los equipos en el área de secado mecánico con el fin de lograr un óptimo trabajo tomando en cuenta los parámetros ya establecidos por los fabricantes, así también se hace uso de los manuales e instructivo de la maquinaria. Cabe mencionar que no todo el personal tiene acceso a este tipo de información, debido a las políticas de la empresa, solo los superiores y supervisores pueden manejar esta documentación, siendo esto una desventaja para el desarrollo y desempeño del cuerpo técnico del área especialmente en ausencia del supervisor o jefe de área.

Planeación y ejecución:

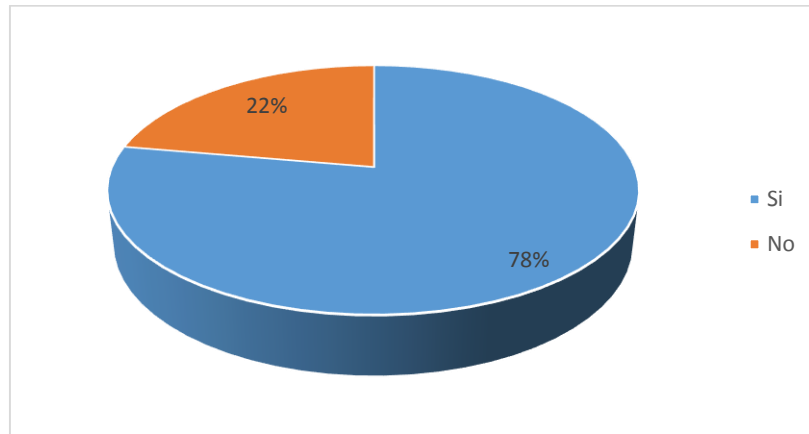
3) Tiempo de planificación



De acuerdo a los datos obtenidos en la encuesta el 45% de los trabajadores encuestado menciona que el tiempo que se planifica para la ejecución del mantenimiento son 4 meses a más, el 33% asegura que son 4 meses y el 22% con la minoría dice que son 2 meses.

Según el Ing. de planta Máximo Pérez, el mantenimiento se planifica para realizarse durante 4 meses tomando en cuenta el uso de las respectivas herramientas de planificación así como la coordinación necesaria con otros departamentos de la empresa que intervienen de cierta forma en el proceso del mantenimiento, por ejemplo el área de suministros u operaciones, de tal manera que se puedan optimizar al máximo los recursos como el personal, herramientas e insumos, también priorizando los problemas que se consideran de mayor influencia y si es necesario se planifica tiempo para realizar mejoras e innovaciones.

4) Ejecucion del mantenimiento:

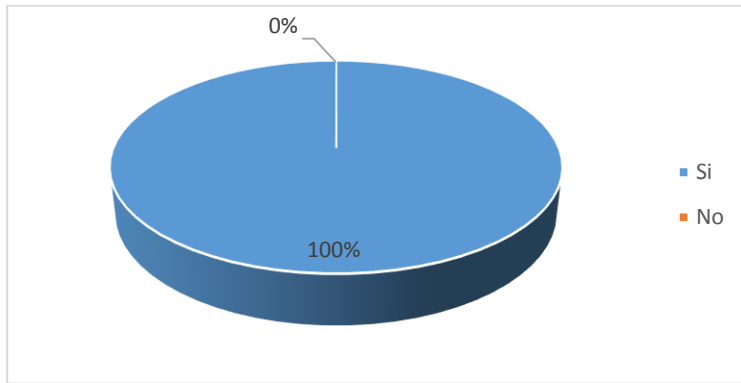


El 78% del personal de mantenimiento asegura que si se cumple la ejecucion en el tiempo planificado y el 22% del personal asegura que no se cumple con el tiempo planificado.

Mediante la entrevista realizada al Ing. Pérez nos aclara que para realizar una planificación adecuada y optimizar al máximo el tiempo se debe de conocer el estado actual de los equipos en el área, utilizando hojas de reporte del estado en que se encuentran estos antes de empezar a trabajar, haciendo uso de la inspección visual, también se llevan documentos escritos llamados órdenes de trabajos en los cuales se detalla todo tipo de trabajo de mantenimiento, ya sea programado o de emergencia, tomando en cuenta el método más adecuado para solucionar la falla en el menor tiempo posible.

En este caso por medio de observaciones y de informacion obtenida de registro se puede decir que el mantenimiento se ejecuta en tiempo y forma con un 98% de efectividad, utilizando un personal de 18 personas, dando cumplimiento a las metas establecidas y alcanzando el objetivo.

5) Ejecucion de Inventario:

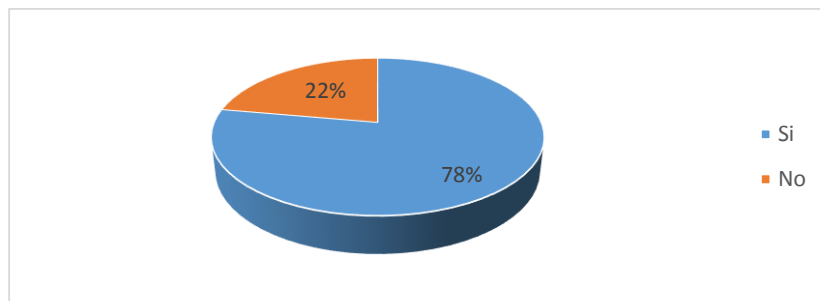


De acuerdo a los resultados obtenidos de las encuestas realizadas, el 100% de los encuestados aseguran que se ejecuta un inventario en el cual se aprovisionan los repuestos necesarios.

Por medio de la observación y toma de nota de registros se puede decir que se ejecuta el inventario selectivo realizándose periódicamente y en base a las necesidades que van surgiendo poco a poco, para el aprovisionamiento adecuado se prioriza la maquinaria con mayor tendencia a presentar fallas.

Medicion del mantenimiento:

6) Uso de Indicadores para medir la calidad del mantenimiento



De acuerdo con los resultados obtenidos, el 78% de los entrevistados asegura que se hace el uso de indicadores para medir la calidad del mantenimiento aplicado, mientras que el 22% asegura no tener conocimiento acerca de estos métodos.

El Ing. Pérez menciona el uso de indicadores para medir el mantenimiento como tal, utilizando la efectividad como indicador y el estudio del comportamiento de los equipos durante el tiempo de funcionamiento, disponibilidad y confiabilidad de estos tomando en cuenta los tiempos de paro, tiempos de reparación y la clasificación de los diferentes tipos de paros ya que no todo el tiempo improductivo debe a paros por fallas mecánicas.

De acuerdo a los datos obtenidos de los documentos y registros se pudo comprobar la existencia y uso de indicadores con el fin de ayudar a obtener mejores resultados y mayor efectividad en la aplicación del mantenimiento, así como también el análisis del comportamiento de la maquinaria, brindando una pauta de lo que puede estar mal en el equipo, pero cabe destacar que se hace uso de pocos indicadores para un mejor control del mantenimiento aplicado, y que en el mundo de la industria es necesario la aplicación de estos indicadores para obtener mejores resultados.

7) Tipos de indicadores para medir el Mantenimiento aplicado

Esta pregunta fue realizada directamente al Ingeniero de planta ya que por políticas de la empresa solo él maneja este tipo de información.

