



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA**

PROPUESTA DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA
MÁQUINA FAMECCANICA EN LA
EMPRESA FANALPADE VALENCIA C.A.

**Autor:
ERIC MIGUEL CAIROS CEVALLOS
C.I.: V-18.908.600**



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO EN LA MÁQUINA FAMECCANICA EN
LA EMPRESA FANALPADE VALENCIA C.A.**

Empresa: Fanalpade C.A.

**Autor:
ERIC MIGUEL CAIROS CEVALLOS
C.I.: V-18.908.600**



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA**

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO EN LA MÁQUINA FAMECCANICA EN
LA EMPRESA FANALPADE VALENCIA C.A.

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

Ing. Dimas Landaeta
C.I.: V- 7.127.651
Tutor Académico

Ing. Juan Santana
C.I.: V- 11.351.214
Tutor Empresarial

**Autor:
ERIC MIGUEL CAIROS CEVALLOS
C.I.: V-18.908.600**

San Diego, Septiembre 2015

ÍNDICE

ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
1.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA.....	4
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	4
1.3 RESEÑA HISTÓRICA FANALPADE C.A.	5
1.4 PROCESOS BÁSICOS	6
1.5 PRODUCTOS ELABORADOS.....	8
1.6 MERCADO NACIONAL	9
1.7 VISIÓN.....	10
1.8 MISIÓN.....	10
CAPÍTULO II.....	11
2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	11
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
2.4 OBJETIVO GENERAL	13
2.5 OBJETIVO ESPECÍFICOS	13
2.6 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE	13
CAPÍTULO III	14
3.1 ANTECEDENTES	14
3.2 BASES TEÓRICAS	15
3.2.1 Mantenimiento.....	15
3.2.2 Objetivos del Mantenimiento	15
3.2.3 Funciones del Mantenimiento.....	16
3.2.3.1 Funciones Primarias.....	16
3.2.3.2 Funciones Secundarias	17
3.2.4 Actividades y Responsabilidades del Mantenimiento	17

3.2.5 Tipos de Mantenimiento	18
3.2.5.1 Mantenimiento Correctivo	18
3.2.5.2 Mantenimiento Predictivo	18
3.2.5.3 Mantenimiento Preventivo	19
3.2.6 Plan de Mantenimiento Preventivo.....	24
3.2.7 Control del Mantenimiento.....	24
3.2.8 Análisis de Criticidad	25
3.2.8.1 Ecuación de Criticidad.....	26
3.2.8.2 Cuantificación de Velocidad de Reparación.....	26
3.2.8.3 Cuantificación del Efecto	27
3.2.8.4 Cuantificación de Frecuencia de Fallas	28
3.2.9 Definición de Términos Básicos.....	30
CAPÍTULO IV	33
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	33
4.2 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	34
4.3 POBLACIÓN O UNIVERSO DE ESTUDIO.....	34
4.4 LA MUESTRA.....	35
4.5 MÉTODOS Y TÉCNICAS A UTILIZAR EN LA INVESTIGACIÓN	35
4.6 FASES METODOLÓGICAS.....	36
CAPÍTULO V	38
5.1 FASE I: Revisar el plan de mantenimiento preventivo de los componentes de la Máquina Fameccanica	38
5.2 FASE II: Reestructurar el árbol del equipo con el fin de establecer un orden lógico de la participación de estos en el proceso productivo	39
5.3 FASES III: Plan de Corrección de Fallas	40
5.4 FASES IV: Diseñar el Plan de Mantenimiento de la Máquina Fameccanica	42
CONCLUSIONES.....	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFIA	46
ANEXOS	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Diagrama de Operaciones del Proceso Máquina Fax.....	8
GRÁFICO 2: Distribucion de Ventas por Estado.....	10
GRÁFICO 3: Estimación de Demoras para Disponibilidad de Recursos.....	27
GRÁFICO 4: Cuantificación de Efectos.....	27
GRÁFICO 5: Cuantificación de Frecuencia de Fallas.....	28
GRÁFICO 6: Estimación de Frecuencia de Fallas para Equipos Nuevos.....	29
GRÁFICO 7: Estimación de Frecuencia de Fallas para Equipos Usados.....	29
GRÁFICO 8: Bandas de Criticidad.....	29
GRÁFICO 9: Muestra del árbol de la máquina Fameccanica actual.....	40
GRÁFICO 10: Muestra del plan de corrección de fallas.....	41
GRÁFICO 11: Muestra del plan de mantenimiento molino.....	42
GRÁFICO 12: Muestra del plan de mantenimiento sistema transmisión celulosa.....	43

INTRODUCCIÓN

A finales del siglo XVIII, con la revolución industrial que se inició en Gran Bretaña y llegó a todos los confines del planeta, la mano de obra basada en trabajos manuales fue sustituida por máquinas que trajeron a su vez una inmensidad de cambios económicos, sociales y tecnológicos. Este evento marcó un punto de inflexión en la historia y cambió todos los aspectos de la vida diaria, la producción se multiplicó y el tiempo de trabajo disminuyó, lo que generó grandes riquezas y un equilibrio económico en el nivel de vida de las masas. Desde entonces las maquinarias han pasado a ser parte del día a día de la industria y los hombres se han dedicado a su estudio, creación y continua modernización con la finalidad única de seguir aumentando el nivel de producción de las empresas. Es lógico entonces, que las industrias dediquen tanto tiempo y dinero en el cuidado y mantenimiento de estos equipos que pasaron a ser la herramienta fundamental de su producción.

Año a año el área de mantenimiento ha ido tomando un papel protagónico dentro de las empresas, ya que el hecho de conservar los equipos en perfecto estado, va de la mano con su buen desempeño y a su vez, esto afecta directamente con la producción de la organización, lo cual influye de modo inmediato sobre la gestión y supervivencia de cualquier empresa. En la actualidad toda compañía de producción cuenta con un departamento de mantenimiento mecánico y está consciente de la importancia que ello conlleva, puesto que este, es aquel que se encarga de asegurar la condición operativa de una instalación, al mismo tiempo que evalúa factores importantes como: la seguridad tanto del personal como del medio ambiente, los gastos generales y la utilización de recursos disponibles.

Toda empresa de producción posee cierta cantidad de equipos dentro de sus instalaciones, capaces de realizar de un modo más eficiente el proceso productivo, es por esto, que la necesidad de generar un plan de mantenimiento para garantizar un estado idóneo y confiable de estos equipos pasa a un primer plano dentro del orden de prioridades de una organización.

La empresa FANALPADE VALENCIA C.A. está dedicada a la producción y comercialización de pañales desechables infantiles en Venezuela. Actualmente se encuentra ubicada en la Zona Industrial Municipal Norte de Valencia, Av. Este Oeste, Galpón N°4. Esta empresa ha visto como en los últimos años la cantidad de paradas de la producción por cualquier tipo de eventualidades dentro de las máquinas, ha causado un impacto importante en el equilibrio económico de ella. Así, se ha visto en la necesidad de poner un punto y fin a este hecho y se ha decidido mejorar las tareas de mantenimiento, y es por ello que el presente trabajo tiene como finalidad de optimizar el plan de mantenimiento preventivo para los componentes pertenecientes a una línea de producción de la planta y así proveer una rutina estándar de servicio, de manera que se logre disminuir el número de paradas no previstas y así incrementar la productividad, disponibilidad, la confiabilidad y la vida útil de los componentes de la Máquina FAMECCANICA.

Dicha investigación está dividida, en cinco capítulos, los cuales se pueden resumir de la siguiente manera:

- **Capítulo II** El Problema: Se expone la problemática de la institución, poniendo de manifiesto los inconvenientes presentes. Por otra parte, se plantean los objetivos que se esperan alcanzar con la realización del estudio, así como la justificación del desarrollo de la investigación.
- **Capítulo III** Marco Teórico: En primer lugar, se mencionan los antecedentes relacionados con la investigación, se dan a conocer las bases teóricas, las cuales son los parámetros teóricos desde los cuales se comprende y enmarca el problema de la investigación en sus múltiples aspectos y dimensiones. Finalmente, se da una breve definición de aquellos términos básicos que se utilizan en la investigación.
- **Capítulo IV** Fases Metodológicas: Se describe las fases a seguir para dar cumplimiento a los objetivos planteados.

- **Capítulo V** Se exponen los resultados obtenidos con la realización de esta investigación y a su vez se deja plasmado el plan de seguimiento de las mejoras realizadas en la máquina con el fin de cumplir con la mejora continua de producción bajo la Metodología de Mantenimiento Productivo Total.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA.

Fanalpade (Fábrica Nacional de Pañales Desechables) es una empresa nacional con su sede principal en el estado de Carabobo, ciudad de Valencia. En esta sede se encuentran oficinas y plantas de producción y se considera el centro de operaciones. A su vez esta compañía también posee una sede en la ciudad de Caracas donde se encuentran algunas oficinas administrativas. Toda la producción de esta empresa se realiza en la fábrica de Valencia y de esta el producto es distribuido nacionalmente.