Mediante la entrevista el Ing. Pérez comentó que para medir la ejecución como tal del mantenimiento se mide mediante la efectividad, en el caso de la maquinaria se hace uso de la confiabilidad y disponibilidad para llevar un mejor control acerca del funcionamiento de estos.

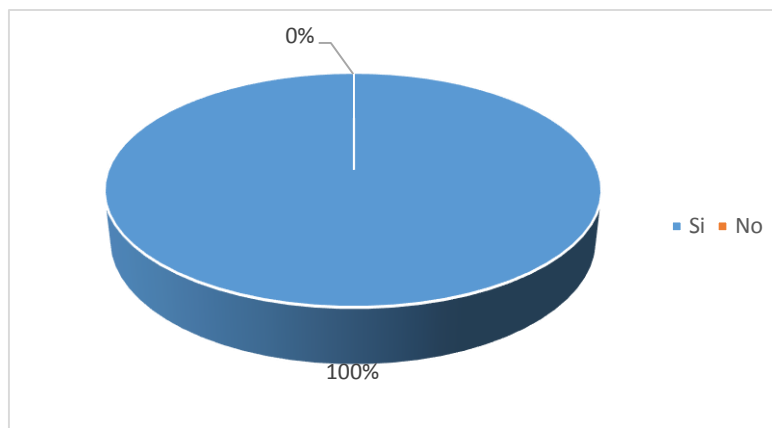
Mediante la recopilación y análisis de datos se comprueba que el área de mantenimiento realiza análisis de confiabilidad al equipo o sistema, y con el fin de obtener información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo, según los cálculos realizados la confiabilidad actual del equipo es de un 96% en general. (Ver Anexo 9)

Se realiza análisis de la disponibilidad de la maquinaria y así de esta manera darse cuenta del tiempo productivo y tiempo no productivo en el que trabajó el equipo

tomando en cuenta los paros ocasionados por diversas fallas, el porcentaje general de disponibilidad es de 96.56%. (Ver anexo 8).

No se hace análisis del indicador de mantenibilidad por lo tanto en raras ocasiones puede tornarse lento el proceso de solución ya que no se tiene un parámetro medible establecido. Procedimos a realizar nuestros respectivos análisis dándonos como resultado una mantenibilidad general de 89.25%. (Ver anexo 10)

8) Tecnicas adecuadas para la aplicación del mantenimiento:

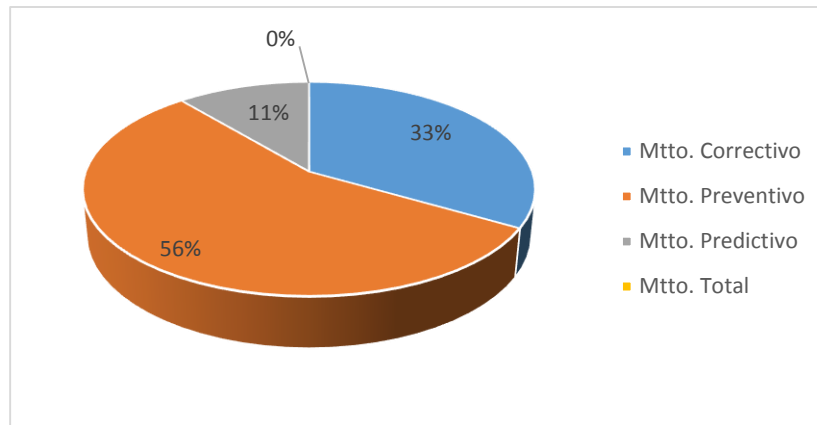


El 100% de los trabajadores dicen aplicar las tecnicas adecuadas a la hora de implementar el mantenimiento para obtener mejores resultados.

El Ing. Pérez afirma que para la evaluación del estado técnico de los equipos se hace uso de la aplicación de tablas y gráficos para evaluar en qué condiciones se encuentran las máquinas y las principales causas de los paros. Se toma en cuenta el uso del manual del equipo, así como la ficha técnica de este para conocer los datos generales y manera en que funciona para proceder correctamente. También menciona que se ejecutan las diferentes técnicas de control de maquinaria como inspección visual, acústica y táctil de los componentes de la maquinaria.

Mediante la observación de los registros y documentos así como manuales se comprobó el uso de técnicas utilizadas en el área de mantenimiento.

9) Tipos de Mantenimientos aplicados y ejecutados

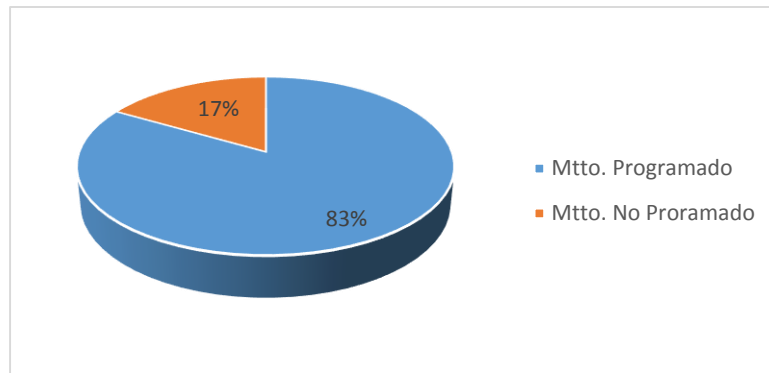


Mediante la encuesta aplicada se obtuvo como resultado que el 56% de los trabajadores aseguran que se aplica con más frecuencia el mantenimiento preventivo, seguido del 33% correspondiente al mantenimiento correctivo y por último el 11% el mantenimiento predictivo.

Según entrevista realizada al Ing. De Planta el Sr. Pérez comenta que se ejecutan el mantenimiento preventivo tanto programado como no programado, y el mantenimiento correctivo, recalcando que no se aplica el mantenimiento predictivo, pero destaca que ha obtenido buenos resultados con estas prácticas, el mantenimiento preventivo no programado se hace frecuentemente en periodos de tiempo cortos, semanalmente incluso, según la necesidad de la maquinaria, mientras que el mantenimiento preventivo programado se hace una vez al año en el cual se incluyen mejoras e innovaciones en el área.

Mediante el estudio realizado se pudo comprobar que la empresa Exportadora Atlantic S.A aplica los diferentes tipos de mantenimientos excepto el mantenimiento predictivo con el fin de asegurar la disponibilidad de la maquinaria y obtener mejores resultados en la producción, tomando en cuenta las diferentes técnicas para aplicar el mantenimiento preventivo programado y no programado, así como también la efectividad de la cuadrilla cuando el mantenimiento es correctivo, el uso de las diferentes herramientas y materiales.