Planta: Zona Industrial Municipal Norte, Av. Este-Oeste 4.

Valencia, Edo. Carabobo.

Av. Principal Los Cortijos de Lourdes, con Esquina Calle Bernardette,

Centro Los Cortijos, PH. Ofic. N° 43. Caracas, Venezuela

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

Fábrica Nacional de Pañales Desechables, mejor conocida como Fanalpade, es una empresa nacional que tiene como producción principal los pañales desechables para niños, toallas húmedas y productos para el cuidado e higiene personal. Es una empresa que nace en 1.991 tras la adquisición de la fábrica de pañales de la compañía Johnson & Johnson de Venezuela y que ha ido creciendo sucesivamente.

Mientras que, su producto inicial fueron los pañales Comoditos Johnson's los cuales impulsaron a esta empresa a iniciar un crecimiento profesional continuo y que dio pasó a lo que es hoy en día. Es una empresa nacional que ha pasado de producir únicamente pañales para bebés a producir toallas húmedas higiénicas y paños de

limpieza para el hogar. Ha mantenido constante crecimiento, siempre intentando satisfacer al cliente y atendiendo a todas sus demandas.

1.3 RESEÑA HISTÓRICA FANALPADE C.A.

La historia de Fanalpade inicia en 1991 tras la adquisición de la división de pañales desechables de la compañía Johnson & Johnson de Venezuela. Se centra en la sede de Valencia como sede principal manteniendo oficinas administrativas en Caracas. Para marcar el inicio de esta nueva empresa se efectúa el lanzamiento de los pañales Comoditos Johnson's de tal manera que se restituye la imagen del producto y las ventas incrementan significativamente.

Sin embargo, en el año 1992 Fanalpade adquiere lo último en tecnología, debido a una tendencia del mercado, que permite el desarrollo de un nuevo producto. Comoditos pasa a ser un pañal con nuevas especificaciones técnicas que se amoldan a los requisitos y necesidades del usuario, llamándose ahora Comoditos Ultra. Es un pañal que presenta súper absorción y confort debido a su diseño anatómico adecuado a la fisonomía del bebé y el cual evita las irritaciones creadas por el contacto con la orina.

Asimismo, en 1995 continúan apareciendo nuevos avances tecnológicos y Fanalpade continúa avanzando y adquiere nueva maquinaria que permite amoldarse nuevamente a los requisitos del usuario. Los pañales continúan siendo Comoditos Ultra, ahora con mayor calidad, absorción y confort que los anteriores, siempre manteniendo su diseño anatómicamente adecuado y ofreciendo al usuario lo que necesita.

De hecho, para el año 1997 Fanalpade toma un paso más allá de los pañales desechables y comienza a producir las toallitas húmedas Cariñitos. Estas toallas húmedas son creadas para facilitar la limpieza y frescura del bebé y pueden ser utilizadas por toda la familia en general. Es una oportunidad de un mercado nuevo y más amplio para la empresa.

Cabe destacar, que tras mantener la misma producción que hasta ahora ha funcionado perfectamente, Fanalpade lanza al mercado una línea nueva y más moderna de Comoditos Ultra en el 2001. Esta nueva línea presenta un pañal con banda elástica y mucha más absorción que el diseño anterior, lo cual mejora la calidad del producto y continúa adaptándose a las necesidades y requisitos del usuario.

A lo largo, del año 2005 se genera un cambio de la cubierta externa del pañal a gofrado. Pero es en el 2006 que comienza a evolucionar la marca Comoditos; se realiza un cambio de imagen y se agregan atributos al pañal como la nueva cubierta suave tipo tela del pañal y una subcapa para una mayor absorción. Luego en el 2008 se incorporan los pañales de talla Extra Grande.

Con respecto, a Fanalpade y Comoditos continúa demostrando su capacidad de adaptarse a la demanda del usuario y esto se puede observar con la adquisición del cierre mágico en el 2010 para aumentar la comodidad a la hora de cambiar el pañal.

1.4 PROCESOS BÁSICOS.

Fanalpade se encarga principalmente y actualmente de la producción de pañales desechables para bebés. Siendo estos pañales hechos de tela o material desechable, esto se a la conveniencia, salud, coste y su efecto sobre el medio ambiente. Para lo que se necesita maquinarias acorde para esto, en el gráfico 1, se visualiza el proceso de fabricación de un pañal que comienza en el área de molino con la celulosa, primera materia prima a utilizar, la misma se humedece y por medio de rodillos se trasporta al molino que se encarga de la molienda.

De aquí, es transportada al tambor de formación de manto y este hace la mezcla de pulpa y sap. A la salida del tambor de formación se le aplica perfume. Y la tira de pulpa es envuelta por tela envoltorio de aquí pasa el debulker que se encarga de establecer el ancho de la pulpa, luego se añade otra materia prima al proceso que consiste en la sub-capa la cual garantiza una mayor absorción de líquidos en el pañal, seguidamente pasa al embozado para la realización de las líneas que garantizan una

distribución uniforme del líquido y de esta área pasa a corte panel, la pulpa se transforma en panel con medidas específicas de aseguramiento de la calidad.

Sin duda, una vez formado el panel se inicia el proceso de construcción donde se unen múltiples materias primas, en la parte superior tenemos la tela y tela barrera con sus respectivas lycras, todas ellas unidas por aplicación de adhesivo. En la parte inferior tenemos el polietileno, frontal tape y lycras entrepierna.

Todas estas materias primas, en forma de tiras son unidas en construcción con una aplicación de adhesivos completa. Luego pasa por laminación y entra al área de corte y aplicador de cierre mecánico. Una vez que tenemos el pañal con tela envoltorio, panel, tela, tela barrera, polietileno, frontal tape, cierre mecánico y lycras pasamos la tira al área de corte anatómico el proceso continua en el área del pliegue "G" que le hace un primer dobles al panel para llegar al punto final del proceso que es el corte final en donde se le da el largo al panel dependiendo de la presentación. (Pequeño, mediano, grande y extra grande) una vez cortada la tira esta pasa por el pliegue "C" y le hace el ultimo dobles al pañal, para entregarlos con todas las características y exigencias del departamento de aseguramiento de la calidad al apilador ó stacker para su posterior empaque, sellado, codificado, embalaje, paletizado y almacenado en el almacén de producto terminado.

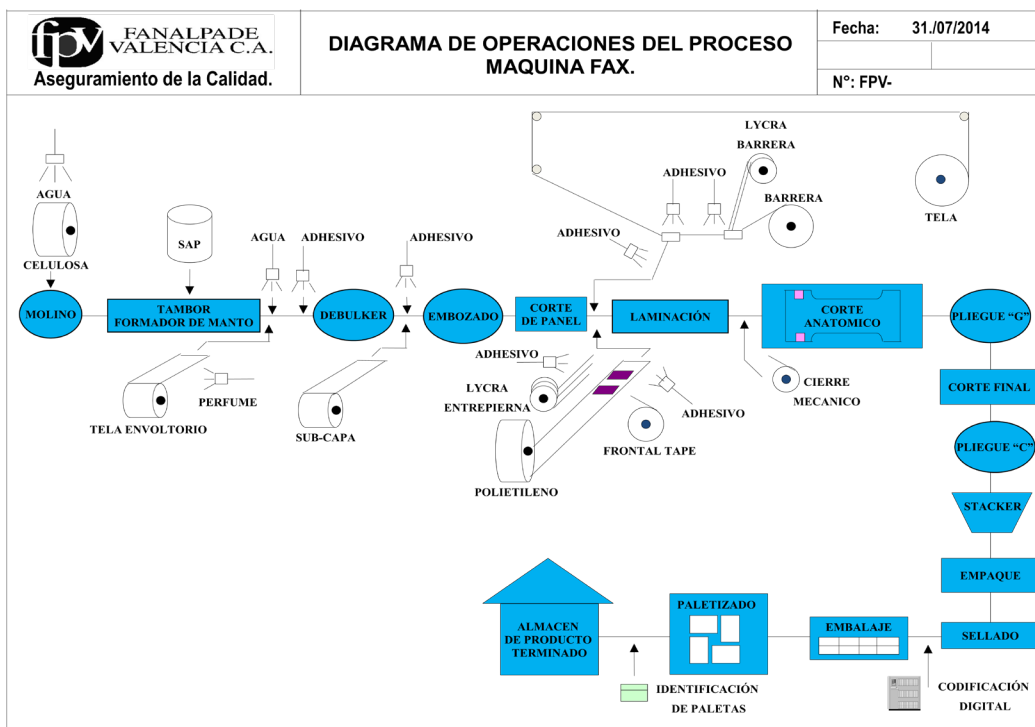


GRÁFICO 1: Diagrama de Operaciones del Proceso Máquina Fax.

Fuente: Departamento de Producción. Fanalpade Valencia C.A.

1.5 PRODUCTOS ELABORADOS.

Comoditos Ultra: Pañal desechable para bebé. Está formado por una capa permeable que entra en contacto con la piel del bebé y está constituida por tela no tejida unida al papel absorbente y a los canales de distribución de líquidos. Luego viene la capa absorbente creada con materiales hidrofílicos que aseguran la retención y distribución de líquidos. La parte externa del pañal está compuesta por el material impermeable que impide el paso del líquido a la superficie. Por último está el sistema de sujeción del pañal formado por cintas adhesivas que se sujetan a la banda y que son reposicionables.

Los pañales se presentan en tamaño Pequeño, Mediano, Grande y Extra Grande. Ofrecen confort y mayor absorción al igual que máxima comodidad a la hora de realizar cambios de pañales.

Cariñitos: Toallitas húmedas para facilitar limpieza e higiene del bebé. Son toallas higiénicas multiuso, funcionan tanto para limpiar la piel delicada del bebé a la hora de cambiar los pañales como para limpiar las manos o boca después de comer y pueden ser utilizadas por toda la familia. Están elaboradas con un material más grueso el cual aumenta su resistencia pero mantiene su suavidad y son ideales y prácticas para cualquier situación. Son hechas sin alcohol, por lo tanto son recomendables clínicamente porque no irritan la piel y mantienen el equilibrio dermatológico de la piel. Actualmente no están en producción.

Pañitos OK: Paños multiuso diseñados para realizar diferentes labores de limpieza dentro del hogar. Están elaboradas con un tejido especial que ayuda a evitar el mal olor y aumenta resistencia. La tela tiene un alto potencial de absorción que no deja residuos, tiene orificios que ayudan a recoger partículas y a la vez permite que se sequen con rapidez. El material utilizado para la producción de estas toallitas es de bajo desarrollo bacteriológico y es hipoalergénico. Los paños se presentan en 4 colores diferentes para identificar diferentes áreas de limpieza. Actualmente no están en producción

1.6 MERCADO NACIONAL.

Fanalpade es una empresa con una producción y distribución únicamente nacional. Desde la sede de Valencia, donde se encuentra la única fábrica, se realizan todas las producciones que luego serán distribuidas en territorio Venezolano. El promedio mensual de producción es de entre 14 y 17 mil bultos y las ventas se realizan a través de 9 vendedores. La distribución de ventas suele dividirse de la manera como se muestra en el gráfico 2:

VENTA (%)	ESTADO
Carabobo	31%
Táchira	20%
Maturín	12%
Mérida	8%
Trujillo	7%
Aragua	6%
Lara	6%
Portuguesa	6%
Cojedes	4%

GRÁFICO 2: Distribución de ventas por Estado.

Fuente: Departamento de Ventas. Fanalpade Valencia C.A.

1.7 VISIÓN.

La visión de Fanalpade es ser la empresa manufacturera de productos de cuidado e higiene personal reconocida por su calidad y servicio al cliente.

1.8 MISIÓN.

Fabricar y distribuir pañales desechables, toallas húmedas y productos para el cuidado e higiene personal con óptimos estándares de calidad, que satisfacen las necesidades de los clientes.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente la planta Fanalpade C.A., en su continuo esfuerzo de mejorar continuamente el proceso de producción, requiere aumentar el desempeño de cada uno de sus departamentos, principalmente el Departamento de Mantenimiento, es por ello que al presentarse desviaciones en los procesos ante fallas no previstas en los equipos surge la problemática de una mejora en el plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de disminuir los tiempos de parada, para mantener una producción óptima y satisfacer los requerimientos de la empresa.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un plan de mantenimiento preventivo es realizado por todas las empresas con la finalidad de conservar las instalaciones y descargar a la producción de toda preocupación posible en lo referente a paros inoportunos. Para lograr esto es necesario hacer un trabajo evaluativo teniendo en cuenta las posibles fallas más prontas a presentarse, la duración de los respectivos trabajos correctivos, el costo de los mismos y la oportunidad idónea para su realización.

Cabe destacar, que la producción de pañales se alcanza mediante una máquina que realiza todo el proceso en diferentes fases. En Fanalpa de se utiliza la Fameccanica y la Paper Converting Machine Company (PCMC). Ambos equipos son procesadores de pañales pero cada uno de ellos proviene de diferentes fabricantes. La Fameccanica, como cualquier otro dispositivo mecánico, requiere de mantenimientos y cuidados específicos para evitar problemas en su funcionamiento. Es importante mantener la confiabilidad de las partes de dicha máquina para cumplir con la demanda de producción, ya que la disminución de la misma, impacta directamente en el estado financiero de la empresa, y por ende, su permanencia en el mercado.

Actualmente, en Fanalpade existe un plan de mantenimiento para la Fameccanica que no solo es ineficiente sino que además se ha quedado obsoleto en el tiempo debido a las modificaciones que ha realizado el departamento de Proyectos de la empresa en los últimos años en dicha máquina.

Asimismo, al evaluar detenidamente el rendimiento mes a mes del equipo se puede encontrar un declive importante en los últimos años. Esto se debe al aumento desmesurado de las forzadas paradas de máquina, generadas por distintos factores como la antigüedad del equipo, la baja calidad de los repuestos que se encuentran actualmente en el mercado, la incapacidad de mantener un almacén de repuestos debidamente equipado ya que los repuestos idóneos u originales simplemente no se consiguen, la necesidad de adaptación e invención de piezas del equipo debido a la dificultad que implica importar partes de la máquina del exterior gracias al control cambiario, y sumado a todo esto, los problemas imprevistos a causa de la falta de mantenimiento preventivo a cada una de las partes que integran la Fameccanica. Incluso detalles tan básicos como la limpieza o lubricación de los dispositivos que la conforma, se ven reflejados al analizar el registro de paradas mensuales de la máquina. Estas eventualidades que se presentan, retrasan y complican el proceso de producción.

En vista, a las dificultades que vive actualmente la empresa Fanalpade Valencia C.A., quienes tienen un producto terminado con el precio regulado desde finales del 2011 y además vienen arrastrando continuos retrasos en la aprobación de divisas para sus materias primas de las cuales, catorce de quince que son utilizadas en la fabricación del pañal son importadas, la alta cantidad de paradas de la máquina resalta como un problema que debe ser atacado con inmediatez, ya que en vista de los contratiempos que tiene que vivir la entidad, esta se ve en la necesidad de diluir los costos fijos en una mayor producción para poder continuar activa en el mundo de las empresas de fabricación de pañales. Es por esto que las paradas de máquina significan un impacto negativo y directo en el estado económico de la empresa que hace insostenible su vida productiva.

2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Luego de plantear el problema surge la siguiente interrogante ¿A través de un plan de mantenimiento preventivo se lograría disminuir las paradas de máquina por causa de mantenimiento correctivo para llevar un mejor control de horas efectivas en la máquina Fameccanica e incrementar la producción?

2.4 OBJETIVO GENERAL

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en la máquina fameccanica, para la disminución de las paradas no planificadas generadas en el equipo.

2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual del equipo.
- Realizar un estudio de las fallas del equipo
- Elaborar un plan de corrección de fallas.
- Diseñar el plan de mantenimiento del equipo.

2.6 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

El estudio y diseño del proyecto anteriormente expuesto es de gran importancia, porque mantendrá en funcionamiento de manera permanente la máquina Fameccanica, y los niveles de producción necesarios. Además, disminuirá las paradas por desgaste, falta de lubricación y fallos de los componentes, ya que las estaciones contarán con supervisión continua. En este orden de ideas, se pretende maximizar y mejorar el uso de la máquina a diario, para mantener la producción constante de la empresa. Asimismo, se deberá hacer una descripción del proceso para saber cuáles serán todos los procedimientos y equipos a utilizar, así como también las bases teóricas que los sustentan garantizando la seguridad y calidad del diseño. Todo ello, rigiéndose bajo las normas de calidad y seguridad industrial, asegurando la seguridad de sus trabajadores de la población, del medio ambiente y la calidad del producto.

CAPÍTULO III

MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL

3.1 ANTECEDENTES

Para la elaboración del presente proyecto se han desarrollado investigaciones a nivel documental para el acopio de información, revisando las teorías contenidas en tesis y diferentes documentos en internet, el contenido en dichas investigaciones se asemejan un poco al proyecto que se desea implementar.

Según, Alvaro (2007), en su trabajo de grado titulado *Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empacadora de Camarón*. Presentado en la escuela de Ingeniería Mecánica de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, tuvo él como propósito, el diseño de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo de los equipos del proceso productivo que presenten un mayor índice de criticidad de una empresa empacadora de camarón, basados en las recomendaciones directas realizadas por los fabricantes de los equipos, así como de las mejores prácticas de mercado.