10) Mantenimiento preventivo de mayor efectividad



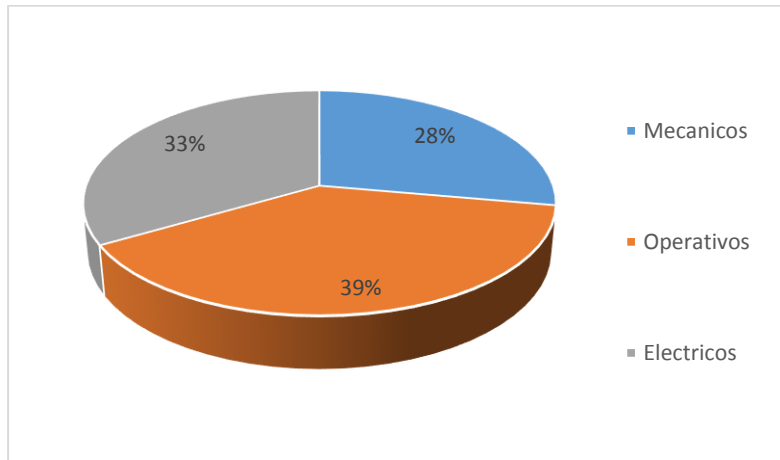
Según la encuesta realizada, el 83% afirma que el mantenimiento preventivo aplicado con mayor efectividad es el programado mientras que el 17% afirma que el mantenimiento con mayor efectividad es el no programado.

Mediante la entrevista realizada al Ing Perez, refiere que en la empresa Exportadora Atlantic S.A se hace aplicación del mantenimiento preventivo no programado mediante inspecciones frecuentes cada determinado periodo de tiempo haciendo uso de técnicas necesarias para frenar el desgaste de la maquinaria y minimizar los paros.

En cuanto al mantenimiento preventivo programado, se determina un periodo de tiempo en el cual se implementara programando con anticipacion el paro de la maquinaria, se procede a realizar las diferentes actividades como mejoras o cambios de piezas obsoletas con el fin de mejorar el rendimiento de la maquinaria, cambio de balineras, cambios de bandas, cambios de aceites, devanado de motor, mejoras, reparaciones de los hornos, reparacion de las compuertas de elevadores, mejora en la bandas de transortes y cambios de rodos, etc.

Según las necesidades presentadas ambos mantenimientos preventivos tanto el programado como el no programado son muy efectivos ya que se logran obtener buenos resultados en el funcionamiento de la maquinaria.

11)Tipos de Paros

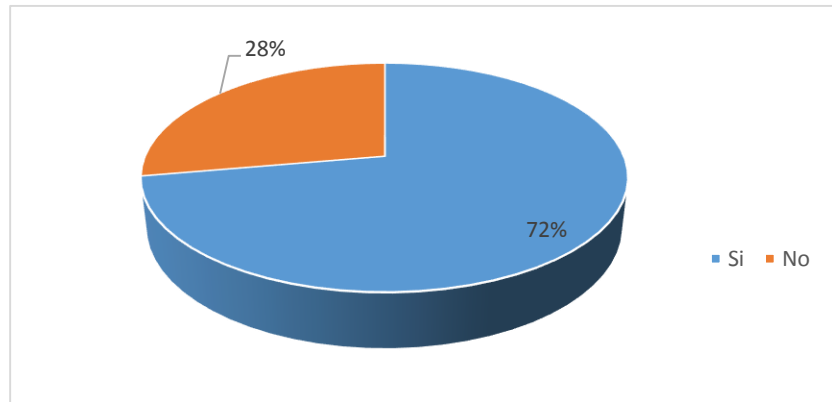


Respecto a los tipos de paros presentes en el proceso, el 39% de los encuestados expresaron que la mayor cantidad de paros que afectan la operación son operativos, un 33% corresponde a los paros eléctricos y por último tenemos con un 28% correspondiente a paros mecánicas.

Según el Ing. Pérez los paros que se dan son de tipo operativos, eléctricos y mecánicos, cada uno de ellos teniendo una influencia significativa en el tiempo total improductivo de la maquinaria y por lo tanto en la producción. Para llevar un mejor control de estos paros se lleva una base de datos digital, necesaria para el análisis de los indicadores.

De acuerdo con los datos obtenidos de los registros analizados, el 84% del tiempo total no productivo se debe a paros operativos, por otro lado el 9% del tiempo total no productivo se debe a paros por fallas eléctricas o cortes de energía eléctrica, y por último el 7% del tiempo no efectivo se debe a paros por fallas mecánicas. (Ver anexo 11)

12) Indicadores para medir la eficiencia de la maquinaria



Al preguntar a los encuestados sobre el uso de indicadores para medir la eficiencia de la maquinaria el 72% asegura que se lleva a cabo el uso de indicadores para medir la eficiencia de la maquinaria, el otro 28% manifiesta no tener conocimiento acerca de estos indicadores.

Ing. Pérez expresó que si se hace uso del OEE con el fin de llevar un mejor control del funcionamiento de la maquinaria y de la producción que se ha obtenido. Como indicadores principales en este análisis se utilizan el tiempo, la velocidad o capacidad y la calidad de los bienes obtenidos.

De acuerdo a los datos analizados la eficiencia general de la maquinaria es de un 94%. (ver anexo 12).

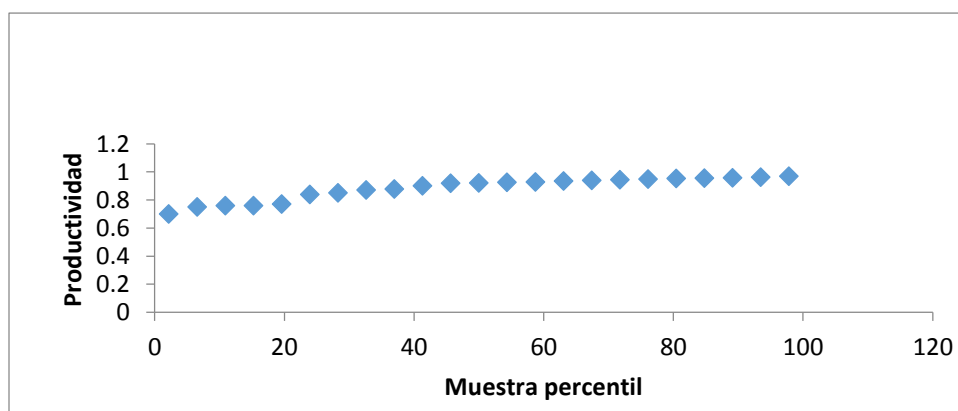
13) Correlación de las variables: Mantenibilidad y Productividad

Para corroborar la existencia o no de un vínculo directo entre las variables de mantenibilidad y productividad se estableció un diagrama de correlación realizado en el programa Microsoft Excel 2015.

Respecto a los resultados obtenidos mediante el uso de la regresión lineal podemos decir que el coeficiente de correlación indica que existe un grado de asociación entre las variables de un 87%, indicando que es alto, a su vez el coeficiente de determinación indica que la mantenibilidad determina a la productividad en un 75%, como se muestra en la tabla siguiente.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.87097427
Coeficiente de determinación R ²	0.75859618
R ² ajustado	0.74710076
Error típico	0.04114998
Observaciones	23

La siguiente grafica indica que a mayor porcentaje de mantenibilidad, la productividad tendrá un porcentaje mayor, con una aproximación a 1.