Para, Gomes (2014), en su proyecto titulado *optimizar el plan de mantenimiento predictivo y preventivo de la selladora 81 (ss81) del área de sellado en el departamento de mantenimiento de la planta Tetra Pak Mariara*, para la disminución de las paradas no planificadas generadas en el equipo. En dicho proyecto se implementó un mejoramiento en las actividades efectuadas en la selladora 81 con la finalidad de aprovechar al máximo los beneficios que proporciona el mantenimiento, con lo que se logró aumentar la productividad de la empresa y la vida útil de las maquinas a fin de garantizar su disponibilidad.

3.2 BASES TEÓRICAS.

3.2.1 Mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de acciones y/o intervenciones que se llevan a cabo en un equipo de trabajo para conservarlo en condiciones óptimas de productividad y seguridad. La seguridad de un puesto de trabajo y el mantenimiento que se lleve a cabo en los equipos de trabajo que lo componen están directamente relacionados. En función del alcance de los puntos comprobados, de la frecuencia con que se realiza el mantenimiento o de si se efectúa por avería o por revisión preventiva habrá más o menos posibilidades de que se produzca un accidente.

El mantenimiento, además, no se tiene que limitar solo a hacer intervenciones de conservación, sino que también tiene que participar en la mejora continua de los procesos productivos, teniendo en cuenta siempre la evolución de la tecnología.

3.2.2 Objetivos del Mantenimiento

Para saber si el mantenimiento que se lleva a cabo es el correcto hay que observar el nivel de consecución de los objetivos siguientes:

Evitar las paradas de máquinas.

El hecho de anticiparse a la aparición de las averías favorece que se reduzcan significativamente las paradas de producción.

Evitar anomalías causadas por un mantenimiento insuficiente y minimizar la gravedad de las averías.

Una correcta implantación de las revisiones periódicas en las máquinas se ve condicionada por el grado de detalles con que se ha diseñado el plan de mantenimiento. Una planificación y unos niveles de concreción adecuados de los puntos a revisar reducen significativamente la aparición de posibles anomalías y, en consecuencia, las averías graves.

Conservar toda la maquinaria en condiciones óptimas de seguridad y productividad.

La finalidad de elaborar e implantar un mantenimiento correcto es la de garantizar la productividad de la maquinaria y la máxima seguridad del personal. El mantenimiento a realizar tiene que ser el adecuado a las características particulares de cada equipo de trabajo. Se tiene que evitar la estandarización de los puntos de revisión y potenciar las comprobaciones específicas en función del uso, el ritmo y el ambiente de trabajo, principalmente.

Alcanzar o alargar la vida útil de los bienes productivos.

Si se establecen calendarios de revisión adecuados para cada equipo de trabajo se consigue, como mínimo, alcanzar el rendimiento óptimo para el cual se diseñó y, en la mayoría de los casos, se sobrepasa la vida útil prevista.

Innovar, tecnificar y automatizar el proceso productivo.

El mantenimiento no se tiene que limitar solo a conservar los bienes productivos, sino que tiene que participar en la mejora continua de la empresa. Para garantizar la competitividad de la empresa en su sector, necesariamente, hay que innovar con nuevos métodos de trabajo, mejorar los procesos y, si es necesario, automatizarlos.

Reducción de los costes de la empresa.

El hecho de tener un mantenimiento correctamente implantado en la empresa se traduce en una reducción de costos directos e indirectos, como las horas de paro de producción, las pérdidas de ventas o los costes de reparaciones, entre otros.

3.2.3 Funciones del Mantenimiento

3.2.3.1 Funciones Primarias:

- Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones.

- Generación y distribución de los servicios eléctricos, vapor, aire, agua, gas, etc.
- Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones.
- Nuevas instalaciones de equipos y edificios.
- Desarrollo de programas de mantenimiento.
- Selección y entrenamiento del personal.

3.2.3.2 Funciones secundarias:

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

3.2.4 Actividades y responsabilidades del mantenimiento

- Dar la máxima seguridad.
- Mantener al equipo con su mejor eficiencia de operación.
- Reducir al mínimo el tiempo de paro.
- Reducir al mínimo los costos de mantenimiento.
- Mantener un alto nivel de ingeniería práctica en el trabajo realizado.
- Investigar las causas y remedios de los paros de emergencia.
- Planear y coordinar la distribución del trabajo acorde con la fuerza laboral disponible.
- Proporcionar y mantener el equipo de taller requerido.
- Preparar anualmente un presupuesto, con justificación adecuada que cubra el costo de mantenimiento.

3.2.5 Tipos de Mantenimiento

3.2.5.1 Mantenimiento Correctivo

Es aquel mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presenta en determinado momento. Se puede afirmar que es el equipo quien determina cuando se debe parar. Su función principal es poner en marcha el equipo lo más rápido posible y al mínimo costo posible. Para que este mantenimiento tenga éxito se deberá estudiar la causa del problema, estudiar las diferentes alternativas para su reparación y planear el trabajo con el personal y equipos disponibles. Este mantenimiento es común encontrarlo en las empresas pequeñas y medianas, presentando una serie de inconvenientes a saber:

- Normalmente cuando se hace una reparación no se alcanzan a detectar otras posibles fallas porque no se cuenta con el tiempo disponible.
- Por lo general el repuesto no se encuentra disponible porque no se tiene un registro del tipo y cantidad necesaria.
- Generalmente la calidad de la producción cae debido al desgaste progresivo de los equipos.

3.2.5.2 Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento consiste en efectuar una serie de mediciones o ensayos no destructivos con equipos sofisticados a todas aquellas partes de la maquinaria susceptibles de deterioro, pudiendo con ello anticiparse a la falla catastrófica. La mayoría de estas mediciones se efectúan con el equipo en marcha y sin interrumpir la producción.

Los ensayos más frecuentes son:

- Desgaste: Mediante el análisis de partículas presentes en el aceite se puede determinar dónde está ocurriendo un desgaste excesivo.
- Espesor de paredes, empleado en tanques.
- Vibraciones: utilizando para saber el estado de los rodamientos y desalineamiento de los equipos.

- Alta temperaturas

El mantenimiento predictivo es costoso pero su información es valiosa para llevar a cabo un buen programa de mantenimiento preventivo.

3.2.5.3 Mantenimiento Preventivo.

Este tipo de mantenimiento tiene su importancia en que realiza inspecciones habituales sobre los equipos, teniendo en cuenta que todas las partes de un mecanismo se desgastan en forma desigual y es necesario atenderlos para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), con el fin de anticiparse a las posibles fallas en el equipo. Tiene en cuenta cuales actividades se deben realizar sobre el equipo en marcha o cuando este detenido. El mantenimiento preventivo es, además, aquel que incluye las siguientes actividades:

- Inspección periódica de activos y del equipo de la planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, o depreciación perjudicial.
- Conservar la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aun en una etapa incipiente.

Características del Mantenimiento Preventivo

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento preventivo se obtiene experiencia en diagnóstico de fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo.

Ventajas:

- Disminuye el tiempo ocioso, hay menos paros imprevistos.
- Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones en paros imprevistos.

- Disminuye los costos de reparaciones de los defectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos.
- Habrá menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor calidad y por lo tanto el prestigio de la empresa crecerá.
- Habrá menor necesidad de equipo en operación, reduciendo con ello la inversión de capital y aumenta la vida útil de los existentes.
- Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta.
- Cumplimiento con los cupos y plazos de producción comprometida.
- Conocer anticipadamente el presupuesto de costos de mantenimiento.
- Accionar armónico del servicio de mantenimiento para atender la producción.
- Debe hacerse correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de los continuos.
- Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

Desventajas:

- Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.
- Las fuentes externas están constituidas por las recomendaciones sobre el mantenimiento, que efectúa el fabricante de cada equipo.

Las salidas del sistema, están constituidas por los informes de:

- Compras e inventario.
- Listado de partes de los equipos e instalaciones.
- Historiales.
- Análisis de costos (costos reales contra los costos estándar).
- Órdenes de trabajo de mantenimiento y de recorridas en sus diversos tipos.

En ese orden de ideas, en el caso de compra de equipos o bienes de cierta importancia, junto con el mismo, se recibe un manual de operación y mantenimiento. En dicho manual, se recomienda la realización de determinados trabajos de mantenimiento y determinados reemplazos de piezas y/o de materiales de consumo, especificándose la oportunidad de su ejecución sobre una base de tiempo de uso, tiempo desde la última intervención, número de golpes, número de vueltas, kilómetros recorridos, cantidad de materia prima procesada, etc. El fabricante puede formular esas recomendaciones, porque se basa en su experiencia, es decir, en el conocimiento que obtiene sobre los productos de su fabricación, por la práctica y por la observación a través de un tiempo prolongado.

Asimismo, en ambas fuentes de información se encuentra implícito el conocimiento de la vida útil del bien. Es justamente la definición de una vida útil para

los equipos y sus componentes, lo que nos facilita encarar el mantenimiento del tipo preventivo.

Por otro lado, para los casos en que no disponemos de información sobre la historia o sobre la vida útil de un equipo, la recorrida periódica de todos ellos y la confección de un programa de reparaciones anticipadas, nos permiten actuar antes que se produzcan muchas de las fallas.

En todos los casos, la prevención nos permite preparar el equipo de personal, los materiales a utilizar, las piezas a reponer y la metodología a seguir, lo cual constituye una enorme ventaja. La mayor ventaja de este sistema es la de reducir la cantidad de fallas por horas de marcha. 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 desarmado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo costo es escaso frente al correspondiente de desarme y armado, en vista de prolongar la vida del conjunto.

Problemas iniciales de operación: Cuando se desarma, se montan piezas nuevas, se rearma y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha. Muchas veces, esto es debido a que las piezas no hermanan como cuando se desgastaron en forma paulatina en una posición dada, otras veces, es debido a la aparición de fugas o pérdidas que antes de la reparación no existían, o a que no se advirtió que también se deberían haber cambiado piezas que se encontraban con pequeños desgastes, o que durante el armado se modificaron posiciones de piezas que provocan vibraciones por desbalanceo de las partes rotantes.

Costo en inventarios: El costo 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 librar el equipo al servicio lo más pronto 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 un degeneramiento del servicio.

Planeamiento para la aplicación de este sistema consiste en:

- Precisar qué piezas o elementos será objeto de este mantenimiento.
- Establecer la vida útil de los mismos.
- Decretar los trabajos a realizar en cada caso.
- Agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.

El agrupamiento aludido da origen a órdenes de trabajo, las cuales deben contener:

- Los trabajos a realizar.
- La secuencia de esos trabajos.
- La mano de obra estimada.
- Los materiales y repuestos a emplear.
- Los tiempos previstos para cada tarea.
- Las reglas de seguridad para cada operario en cada tarea.
- La autorización explícita para realizar los trabajos, especialmente aquellos denominados "en caliente" como la soldadura.
- La descripción de cada trabajo con referencia explícita a los planos que sea necesario emplear.

Si optamos por este tipo de mantenimiento, debemos tener en cuenta que:

Un bajo porcentual de mantenimiento, ocasionará muchas fallas y reparaciones y por lo tanto, sufriremos un elevado lucro cesante.

Un alto porcentual de mantenimiento, ocasionará pocas fallas y reparaciones pero generará demasiados períodos de interferencia de labor entre Mantenimiento y Producción.

3.2.6 Plan de Mantenimiento Preventivo.

Se trata de la descripción detallada de las tareas de mantenimiento preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar; en general, se habla de tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas.

3.2.7 Control del Mantenimiento

Entre la información que se debe considerar a efectos de controlar la actuación de mantenimiento, se encuentra:

- Control del cumplimiento de los planes y de los programas, identificación y análisis de las causas que motivaron los desvíos.
- Control de la productividad y de la eficiencia de la mano de obra.
- Control de los gastos reales con relación a los planeados.
- Control sobre las horas de parada relacionadas con las horas de actividad de la planta.
- Control por comparación con indicadores mundiales de la misma actividad.

Varios gráficos pueden ser utilizados para visualizar rápidamente la actuación del mantenimiento:

Horas de cuadrilla por quincena: Permite determinar tamaño de la dotación, estabilidad, crecimiento o disminución de los problemas de mantenimiento.

Horas planeadas/horas totales por quincena: Sirve de guía para determinar cuánto trabajo de mantenimiento se ha planeado con relación a la actividad total.

Gastos planeados/gastos reales: En el mismo se puede observar la precisión con la cual están planeando los encargados de estimar los trabajos de mantenimiento, o lo mal que están cumpliendo sus funciones los operarios.

Cantidad de órdenes de emergencia/órdenes totales: Informa si se tiene dominada la situación o si la misma es de constante estado de alerta.

3.2.8 Análisis de Criticidad.

La criticidad es una medida ponderada que considera los siguientes aspectos:

- El Efecto que provocaría una falla del módulo funcional (ó equipo) dentro del proceso.
- La Velocidad de reparación de la falla.
- La Frecuencia de ocurrencia de la falla.

El criterio rector es considerar la criticidad como un indicador de la “magnitud del problema” que ocasiona la falla de un módulo o equipo. Una vez obtenido el nivel de criticidad, éste será empleado para definir la estrategia de mantenimiento de ese módulo o equipo. O sea que todos los criterios que se adoptan para definir y cuantificar la criticidad, sirven para decidir finalmente una estrategia de mantenimiento.

La magnitud del problema ó criticidad depende de tres aspectos:

El Efecto

Está en función de:

MAS: efecto cuantificado sobre el Medio Ambiente y Seguridad

PROD: efecto cuantificado sobre la Producción.

COP: efecto cuantificado sobre Costos Operativos.

STBY: disponibilidad de equipos de reserva.

Velocidad de Reparación

Está en función de:

TMAFS: Tiempo Máximo Admisible Fuera de Servicio.

TEF: Tiempo en Falla.

Frecuencia de Fallas

Está en función de:

MTBF: Tiempo Medio entre Fallas

Historial: Considera datos históricos del equipo

Nivel de Carga: es el nivel de carga a la que se somete al equipo respecto a su capacidad nominal.

Régimen: es el régimen de trabajo horario al que es sometido el equipo.

FFF: factor de frecuencia de fallas, cuantifica la influencia de todas las variables de Frecuencia de Fallas.

3.2.8.1 Ecuación de Criticidad.

$$\text{Criticidad: } \{[(\text{PROD} + \text{COP}) \times \text{stby}] + \text{MAS}\} \times \text{fff}$$

3.2.8.2 Cuantificación de Velocidad de Reparación.

TMAFS: es el tiempo en hs que tolera la instalación asociada al equipo o módulo en falla antes de manifestar pérdidas de producción o efectos sobre el medio ambiente y/o seguridad.

TEF: es el tiempo en Hs que el equipo o módulo está en condición de falla. Es recomendable obtener este valor para cada módulo, a partir de la experiencia operativa del personal de mantenimiento. Para su cómputo se considera la disponibilidad de recursos de mano de obra, repuestos, herramientas, contratos de servicios, etc. TEF es la sumatoria de tiempos que se van acumulando:

TEF: Demora en detección + demora en aviso + tiempo consumido en obtener disponibilidad de recursos necesarios + tiempo neto de reparación + tiempo de puesta en marcha.

Este cálculo es fundamental para evaluar los efectos posteriormente:

Si $TEF < TMAFS$ no habrán efectos o serán leves.

Si $TEF > TMAFS$ los efectos serán más significativos a medida que la diferencia sea mayor.

En caso de no tener datos precisos para determinar el tiempo consumido en obtener la disponibilidad de todos los recursos necesarios, se puede utilizar como guía el gráfico 3 que se muestra a continuación:

RECURSOS	Condiciones	TIEMPO ESTIMADO
MANO DE OBRA	Requiere mantenimiento especializado, no disponible en el área, sin contrato vigente	2 meses
	Requiere mantenimiento especializado, no disponible en el área, con contrato vigente	3 días
	Requiere mantenimiento disponible en el área	0
REPUESTOS	Requiere de repuestos de alto plazo de entrega/ importado	16 semanas
	Requiere de repuestos de medio plazo de entrega	8 semanas
	Requiere de repuestos de corto plazo de entrega	1 semana
	Requiere de repuestos existentes en stock	0

GRÁFICO 3: Estimación de Demoras Para Obtener Disponibilidad de Recursos

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento - STAFF TECNICO ABB

3.2.8.3 Cuantificación del Efecto

Cuantificar el efecto es la ponderación fundamental de la criticidad. Para ello se asigna en el gráfico 4 los pesos relativos entre las variables de efecto: 45% para PROD, 45% para MAS, y 10% para COP. Como se observa a continuación.

EFECTO	ALTO		BAJO		NULO	
	Definición	Valor	Definición	Valor	Definición	Valor
PROD	La falla provoca una pérdida importante dentro de un proceso	45	La falla provoca alguna pérdida dentro del proceso	23	La falla no provoca pérdidas productivas dentro del proceso	0
MAS	La falla provoca un efecto grave de seguridad y/o al medio ambiente	45	La falla provoca un efecto leve de seguridad y/o al medio ambiente	23	La falla no provoca efecto de seguridad y/o al medio ambiente	0
COP	La falla genera un costo operativo mayor o = a U\$S 5000	10	La falla genera un costo operativo menor a U\$S 5000	5	La falla no genera costos operativos	0

GRÁFICO 4: Cuantificación de Efectos

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento - STAFF TECNICO ABB

3.2.8.4 Cuantificación de Frecuencia de Fallas.

La frecuencia de falla influye directamente sobre el valor de criticidad, ya que indica una repetición del efecto. Como se puede ver en el gráfico 5 que se presenta seguidamente.