X. CONCLUSIONES

Según el estudio realizado durante el primer semestre del año 2017, podemos contrastar con la hipótesis y concluir:

- 1) En Exportadora Atlantic S.A se hacen buenas prácticas de mantenimiento industrial en el área de Secado Mecánico, siendo bajo el porcentaje equivalente a los paros por fallas mecánicas, por ende, el mantenimiento es de buena calidad.
- 2) Los factores que intervienen ocasionando tiempo improductivo en el proceso del área del secado mecánico son los diferentes tipos de paros: Paro Operativo, Paro por Fallas Eléctricas o Cortes de Energía Eléctrica y Paros por Fallas Mecánicas que es el factor que menos intervienen.
- 3) El Mantenimiento aplicado en el área del Secado Mecánico es Mantenimiento Preventivo Programado y no Programado y Mantenimiento Correctivo obteniendo buenos resultados con estas prácticas a fin de asegurar la disponibilidad de la maquinaria y obtener mejores resultados en la producción.
- 4) Los indicadores utilizados para medir la calidad del Mantenimiento son: el análisis de confiabilidad y disponibilidad, y el de mantenibilidad de la maquinaria no se tiene un parámetro medible establecido, por lo tanto, el trabajo realizado por el equipo de mantenimiento es de alta calidad.
- 5) Se deben implementar técnicas y buenas prácticas como auditorias en el área de mantenimiento, elaboración de informes periódicos, análisis de fallos, mantenimiento predictivo, buenas prácticas en la planificación del mantenimiento, formación especializada, capacitación constante de los trabajadores e implantar los indicadores de estudio para el análisis del comportamiento de los equipos y la manera en que se ejecuta el mantenimiento.

XI. RECOMENDACIONES

Ya que la necesidad de este estudio surgió por el análisis del tema para darnos cuenta de la influencia del Mantenimiento en la Productividad del área de Secado Mecánico, y la relación de este con los diferentes Tipos de Paros podemos dar las siguientes recomendaciones:

Realizar un análisis más detallado en cuanto a la influencia de los Paros Operativos y Eléctricos ya que son estos los que mayormente inciden en el proceso, teniendo un mayor porcentaje de incidencia el tipo de Paro Operativo, seguido del Paro Eléctrico y de último el paro ocasionado por fallas mecánicas. Cabe mencionar la realización de mejoras e innovaciones para reducir los paros operativos.

Implantar el uso de nuevos indicadores de medición de la calidad del mantenimiento como el análisis de mantenibilidad con el fin de reducir al máximo las deficiencias presentes en el área.

También es necesario fortalecer la ejecución de inventario y aprovisionamiento de los materiales con el fin de no tener ningún tipo de retraso en el cumplimiento de las órdenes de trabajo.

Se recomienda la realización de Auditoria para tener un mejor control de los datos manejados como órdenes de trabajos, manuales adecuados en uso y la planificación de los trabajos a realizar.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ ANA, (2006). Asociación Nacional del Café.
- ✓ Baca, G, (2007). Introducción Ingeniería Industrial. México: Grupo Editorial Patria.
- ✓ Currie, R. M., (1989). Análisis y Medición del trabajo. Quinta Edición. Editorial Diana. México, D.F.
- ✓ Chase, Richard B, (2001). Administración de Producción y Operaciones, Octava Edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- ✓ Duffuaa, Raouf y Campbell, (2009). Sistemas de mantenimiento: Planeación, Planificación y Control.
- ✓ Dounce Villanueva Enrique y Jorge Fernando Pérez Dounce. (2001). La Productividad en el mantenimiento Industrial, Tercera Edición, Campaña Editorial Continental S.A. de C.V. México. México.
- ✓ González, Francisco Javier, (2003). Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado.
- ✓ González Guajardo G., (1996). Ingeniería y Mantenimiento Autónomo.
- ✓ García Garrido, Santiago, (2005). Organización y Gestión Integral del Mantenimiento, Editorial Mc Graw Hill, México.
- ✓ Garrido, S., (2009).Mantenimiento Industrial Vol. 4.
- ✓ ISO 9000, (2005) Manual de Sistema de Calidad, 4ª Edición. David Hoyle. Editorial: Paraninfo.
- ✓ Milán, G. L., (2004). Cadena Agroindustrial Café. Nicaragua
- ✓ Monchy, François, (1990). Teoría y práctica el mantenimiento industrial. Barcelona: Masson.
- ✓ Norma ISO 10013, Lineamientos para elaborar manuales de calidad.
- ✓ Nievel, Benjamín, (1980). Ingeniería Industrial: Estudio de Tiempos y Movimientos, Tercera Edición, Alfa-omega, México.
- ✓ Soto, C., & Jiménez, (1995). R. Revista Agronomía Costarricense.
- ✓ Vegas, C, (2009). Mantenimiento Preventivo. Cuba.

- ✓ Wilboux R., (1964). El Beneficio Húmedo del café. Roma, Italia: Estudios Agropecuarios de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- ✓ Zapata, C., (2009). Diseño de sistema de Gestión de mantenimiento.

XIII. ANEXOS

ANEXO 1

Operacionalización de las Variables:

Variable	Sub-Variable	Indicador	Fuente	Técnica	Instrumento
Calidad del Mantenimiento	Descripción del mantenimiento	Flujo-grama de mantenimiento aplicado. Datos digitalizados e información técnica.	Archivos e información técnica.	Registros. Observación directa.	Toma de notas.
	Gestión del mantenimiento	Planificación. Selección de Indicadores. Ejecución de órdenes de trabajo en tiempo y forma. Existencia de datos técnicos sobre los equipos. Ejecución de inventario de equipos y herramientas.			
	Técnicas de control de la Maquinaria	Proceso en el Área DE Secado Mecánico Costos de calidad	Supervisor del Área.	Entrevista. Registros.	Entrevista no estructurada.
	Tipos de Mantenimiento	Mantenimiento Correctivo. Mantenimiento Preventivo. Mantenimiento Predictivo. Mantenimiento Productivo Total.	Técnicos de mantenimiento. Archivos e información técnica.	Observación directa. Encuesta	Toma de notas. Chek list. Encuesta
	Indicadores	Disponibilidad. Confiabilidad. Mantenibilidad.			
	Tipos de paro	Paro Mecánico. Paro Eléctrico. Paro Operativo. Tipos Fallas frecuentes.			
Productividad	Indicadores de eficiencia	Disponibilidad (tiempo) Capacidad. Calidad.	Supervisor del Área.	Observación directa.	Toma de notas.
	Productividad efectiva de los equipos.	Producción General	Técnicos de mantenimiento. Archivos e información técnica.	Entrevista. Registros.	Entrevista.
	Factores	Tecnológico, Tecno-organizativo, Humano			

ANEXO 2

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

FAREM – Matagalpa.

ENTREVISTA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, está realizando una encuesta, dirigida a supervisores y técnicos de mantenimiento con el fin de analizar la Calidad del Mantenimiento actual en área de Secado Mecánico en la Empresa Exportadora Atlantic S.A.

Los resultados obtenidos serán utilizados para el análisis de los mismos con el fin de ayudar a la industria.

Organización general:

1- ¿Cómo define el proceso general del mantenimiento aplicado?

Muy bueno_____

Bueno_____

Regular_____

Deficiente_____

2- ¿Tiene usted conocimiento acerca de los datos e información en físico y digital del área de mantenimiento?