	ALTA		MEDIA		BAJA
FRECUENCIA DE FALLA	Ocurren > 4 fallas por año. MTBF < 3 meses	Ocurre e/ 1 y 4 fallas por año. MTBF e/ 3 y 12 meses	Ocurre e/ 0.2 y 1 fallas por año. MTBF e/ 1 y 5 años	e/ 0.1 y 0.2 fallas por año. MTBF e/ 5 y 10 años	Menos de 0.1 fallas por año. MTBF > 10 años
Valor de f_{ff}	1	0.9	0.8	0.6	0.4

GRÁFICO 5: Cuantificación de Frecuencia de Fallas.
Fuente: Ingeniería de Mantenimiento - STAFF TECNICO ABB

Las fuentes de información para obtener la frecuencia de falla serán las que siguen en orden jerárquico. O sea que de no contar con la primera fuente de información se deberá recurrir a la siguiente:

Índice MTBF: Éste índice se calculará regularmente como parte de la gestión habitual en base a la registración que se realiza en SAP.PM

Historial del equipo: Se procurará construir el índice MTBF en base a cualquier información que se consiga del comportamiento histórico que haya tenido este equipo. En su defecto se puede tomar como referencia algún equipo con similares características y condiciones operativas.

Estimación para equipos nuevos sin historial: se asumen frecuencias de fallas altas, media o baja de acuerdo al gráfico 6, considerando las variables Carga y Régimen.

Estimación para equipos usados sin historial: se asumen frecuencias de fallas altas, media o baja de acuerdo al gráfico7, considerando las variables Carga y Régimen.

NIVEL de CARGA REGIMEN	SOBRECARGADO: Equipo opera por encima de su capacidad nominal	NORMAL: Equipo opera a su capacidad nominal	SUBCARGADO: Equipo opera por debajo de su capacidad nominal
CONTINUO: Equipo en servicio 24 hs al día Con arrq/paro > 24 hs	ALTA	MEDIA	BAJA
PARCIAL: Eq. en servicio mas de 12 hs/día Con 1 o 2 arrq/paro al día	MEDIA	MEDIA	BAJA
OCASIONAL: Eq. en serv. menos de 12 hs/día entre 1 y 4 arrq/paro al día	MEDIA	BAJA	BAJA
INTERMITENTE: Equipo en servicio con mas de 4 arrq/paro al día	ALTA	ALTA	ALTA

*GRÁFICO 6: Estimación de Frecuencia de Fallas para equipos NUEVOS
Fuente: Ingeniería de Mantenimiento - STAFF TECNICO ABB*

Estimación de Frecuencia de Fallas para equipos USADOS recién incorporados a la operación.

NIVEL de CARGA REGIMEN	SOBRECARGADO: Equipo opera por encima de su capacidad nominal	NORMAL: Equipo opera a su capacidad nominal	SUBCARGADO: Equipo opera por debajo de su capacidad nominal
CONTINUO: Equipo en servicio 24 hs al día Con arrq/paro > 24 hs	ALTA	ALTA	MEDIA
PARCIAL: Eq. en servicio mas de 12 hs/día Con 1 o 2 arrq/paro al día	ALTA	ALTA	MEDIA
OCASIONAL: Eq. en serv. menos de 12 hs/día Con 1 o 2 arrq/paro al día	ALTA	MEDIA	MEDIA
INTERMITENTE: Equipo en servicio con mas de 2 arrq/paro al día	ALTA	ALTA	ALTA

*GRÁFICO 7: Estimación de Frecuencia de Fallas para equipos USADOS.
Fuente: Ingeniería de Mantenimiento - STAFF TECNICO ABB*

Una vez determinados los valores de efecto, velocidad de reparación de la falla y frecuencia de ocurrencia de la falla, se cargan en la ecuación y se calcula la criticidad. El valor de la ecuación se introduce en el gráfico 8, que se obtiene a continuación y se obtiene la CRITICIDAD del módulo y del equipo.

TIPO de CRITICIDAD	VALOR DE CRITICIDAD
Tipo A	$CR > 40$
Tipo B	$40 > CR > 20$
Tipo C	$CR < 20$

*GRÁFICO 8: Bandas de Criticidad
Fuente: Ingeniería de Mantenimiento - STAFF TECNICO ABB*

3.2.9 Definición de Términos Básicos.

Actividades: Es el conjunto de acciones que se llevan a cabo para cumplir las metas de una programa o subprograma de operación, que consiste en la ejecución de ciertos procesos o tareas (mediante la utilización de los recursos humanos, materiales, técnicos, y financieros asignados a la actividad con un costo determinado), y que queda a cargo de una entidad administrativa de nivel intermedio o bajo. Es una categoría programática cuya producción es intermedia, y por tanto, es condición de uno o varios productos terminales.

Ajuste: Es la forma en que dos piezas de una misma máquina se acoplan entre sí, de forma tal que un eje encaja en un orificio. El acople está relacionado con la tolerancia en los tamaños de ambas piezas.

Condiciones de Operación: Son las circunstancias en las que se espera que el equipo funcione; incluye factores como ubicación geográfica donde se espera que el equipo opere, el medio ambiente, vibraciones, transporte, almacenamiento, cantidad de la carga, etc.

Confiabilidad: Se puede definir como la capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista. De otra forma, la confiabilidad se puede definir también como la probabilidad en que un producto realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.

Costos de Operación: Son los costos que se generan en la administración y venta de un producto

Disponibilidad: Es la probabilidad de un sistema de estar en funcionamiento o listo para funcionar en el momento o instante que es requerido.

Empresa: Es una organización, institución o industria dedicada a actividades o persecución de fines económicos o comerciales para satisfacer las necesidades de bienes o servicios de los demandantes, a la par de asegurar la continuidad de la estructura productivo-comercial así como sus necesarias inversiones.

Estrategia: Es un conjunto de acciones planificadas sistemáticamente en el tiempo que se llevan a cabo para lograr un determinado fin o misión. Estrategia

empresarial se refiere al conjunto de acciones planificadas anticipadamente, cuyo objetivo es alinear los recursos y potencialidades de una empresa para el logro de sus metas y objetivos de expansión y crecimiento empresarial.

Fallas: Hace referencia a un defecto, falta o al incumplimiento de una función específica por parte de un elemento determinado.

Gestión: Es la disciplina que se encarga de organizar y de administrar los recursos de manera tal que se pueda concretar todo el trabajo requerido por un proyecto dentro del tiempo y del presupuesto disponible.

Herramienta: Es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una actividad cualquiera sea esta hasta con el fin de jugar o comer con estas: bañarse, correr, saltar etc.

Indicadores: Herramientas para clarificar y definir, de forma más precisa, objetivos e impactos son medidas verificables de cambio resultado diseñadas para contar con un estándar contra el cual evaluar, estimar o demostrar el progreso con respecto a metas establecidas, facilitan el reparto de insumos, *produciendo productos y alcanzando objetivos.*

Limpieza: Se dice que en un lugar hay limpieza cuando se registra ausencia de suciedad alguna. La misión de la limpieza será la de disminuir y exterminar aquellos microorganismos tanto de la piel, en el caso de referirnos a la limpieza de un individuo, como de los objetos inanimados que nos rodean, tales como los de un mueble, de un piso, entre otros.

Lubricación: Es la acción para reducir el rozamiento y sus efectos en superficies conexas con movimientos que les puedan ocasionar algún tipo de maquinado (debido a los movimientos sincronizados de una pieza respecto de la otra), al interponer entre las superficies una sustancia lubricante, por ello logra formarse e interponerse una capa de lubricante capaz de soportar o ayudar a soportar la carga (presión generada) en las superficies por imposibilitar el contacto directo.

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

Máquina: Es un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo con un fin determinado.

Normas: Una norma es una regla que debe ser respetada y que permite ajustar ciertas conductas o actividades. En el ámbito del derecho, una norma es un precepto jurídico.

Optimizar: Es buscar la mejor manera de realizar una actividad determinada.

Pareto: Consiste en un gráfico de barras similar al histograma que se conjuga con una ojiva o curva de tipo creciente y que representa en forma decreciente el grado de importancia o peso que tienen los diferentes factores que afectan a un proceso, operación o resultado. Se utilizan para buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Todo trabajo de investigación debe hacer referencia a un marco metodológico, lo cual permite definir los pasos y procedimientos que se ha de seguir a fin de dar cumplimiento y garantizar los objetivos realmente establecidos. Estas metodologías incluyen el tipo de investigación y todos los elementos que se usaran para llevar a cabo dicha investigación, en otras palabras, es el proceso, el cómo se realizará este trabajo para dar respuesta a la situación problemática planteada.

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo “proyecto factible”, puesto que en este trabajo se planteó un modelo que permitió en el campo la disminución de paradas no programadas y de desperdicio de tiempo en la Máquina Fameccanica. El propósito fue garantizar las condiciones óptimas y favorables de trabajo de la Máquina Fameccanica.

Según, Pardo (2003), el abordar de forma apropiada este tipo de investigación permite realizar un “análisis interpretativo del escenario, y dicho análisis se desarrollará para obtener como resultado una propuesta sustentada en un plan de “proyecto factible” orientado a resolver un problema” (p.34). Donde , será necesario realizar una exploración práctica, revisando y quizás comparando estudios similares de mejoras continuas en líneas de producción para la disminución de paradas no programadas, así como todo lo concerniente a la realidad del fenómeno y caso específico a estudiar, seleccionando información útil y pertinente sobre la implementación TPM que sean relevantes al propósito de la investigación. Por consiguiente el “proyecto factible” tendrá apoyo en una investigación de tipo documental, de campo, o en un esquema que contenga ambas modalidades.

4.2 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

Según, Arias (2004) “El Nivel de Investigación se refiere al grado de profundidad con que se elabora un fenómeno u objeto de estudio” (p.21). La elaboración y desarrollo de este trabajo se lleva a cabo a través de la realización de una Investigación de Campo definido por Fideas G. Arias 4ta edic. (2004) como “...la recolección de datos directamente investigados, o de la realidad donde ocurre los hechos...” (p.28). Por otra parte, la investigación de campo es de tipo Estudios de casos y se define como “...dado un caso representa una unida relativamente pequeña, este diseño indaga de manera exhaustiva, buscando la máxima profundidad del mismo”.

Cabe destacar, que la investigación de campo, al igual que la documental, se puede realizar a nivel exploratorio, descriptivo y explicativo según Ramírez, (1999) la investigación de campo puede ser extensiva, cuando se realiza en muestras o en poblaciones enteras (censo); e intensiva cuando se concentra en casos particulares, sin la posibilidad de generalizar resultados.

4.3 POBLACIÓN O UNIVERSO DE ESTUDIO

Según, Tamayo y Tamayo (2000), “se considera como población la totalidad del fenómeno a estudiar y parte representativa de éste es considerada como muestra” (p.180), por lo que se entiende que el ámbito poblacional lo constituye la totalidad del fenómeno en estudio.

Por lo tanto la población que se va estudiar estaría constituida por todos aquellos expertos que forman parte de la planta de opinión y de ejecución. La misma estará constituida aquellos ingenieros y técnicos involucrados en la toma de decisiones en la implementación de mejoras y en la realización de los mantenimientos de la Máquina fameccanica del Departamento de Mantenimiento en Fanalpage Valencia C.A. ubicada en la Zona Industrial Edo Carabobo- Venezuela.

4.4 LA MUESTRA

La muestra como subconjunto representativo de un universo o población de acuerdo a lo señalado por Arias (1999) se “omite en las investigaciones bibliográficas y en estudios de caso único” (p. 49) porque en estas investigaciones el universo equivale al tema de estudio y los estudios de casos se concretan en uno o pocos elementos que se asumen como una sola unidad.

Puesto que, la investigación pretende presentar un modelo o propuesta, la muestra deberá ser definida de tal forma de poder sacar características que permitan su aplicación. Para este estudio se utilizará la opinión de las personas claves involucradas diariamente en el proceso de mantenimiento, tales como operadores, ayudantes, analista eléctrico, analista de sellado y planificador de mantenimiento.

4.5 MÉTODOS Y TÉCNICAS A UTILIZAR EN LA INVESTIGACIÓN

El método a emplear será la recolección de datos y se basará en la investigación documental de publicaciones especializadas, textos, libros, y revistas. Por ejemplo, se utilizará la Internet para explorar diferentes sitios (Websites) con el fin de obtener información actualizada sobre el tema modelo de aplicación de conceptos de mantenimiento productivo total y mejoras continuas en líneas de producción.

Además, se utilizará la entrevista, que según Bavaresco (1994), consiste en la obtención de los “datos de manera verbal por parte de un sujeto informante” (p. 86). En este orden de ideas, las entrevistas permiten averiguar sobre las opiniones de las personas por medio de una serie de preguntas sin guía previa, para aclarar determinado tema o asunto de interés. La entrevista no estructurada será aplicada a los promotores y a las personas involucradas en el proceso y tienen como finalidad obtener datos de manera informal, para que el entrevistado no manifieste resistencia a la misma. En cuanto a la revisión bibliográfica, Bavaresco (1994) señala que:

Se debe recurrir a la técnica de revisión bibliográfica; tanto de libros, folletos, documentos, revistas, seminarios y muchos más que vienen a brindarle al

investigador todo el soporte del marco teórico, lo que significa que se percata de todo lo escrito o que esté relacionado con el tema que escogió como investigación (p.87).

Mientras, que la revisión bibliográfica, se utilizará como base complementaria en esta investigación. Es importante señalar que esta revisión se efectuará antes y durante la investigación, con el objetivo de cotejar información, obtener nuevas ideas, indagar la naturaleza de los datos y realizar nuevas conclusiones.

4.6 FASES METODOLÓGICAS

La realización de este estudio se dividirá en cuatro fases metodológicas que permitirán cumplir con los objetivos de la investigación con el propósito de elaborar el plan de mantenimiento preventivo para los componentes críticos que se encuentran en la Máquina Fameccanica.

4.6.1 Fase I: Diagnosticar la situación actual de los componentes de la Máquina Fameccanica.

Metodología:

- Realizar una observación directa a la línea de producción de la planta y a todos los componentes del equipo perteneciente a esta.
- Realizar entrevistas no estructuradas a todo el personal de mantenimiento de la planta acerca del estado actual de los componentes del equipo pertenecientes a la línea de producción de la Máquina Fameccanica.
- Observar el mantenimiento rutinario que se le lleva a cabo a los componentes pertenecientes a la Máquina Fameccanica.
- Realizar una revisión documental (informes, manuales, fichas técnicas, registros, placas de identificación, etc.).

4.6.2 Fase II: Realizar un estudio de las fallas del equipo.

Metodología:

- Conocer el principio de operación de la Máquina Fameccanica.

- Realizar un despiece de la máquina y preguntarse qué puede causarle una falla a cada componente.

4.6.3 Fase III: Elabora un Plan de Corrección de Fallas.

Metodología:

- Para la elaboración de un plan de corrección de fallas se utilizan los datos recaudados en la fase II.
- Una vez encontradas las fallas de la máquina se procede a estudiar los manuales e informes de mantenimiento que se hayan realizado anteriormente.
- Con los datos obtenidos se realiza una tabla, especificando las fallas y correcciones.

4.6.4 Fase IV: Diseñar el Plan de Mantenimiento de la Máquina Fameccanica

Metodología:

Realizar un plan inicial, basado en instrucciones de los fabricantes o en instrucciones genéricas según el tipo de equipo, completados siempre por la experiencia de los técnicos que habitualmente trabajan en la planta, y las obligaciones legales de mantenimiento que tienen algunas instalaciones. Este plan puede elaborarse con rapidez.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Fase I: Revisar el plan de mantenimiento preventivo de los componentes de la Máquina Fameccanica.

Se realizó una revisión del mantenimiento de los componentes pertenecientes a la línea de producción para recopilar información respectiva a cada uno de ellos. Esto se llevó a cabo mediante:

Se realizaron inspecciones visuales de reconocimiento en donde el personal de mantenimiento explicó el funcionamiento de cada uno de los componentes de la máquina fameccanica haciendo énfasis en cómo funciona la elaboración de los pañales con esta máquina, siendo la misma de la siguiente forma: se comienza con la primera materia prima a utilizar (celulosa), se transporta al molino mediante rodillos, seguidamente se mezcla la pulpa y sap en el tambor de formación de manto, en este orden de ideas, se coloca la tela envoltorio de aquí pasa el debulker el cual establece el ancho de la pulpa, seguidamente se añade la sub-capa que garantiza absorción de líquidos en el pañal, asimismo pasa al embozado para la realización de las líneas que garantizan una distribución uniforme del líquido y de esta área pasa al corte panel con medidas específicas de calidad.

De esta forma se comienza con la elaboración del pañal que contiene las diferentes materias primas como tela envoltorio, panel, tela, tela barrera, polietileno, frontal tape, cierre mecánico y licras; luego se pasa al área de corte anatómico donde se realiza el corte final que es la presentación del tamaño ya sea pequeño, mediano, grande y extra grande; en este orden de ideas pasa por el pliegue "C" y le hace el ultimo dobles al pañal, para posteriormente ser empaquetado, sellado, codificado, embalado, paletizado y almacenado en el almacén de producto terminado; a la hora de realizar el mantenimiento de a cada uno de los componente de la máquina, pudiendo conocer así el papel que representan estos componentes en la línea de

producción. Además, de recopilar documentación técnica existente (fichas, manuales, placas de identificación) de los componentes. Así como, las sugerencias dada por el personal de mantenimiento de la planta (técnicos mecánicos, técnicos electricistas, operadores) al pasante sobre el funcionamiento de las diferentes áreas.