Si _____

No_____

Planeación y ejecución:

3- ¿Cuánto es el tiempo que se planifica para la ejecución del mantenimiento?

2 meses_____

4 meses_____

Más de 4 meses. _____

4- ¿Se cumple con la ejecución del mantenimiento en el tiempo planificado?

Si _____

No _____

5- ¿Disponen de una lista de inventario de cada uno de los equipos y sus herramientas?

Si _____

No _____

Medición del mantenimiento:

6- ¿Se hace uso de indicadores para medir la calidad del mantenimiento y el estado de los equipo?

Si _____

No _____

7- ¿Cuáles de los siguientes indicadores utilizan para medir el mantenimiento aplicado a los equipos?

Confiabilidad _____

Disponibilidad _____

Mantenibilidad _____

8- ¿Utiliza las diferentes técnicas de control de Maquinaria?

Si _____

No _____

9- ¿Cuáles son los Tipos de Mantenimiento que planifica y ejecuta?

Mantenimiento correctivo _____

Mantenimiento Preventivo _____

Mantenimiento Predictivo _____

Mantenimiento Total _____

10- ¿Qué Mantenimiento Preventivo cree usted que tiene mayor efectividad?

Mantenimiento Programado_____

Mantenimiento no Programado_____

11- ¿Cuáles son las actividades a tomar en cuenta en el mantenimiento preventivo programado?

Cambio de balineras_____

Cambios de bandas_____

Cambio de aceite_____

Devanado de motor_____

Engrasado_____

Pintura_____

12- ¿Disponen Uds. de registros que lleven información sobre los tipos de paros más frecuentes?

Si_____

No_____

13- ¿Cuáles son los Tipos de Paros más frecuentes?

Mecánicos_____

Operativos_____

Eléctricos_____

14- ¿Qué indicadores utilizan para medir la eficiencia de la maquinaria del área del Secado Mecánico?

Tiempo_____

Velocidad_____

Calidad_____

ANEXO 3

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

FAREM – Matagalpa.

ENTREVISTA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, está realizando una entrevista, dirigida al Ing. de Planta y el Supervisor de mantenimiento con el fin de Analizar la calidad del mantenimiento actual en área de secado mecánico en la empresa Exportadora Atlantic S.A.

Los resultados obtenidos serán utilizados para el análisis de los mismos con el fin de ayudar a la industria.

- 1- ¿De qué manera realiza la planificación general del mantenimiento aplicado?
- 2- ¿En cuánto tiempo planifica la ejecución del mantenimiento en el área de secado mecánico?
- 3- ¿Se realiza adecuadamente la ejecución del mantenimiento en el tiempo planificado?
- 4- ¿Utiliza indicadores para medir la calidad del mantenimiento y el estado de los equipo?
- 5- ¿Qué tipos de indicadores se utilizan para medir el mantenimiento aplicado a los equipos?
- 6- ¿Utiliza las diferentes técnicas de control de Maquinaria?
- 7- ¿Cuáles son los tipos de mantenimiento planificados y ejecutados en el área de Secado Mecánico?

- 8- ¿ Qué mantenimiento preventivo cree usted que tiene mayor efectividad y que actividades se toman en cuenta?
- 9- ¿Cuáles son los tipos de Paros que afectan la producción del área del secado mecánico?
- 10- ¿Se hace uso del OEE para medir la eficiencia de la maquinaria del área del secado mecánico?

Anexo 4

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

FAREM – Matagalpa.

Check List.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Se realiza una lista de verificación con el propósito de detallar específicamente el estado de cada uno de los equipos y sus componentes, así como la detección de las averías existentes.

Item	Equipo	Estado		Observaciones
		Bueno	Averiado	
#1	Elevador #1 Carga Sec.1,2 y 3			
#2	Elevador #2 Carga Sec. 4 y 5			
#3	Elevador #3 Carga Sec 6 y 7			
#4	Elevador #4 Carga Sec 8 y 9			
#5	Elevador #5 Carga Sec 10 y 11			
#6	Elevador descarga # 1 secadoras 1,2 y 3.			
#7	Elevador descarga # 2 Secadoras 4 & 5.			
#8	Elevador descarga # 3 Secadoras 6 & 7.			
#9	Elevador descarga # 4 Secadoras 8 & 9.			
#10	Elevador descarga # 5 Secadoras 10 & 11.			
#11	Banda 30 mts descarga de tren 1 & 2			
#12	Secadora # 1			
#13	Secadora # 2			
#14	Secadora # 3			
#15	Secadora # 4			
#16	Secadora # 5			
#17	Secadora # 6			
#18	Secadora # 7			
#19	Secadora # 8			
#20	Secadora # 9			
#21	Secadora # 10			
#22	Secadora # 11			
#23	Ventilador # 1			
#24	Ventilador # 2			
#25	Ventilador # 3			

#26	Ventilador # 4			
#27	Ventilador # 5			
#28	Ventilador # 6			
#29	Ventilador # 7			
#30	Ventilador # 8			
#31	Ventilador # 9			
#32	Ventilador # 10			
#33	Ventilador # 11			
#34	Secadora # 12			
#35	Secadora # 13			
#36	Secadora # 14			
#37	Secadora # 15			
#38	Secadora # 16			
#39	Secadora # 17			
#40	Secadora # 18			
#41	Secadora # 19			
#42	Secadora # 20			
#43	Secadora # 21			
#44	Secadora # 22			
#45	Secadora # 23			
#46	Ventilador # 12			
#47	Ventilador # 13			
#48	Ventilador # 14			
#49	Ventilador # 15			
#50	Ventilador # 16			
#51	Ventilador # 17			
#52	Ventilador # 18			
#53	Ventilador # 19			
#54	Ventilador # 20			
#55	Ventilador # 21			
#56	Ventilador # 22			
#57	Ventilador # 23			
#58	Alimentador Cascarilla Horno 1 JOCA			
#59	Enfriadores 1 & 2.Horno JOCA			
#60	Horno Joca M1200			
#61	Elevador Carga tren 2 # 1			
#62	Elevador Carga tren 2 # 2			

#63	Colocho de carga tren 2			
#64	Banda descarga de tren 2			
#65	Elevador descarga tren 2			
#66	Alimentador de Cascarilla Horno 2 DESACAFE			
#67	Ventilador Alimentador Casc.			
#68	Ventilador fragua Horno 2			
#69	Ventilador chimenea Horno 2			
#70	Panel CCM tren # 1			
#71	Panel CCM tren # 2			
#72	Panel CCM Hornos 2 & 3			
#73	Panel Banco de Compensación Secadoras			
#74	Banda transportadora de 160 mts.			
#75	Colocho de descarga hacia tolvas en bga APS			
#76	HORNO DESACAFE Grande.			
#77	HORNO DESACAFE Pequeño.			
#78	Banda transportadora tren 1			
#79	Banda transportadora tren 2			
#80	Banda transportadora Bodega APS			
#81	Mejoramiento de compuertas T 2.			
#82	Estructuras Metálicas			
#83	Trabajos de Pintura en equipos y estructuras			

Anexo 5

Tiempo promedio para fallar

Guardiola	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Tiempo Operativo (Hrs)	Fallas Totales (N)	TPPF (Hrs)
1	637.33	559.83	240.12	46.00	1,593.28	7.00	227.61
2	606.50	585.50	493.33	134.50	1,898.67	5.00	379.73
3	687.62	629.50	506.17	160.17	1,983.45	6.00	330.58
4	591.00	532.33	564.83	164.67	2,135.50	4.00	533.87
5	650.83	543.62	503.83	214.33	2,197.95	3.00	732.65
6	-	242.07	573.17	173.50	988.73	3.00	329.58
7	706.50	648.67	608.67	195.17	2,427.50	2.00	1,213.75
8	658.50	703.17	565.33	213.33	2,398.50	1.00	2,398.50
9	585.00	615.78	556.50	219.83	2,254.45	1.00	2,254.45
10	649.67	641.50	548.17	175.33	2,301.33	2.00	1,150.67
11	659.00	600.83	548.17	116.17	2,250.67	2.00	1,125.33
12	689.00	606.42	566.33	127.83	2,395.58	2.00	1,197.79
13	602.67	617.33	528.34	122.33	2,307.00	3.00	769.00
14	613.12	620.55	499.50	115.50	3,059.12	2.00	1,529.56
15	633.67	627.80	485.00	115.17	3,013.67	3.00	1,004.56
16	579.17	479.50	481.00	124.17	2,171.50	4.00	542.87
17	650.33	535.50	464.17	141.38	2,322.80	4.00	580.70
18	569.83	557.33	416.50	143.50	2,145.62	2.00	1,072.81
19	556.33	557.83	220.00	-	1,803.19	2.00	901.60
20	557.33	504.67	525.17	152.17	2,010.67	4.00	502.67
21	627.00	596.22	490.17	141.67	2,224.38	6.00	370.73
22	620.83	572.17	481.00	119.83	2,057.50	4.00	514.38
23	563.17	568.58	448.33	162.00	1,962.42	5.00	392.48
23	595	572	5,606	1,466	2,170	3	648

Fuente Exportadora Atlantic S.A

Anexo 6

Tiempo promedio para reparar

Guardiola	Tiempo de Reparación (Hrs)	Fallas Totales (N)	TPPR (Hrs)
1	13.45	7.00	1.92
2	41.85	5.00	8.37
3	15.50	6.00	2.58
4	9.00	4.00	2.25
5	4.50	3.00	1.50
6	93.00	3.00	31.00
7	1.50	2.00	0.75
8	0.50	1.00	0.50
9	1.00	1.00	1.00
10	2.00	2.00	1.00
11	2.80	2.00	1.40
12	2.80	2.00	1.40
13	2.00	3.00	0.67
14	1.00	2.00	0.50
15	3.00	3.00	1.00
16	5.00	4.00	1.25
17	5.00	4.00	1.25
18	3.00	2.00	1.50
19	32.00	2.00	16.00
20	7.00	4.00	1.75
21	5.00	6.00	0.83
22	6.50	4.00	1.63
23	23.00	5.00	4.60
23	280	3	3.68

Fuente Exportadora Atlantic S.A

Anexo 7

Tiempo promedio entre fallas

Guardiola	Tiempo Operativo (Hrs)	Tiempo de Reparación (Hrs)	Fallas Totales (N)	TMEF (HRs)
1	1,593.28	13.45	7.00	225.69
2	1,898.67	41.85	5.00	371.36
3	1,983.45	15.50	6.00	327.99
4	2,135.50	9.00	4.00	531.62
5	2,197.95	4.50	3.00	731.15
6	988.73	93.00	3.00	298.58
7	2,427.50	1.50	2.00	1,213.00
8	2,398.50	0.50	1.00	2,398.00
9	2,254.45	1.00	1.00	2,253.45
10	2,301.33	2.00	2.00	1,149.67
11	2,250.67	2.80	2.00	1,123.93
12	2,395.58	2.80	2.00	1,196.39
13	2,307.00	2.00	3.00	768.33
14	3,059.12	1.00	2.00	1,529.06
15	3,013.67	3.00	3.00	1,003.56
16	2,171.50	5.00	4.00	541.62
17	2,322.80	5.00	4.00	579.45
18	2,145.62	3.00	2.00	1,071.31
19	1,803.19	32.00	2.00	885.60
20	2,010.67	7.00	4.00	500.92
21	2,224.38	5.00	6.00	369.90
22	2,057.50	6.50	4.00	512.75
23	1,962.42	23.00	5.00	387.88
23	8,238	276	3	2,378.31

Fuente Exportadora Atlantic S.A

Anexo 8

Disponibilidad de la Maquinaria

Disponibilidad de la Maquinaria				
Tren	Guardiola	TPPF (Hrs)	TPPR (Hrs)	Do
1	1	227.61	1.92	99.16%
	2	379.73	8.37	82.00%
	3	330.58	2.58	99.22%
	4	533.87	2.25	99.58%
	5	732.65	1.50	99.80%
	6	329.58	31.00	83.00%
	7	1,213.75	0.75	99.94%
	8	2,398.50	0.50	99.98%
	9	2,254.45	1.00	97.00%
	10	1,150.67	1.00	98.00%
	11	1,125.33	1.40	96.00%
2	12	1,197.79	1.40	99.88%
	13	769.00	0.67	99.91%
	14	1,529.56	0.50	99.97%
	15	1,004.56	1.00	99.90%
	16	542.87	1.25	99.77%
	17	580.70	1.25	99.79%
	18	1,072.81	1.50	99.86%
	19	901.60	16.00	85.00%
	20	502.67	1.75	99.65%
	21	370.73	0.83	99.78%
	22	514.38	1.63	99.69%
	23	392.48	4.60	84.00%
Tiempo Real	23	872	4	96.56%

Fuente Exportadora Atlantic S.A

Anexo 9

Confiabilidad de la Maquinaria

Confiabilidad de la Maquinaria				
Tren	Guardiola	TMEF (HRs)	TPPR (Hrs)	Co
1	1	225.69	1.92	99.16%
	2	371.36	8.37	84.00%
	3	327.99	2.58	99.22%
	4	531.62	2.25	99.58%
	5	731.15	1.50	99.80%
	6	298.58	31.00	83.00%
	7	1,213.00	0.75	99.94%
	8	2,398.00	0.50	99.98%
	9	2,253.45	1.00	97.00%
	10	1,149.67	1.00	99.91%
	11	1,123.93	1.40	97.00%
2	12	1,196.39	1.40	99.88%
	13	768.33	0.67	99.91%
	14	1,529.06	0.50	99.97%
	15	1,003.56	1.00	99.90%
	16	541.62	1.25	99.77%
	17	579.45	1.25	99.78%
	18	1,071.31	1.50	99.86%
	19	885.60	16.00	85.00%
	20	500.92	1.75	99.65%
	21	369.90	0.83	99.78%
	22	512.75	1.63	99.68%
	23	387.88	4.60	86.00%
Tiempo Real	23	868	4	96.86%