Encontrando, fallas tales como, falta de vacío, desgastes de las cuchillas de cortes, bandas desalineadas, perdidas de sincronismo, fallas en los gatos neumáticos del stacker, entre otros, ya que no se realiza ningún mantenimiento preventivo de la Máquina Fameccanica, sino que cuando se daña una pieza se cambiaba y durante este cambio se paraba la producción. Asimismo, se observo que cuando presentaba algún imprevisto de la máquina era cuando se revisaba para hacer algún cambio o mantenimiento de la pieza.

5.2 Fase II: Reestructurar el árbol del equipo con el fin de establecer un orden lógico de la participación de estos en el proceso productivo.

Durante, el periodo de pasantías, se pudo realizar mediante la observación directa el recorrido de cada una de las áreas, permitiendo visualizar cada una de piezas que pertenecen a cada una de la línea de producción. Cabe resaltar, que estas piezas son: cadenas, correas, rolineras, engranajes, poleas, piñones, tensores, rodillos, chumaceras, bandas transportadoras, cuchillas de cortes, motores entre otros. Durante el recorrido de las diferentes áreas, se observo algunas fallas en algunos de los equipos que debían ser reemplazados para el mejor funcionamiento de las maquinarias y obtener así una mejor producción de los pañales.

Luego de obtener toda la información necesaria y comprender como se realiza el proceso productivo de la máquina se pudo proceder a reestructurar y establecer un orden lógico del árbol del equipo correspondiente a la línea de producción de la máquina fameccanica en donde se realizará el plan de mantenimiento preventivo, el árbol consta de cuatro niveles (área, zona, conjunto, sub-conjunto), como se muestra en las siguientes figuras:

ZONA	CONJUNTO	SUB-CONJUNTO	
001	MOLINO	CHUMACERA (SKF, 5NL520-617)	001
		CADENA DOBLE (42 ESLABONES, PASO 40)	002
		PIÑÓN RODILLO DE ARRASTRE (40 DIENTES)	003
		PIÑÓN TENSOR (19 DIENTES)	004
		PIÑÓN CR1 (26 DIENTES DOBLE)	005
		RODAMIENTO (00000E1A)	006
		MARTILLOS	007
		GUARDA PROTECTORAS	008

*GRÁFICO 9: Muestra del árbol de la máquina Fameccanica actual
Fuente: Propia 2014*

5.3 Fase III: Plan de Corrección de Fallas.

Según las fallas encontradas, se llega a las siguientes correcciones: se debe realizar un plan de mantenimiento de las máquinas para disminuir las fallas en el recorrido de la misma, y todo depende con la rapidez con la que el departamento de mantenimiento solventa una falla presente, la disponibilidad de personal y de repuestos al momento que se presenta el problema. Se han dado casos que la parada de un equipo es mayor a un día porque no se tienen las piezas o herramientas para atacar la falla. Por lo que se debe realizar, periódicamente una revisión de la lista de los inventarios de los repuestos y siempre tenerlo a mano al momento de que se presente un inconveniente.

En este orden de ideas, se levanta una tabla con la sección afectada, las fallas que presento y la solución de las mismas.

SECCIÓN	FALLA	SOLUCIÓN
FRONTAL TAPE	FALTA DE VACIO	Limpieza de tuberías y cámaras de vacío
	CUCHILLA DE CORTE	Tener un máster de lubricación para evitar el desgaste por fricción y evitar al máximo la contaminación de restos de material que pudiera golpear la cuchilla
	PISÓN	Cambio programado del pisón a medida que el mismo se desgaste por uso
STACKER	SINCRONISMO	Planificación de preventivos en el cambio de rodamientos y guías del stacker
	PUSHER O GATOS NEUMÁTICOS	Cambios de rodamientos lineales y sincronizar sensores
	PALETAS DE APILADOR	Alineación de cadenas de stacker con respeto a la bandas de salida del pliegue
PLIEGUE "C"	TRANCAMIENTO	Calibración de la aplicación de adhesivo del panel, corregir la aplicación a los estándares de calidad. si tiene mucho adhesivo el mismo se tranca
	PERDIDA DE SINCRONISMO	Ajuste de uncillos y acoples de transmisión
	ARRASTRE DE MATERIAL	Cambiar rodillos de nailon y realizar su respectivo moleteado
DEBOBINADOR BARRERA	BANDA DESALINEADA	Quitar restos de material del eje debobinador y calibrar de nuevo la alineación
	SOBRE CARGA DE MOTOR	Chequear sistema de cluck y cambiar rodamientos si están trancados el mismo tranca el libre giro del motor
	CLUCK DEBOBINADOR IZQUIERDO Y DERECHO	Chequeo del embobinado y el aterramiento del mismo
CIERRE MECÁNICO	CUCHILLA DE CORTE	Tener un máster de lubricación para evitar el desgaste por fricción y evitar al máximo la contaminación de restos de material que pudiera golpear la cuchilla
	PISONES	Cambio programado del pisón a medida que el mismo se desgaste por uso
	VACIO	Limpieza de tuberías y cámaras de vacío

GRÁFICO 10: Muestra del plan de corrección de fallas.

Fuente: Propia 2014

CONCLUSIÓN

El presente trabajo, permitió la realización del Diseño de un Plan de Mantenimiento a la máquina fameccanica, de la empresa Fanalpade Valencia C.A. que a medida que se realizaba las investigación se fueron presentando las siguientes conclusiones, las misma deben asumir una ideología de trabajo de forma metódica, detallista y organizada, con el único propósito de llevar a la empresa hacia el éxito las cuales se mencionan a continuación:

- La determinación de la información por parte del personal de mantenimiento y la visitas por las diferentes áreas donde funciona la máquina Fameccanica, el equipo de mantenimiento mecánico, cómo el trabajo cotidiano, siendo estas identificadas en la Fase I, con la finalidad de determinar la situación que presentaban los componentes de la maquina.
- Durante la realización de la Fase II, se conoció los principios de operación de la máquina Fameccanica, además de la realización del despiece de la misma para conocer cuáles podrían ser las fallas de cada uno de los componentes.
- Luego de identificar las principales fallas se procedió a la Fase III, que fue elaborar un plan de corrección de las fallas encontradas, donde se elaboro una tabla especificando las fallas y sus correcciones.
- Seguidamente, en la Fase IV, se diseño el plan de mantenimiento preventivo de la máquina Fameccanica, el mismo se ve reflejado directamente en la rentabilidad de la producción, la durabilidad de los componentes de una máquina y la disminución de las paradas fortuitas de la producción. Asimismo, con la elaboración de esta planificación de mantenimiento preventivo, el cual tendrá gran receptividad dentro del equipo de ingenieros y técnicos responsables de las maquinas de producción de la empresa Fanalpade Valencia C.A.

RECOMENDACIONES

Luego de las conclusiones obtenidas en la elaboración del presente estudio, es necesario indicar algunas recomendaciones que las cuales ayudara en la eficiencia del plan de mantenimiento de la máquina Fameccanica, algunas de ellas son:

- Hacer uso del plan de mantenimiento preventivo elaborado.
- Antes de aplicar el plan de mantenimiento de los equipos, se deben aplicar el mantenimiento correctivo de la máquina Fameccanica.
- Realizar lubricaciones periódicas de las cuchillas de cortes ya que son uno de los componentes que más generan paradas en la línea de producción.
- Realizar ajustes continuos del plan de mantenimiento dependiendo de las fallas que se vallan produciendo, en la máquina y disminuir las paradas no deseadas.
- Extrapolar este plan a otras máquinas, con las cuales cuenta la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- Carlos Dorta (2010), Diseño de un Plan de Mantenimiento para la Línea de Producción de mostaza Plástico en la Empresa Alimentos Heinz C.A. Valencia.
- Eduardo Alvaro (2007) Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empaquetadora de Camarón.
- Kapón, K.; Rojas, C. (2006). Evaluación y pautas para la implantación del control estadístico de procesos en una planta manufacturera de cigarrillos en Venezuela. Trabajo de grado publicado: Universidad Católica Andrés Bello.
- Montaña, L.; Rosas, E. (2006). Diseño de un sistema de un sistema de mantenimiento con base en análisis de criticidad y análisis de modos y efectos de falla en la Planta de Coque de Fabricación Primaria en la empresa Acerías Paz del Río S.A. Trabajo de grado publicado: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Rey, M. (2008). Mantenimiento Total de la Producción TPM: proceso de implementación y desarrollo. España: Fundación Confemetal.
- Zambrano, L. (2011). Optimización de prácticas operativas del departamento de mantenimiento eléctrico de la empresa Sural, C.A. Trabajo de grado publicado: Universidad Nacional Experimental de Guayana.

ANEXOS

ANEXO A
Plan de Mantenimiento Preventivo

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MÁQUINA FAMECCANICA

ELABORADO POR:
ERIC MIGUEL CAIROS CEVALLOS
NOVIEMBRE 2015