Fuente Exportadora Atlantic S.A

Anexo 10

Mantenibilidad de la Maquinaria

Mantenibilidad de la Maquinaria					
Guardiola	Tiempo de Reparación (Hrs)	Fallas Totales (N)	μ	TPPR (Hrs)	MT
1	13.45	7.00	0.52	1.92	95.21%
2	41.85	5.00	0.12	8.37	59.25%
3	15.50	6.00	0.39	2.58	85.59%
4	9.00	4.00	0.44	2.25	77.31%
5	4.50	3.00	0.67	1.50	81.15%
6	93.00	3.00	0.03	31.00	47.35%
7	1.50	2.00	1.33	0.75	89.19%
8	0.50	1.00	2.00	0.50	81.15%
9	1.00	1.00	1.00	1.00	66.58%
10	2.00	2.00	1.00	1.00	81.15%
11	2.80	2.00	0.71	1.40	79.63%
12	2.80	2.00	0.71	1.40	69.63%
13	2.00	3.00	1.50	0.67	97.66%
14	1.00	2.00	2.00	0.50	96.45%
15	3.00	3.00	1.00	1.00	91.81%
16	5.00	4.00	0.80	1.25	93.07%
17	5.00	4.00	0.80	1.25	93.07%
18	3.00	2.00	0.67	1.50	67.12%
19	32.00	2.00	0.06	16.00	59.90%
20	7.00	4.00	0.57	1.75	85.14%
21	5.00	6.00	1.20	0.83	99.75%
22	6.50	4.00	0.62	1.63	87.17%
23	23.00	5.00	0.22	4.60	59.62%
23	12	3	1	4	89.25%

Fuente Exportadora Atlantic S.A

Anexo 11

Tipos de paros

Guardiola	Paros Operativos	Paros Electricos	Paros Mecanicos
1	42	3	1.92
2	45	3	8.37
3	41	3	2.58
4	40	3	2.25
5	42	3	1.50
6	44	3	31.00
7	41	3	0.75
8	45	3	0.50
9	42	3	1.00
10	46	3	1.00
11	47	3	1.40
12	42	6	1.40
13	42	6	0.67
14	43	6	0.50
15	46	6	1.00
16	43	6	1.25
17	41	6	1.25
18	43.35	6	1.50
19	43	6	16.00
20	44	6	1.75
21	42	6	0.83
22	42	6	1.63
23	40	6	4.60
23	986.35	105.00	84.65

Fuente Exportadora Atlantic S.A

Anexo 12

Indicadores para medir la Eficiencia:

TVC Productividad

Guardiola	Promedio de Tiempo 1 (%)	Promedio de Velocidad (%)	Promedio de Calidad (%)	Promedio de Humedad (%)	Productividad (%)
1	65%	91%	100%	98%	88%
2	59%	90%	98%	100%	87%
3	62%	91%	98%	100%	88%
4	91%	91%	100%	100%	95%
5	81%	91%	99%	99%	92%
6	84%	90%	100%	100%	94%
7	82%	91%	99%	99%	93%
8	86%	91%	100%	99%	94%
9	93%	89%	100%	99%	95%
10	95%	90%	98%	100%	96%
11	82%	89%	97%	100%	92%
12	88%	90%	99%	100%	94%
13	97%	89%	98%	99%	96%
14	90%	91%	98%	100%	95%
15	91%	90%	100%	100%	95%
16	98%	91%	99%	99%	97%
17	97%	90%	99%	99%	96%
18	97%	91%	98%	99%	96%
19	92%	92%	100%	99%	96%
20	78%	92%	97%	100%	92%
21	83%	92%	99%	99%	93%
22	86%	92%	100%	100%	94%
23	88%	91%	99%	100%	95%
Total	85%	91%	99%	100%	94%

Fuente Exportadora Atlantic S.A

Anexo 13




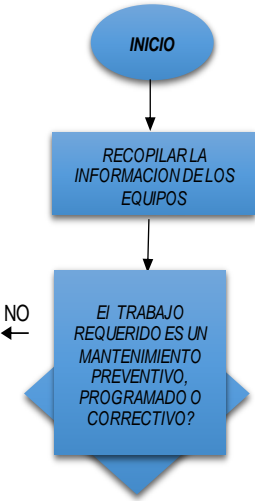
Relación Productividad – Mantenibilidad

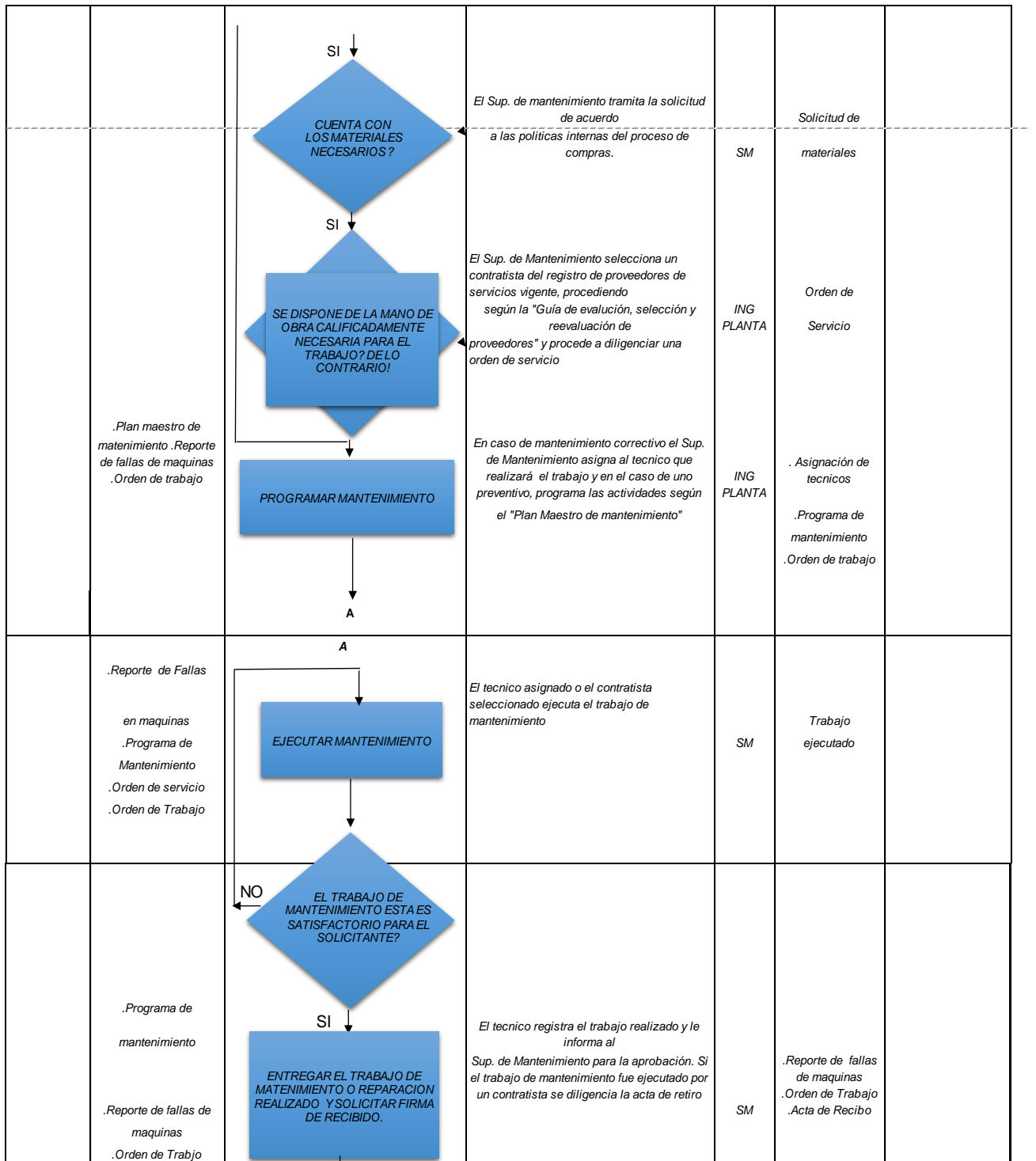
Guardiola	Productividad	Mantenibilidad
1	90%	95%
2	70%	59%
3	88%	86%
4	85%	77%
5	92%	81%
6	77%	47%
7	93%	89%
8	94%	81%
9	87%	67%
10	96%	81%
11	92%	80%
12	84%	70%
13	96%	98%
14	95%	96%
15	95%	92%
16	97%	93%
17	96%	93%
18	76%	67%
19	76%	60%
20	92%	85%
21	93%	100%
22	94%	87%
23	75%	60%
23	94%	89%

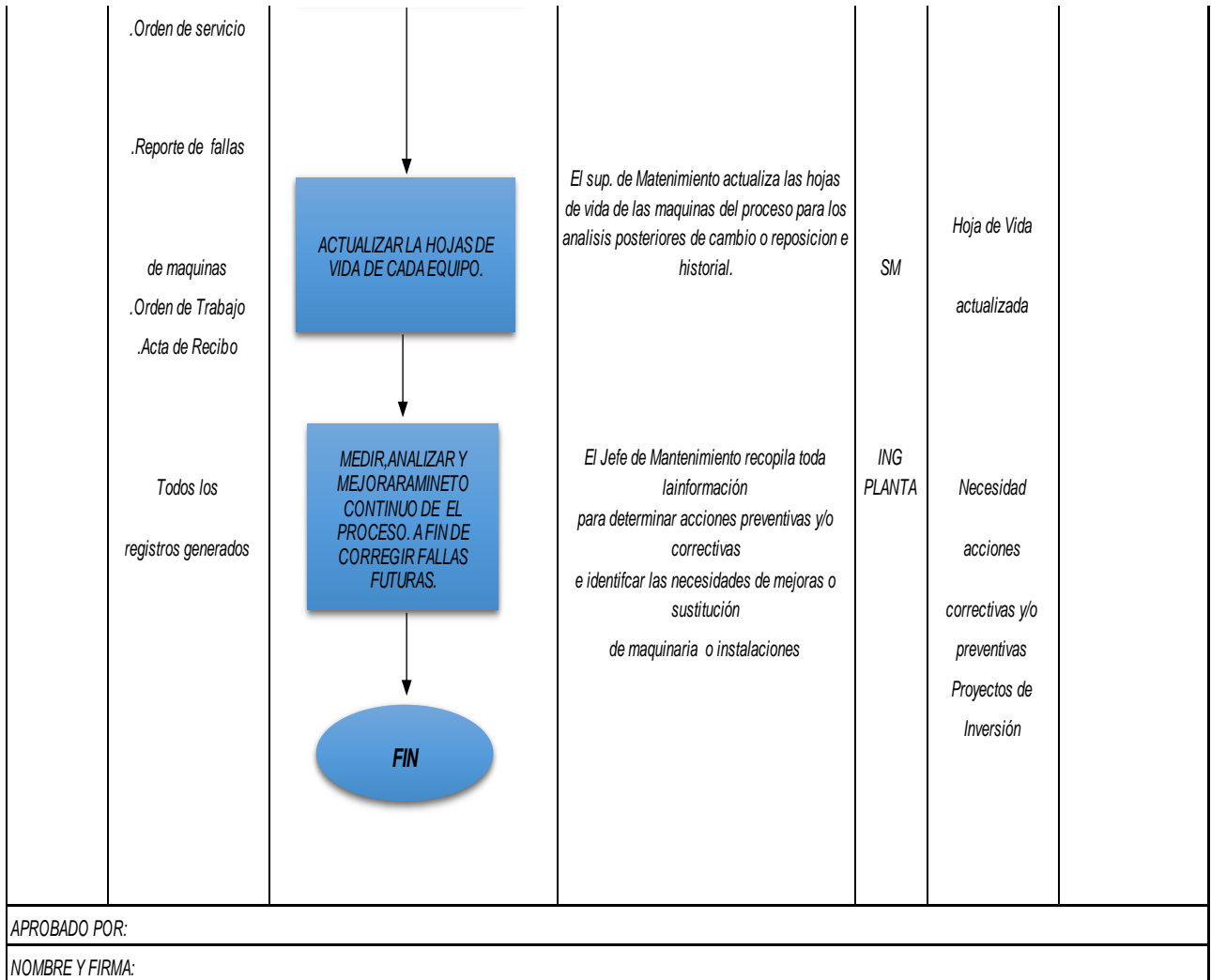
Fuente Exportadora Atlantic S.A

Anexo 14

Descripción del Mantenimiento

		 DESCRIPCION DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO				
OBJETIVO: Asegurar la disponibilidad efectiva, eficiencia Electricas y mecanica de las maquinas del proceso de Secado mecanico, así como de las instalaciones físicas y del ambiente de trabajo de la empresa para garantizar el cumplimiento de las metas productivas previstas.						
RESPONSABLE: SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO						
S: <ul style="list-style-type: none"> Garantizar que los equipos de producción no tienen problemas mecanicos en al menos el 95%del tiempo en marcha. Obtencion del 5%en reduccion de kwh x QQ procesados. Garantizar no haya multa x bajo F.P.en ningun mes. Cumplimiento mensual en un 80%de los planes de mntto. Cumplimiento en un 80%de los planes de trabajos formulados en el mes. 						
RECURSOS: Herramientas- Taller de Electro-Mecanica Industrial- Bga de suministros- R.H.						
de mntto y						
procesos, Guía para la evaluación, selección y ejecucion, reevaluación de Equipos Criticos y Proveedores Unicos.						
REQUISITOS:						
PROV.	ENTRADA	ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESP.	SALIDA	CLIENTE
	Reporte de fallas en máquinas . Orden de trabajo . Otros responsables de procesos.		El Sup. de Mantenimiento recopila la información relacionada con las necesidades de mantenimiento o mejoras en máquinas, instalaciones físicas y ambiente de trabajo.	SM	Necesidad de Mantenimiento	





Fuente: Exportadora Atlantic S.A

Anexo 15

Maquinarias en el área de secado Mecánico de café.

Horno Joca.



Fuente Exportadora Atlantic S.A

Anexo 16

Horno Joca.



Anexo 17

Ductos de Distribución de aire caliente.



Fuente Exportadora Atlantic S.A

Anexo 18

Ductos de Distribución de aire caliente.



Fuente Exportadora Atlantic S.A

Anexo 19

Secadoras de Café tipo Guardiola.



Fuente: Exportadara Atlantic S.A.

Anexo 20

Elevadores de Carga.



Fuente: Exportadora Atlantic S.A.

Anexo 21

Elevadores y sistema de bandas Transportadores.



Fuente: Exportadora Atlantic S.A.

