

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN – Managua
Facultad Regional Multidisciplinaria
Recinto Leonel Rugama - FAREM- Estelí



Seminario de Graduación

Trabajo de investigación para optar al título de
Ingeniería Industrial y de Sistemas

**Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para una máquina
bordadora automática computarizada de la empresa BORDADOS
NICARAGUA en la ciudad de Estelí.**

Autores:

- Enma Janareth Moreno Gutiérrez
- Cristhiam Dariell Montenegro López
- Hernaldo José Lira Montoya

Tutor: M.Sc. Wilfredo Van De Velde

Febrero 2015

Programa de mantenimiento preventivo

Agradecimiento

A Dios, que guiando con sabiduría nuestros caminos, ha permitido que llegáramos a la culminación de este proyecto, ayudándonos a sortear cada dificultad y a aprender de cada error en el camino.

A nuestros padres y familiares que sin su apoyo a lo largo de todos estos años de formación han hecho que esta etapa de nuestra vida sea de abundantes frutos para nuestro crecimiento como personas y profesionales.

A los docentes a lo largo de nuestra formación, que con inteligencia y capacidad, nos orientaron y al culminar esta etapa, nos asistieron en la realización de este trabajo.

Programa de mantenimiento preventivo

Resumen ejecutivo

Este trabajo consiste en la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo en la empresa Bordados Nicaragua de la ciudad de Estelí, aplicado a una máquina bordadora automática computarizada.

Para la elaboración del programa de mantenimiento se procedió de la siguiente manera:

- Se realizó un diagnóstico o evaluación del mantenimiento que la empresa brinda a la maquinaria.
- Se estudió las partes y funcionamiento de la máquina con ayuda de manuales e indicaciones facilitados por la empresa.
- Se recopiló la información necesaria para dar forma al trabajo.
- Según la información recolectada se procedió a la elaboración del programa de mantenimiento.

Producto de la investigación se determinó la necesidad de la creación de un programa de mantenimiento preventivo en la empresa para garantizar beneficios en la vida útil de la máquina, la calidad del producto y disminución de los costos de mantenimiento.

Programa de mantenimiento preventivo

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1.1. ANTECEDENTES.....	- 2 -
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 3 -
1.3. PREGUNTAS PROBLEMA.....	- 4 -
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	- 5 -
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 7 -
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	- 7 -
2.2. OBJETIVO ESPECIFICO.....	- 7 -
3. HIPÓTESIS.....	- 8 -
4. MARCO TEÓRICO.....	- 9 -
4.1. GENERALIDADES DEL BORDADO.....	- 9 -
4.2. MANTENIMIENTO.....	- 13 -
4.3. INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LA MÁQUINA BORDADORA.....	- 18 -
4.4. DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	- 20 -
4.5. MÁQUINA BORDADORA.....	- 31 -
4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 48 -
4.1. LOCALIZACIÓN.....	- 48 -
4.3. PARTICIPANTES.....	- 49 -
4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	- 50 -
4.5. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 51 -
4.6. MUESTRA Y POBLACIÓN.....	- 53 -
5. RESULTADOS.....	- 54 -
5.1. OBSERVACIONES GENERALES.....	- 54 -
5.2. INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	- 62 -
6. CONCLUSIONES.....	- 64 -
7. RECOMENDACIONES.....	- 66 -
8. BIBLIOGRAFÍA.....	- 67 -
9. ANEXOS.....	- 68 -

Programa de mantenimiento preventivo

1. Introducción

Este trabajo presenta *la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo en la MIPYME Bordados Nicaragua de la ciudad de Estelí para una máquina de bordado computarizado.*

El presente documento refleja los pasos de investigación y el procesamiento de los datos recolectados, mismos que fueron utilizados en la elaboración del programa antes mencionado. Se analizó el contexto y situación actual de la empresa, es decir, la forma en la que se lleva a cabo el mantenimiento; luego se compiló la información sobre la máquina bordadora en la que basamos nuestra investigación (manuales, libros, entrevistas al personal que opera la máquina, etc.) para así conocer el equipo y su funcionamiento, y establecer las actividades de mantenimiento así como la frecuencia con que se van a realizar.

También se efectuó un consolidado del aspecto teórico del mantenimiento y sus indicadores.

Una vez recopilada la información se elaboró el programa de mantenimiento preventivo, este se diseñó para ser implementado fácilmente por el operario de la máquina o la persona contratada por la empresa para realizar el mantenimiento.

Se concluyó brindando las recomendaciones que se consideró necesarias y que podían ser de beneficio para la empresa Bordados Nicaragua.

Programa de mantenimiento preventivo

1.1. Antecedentes

La presente investigación se realizó en la empresa Bordados Nicaragua (BORDANIC) de la ciudad de Estelí.

Esta es una empresa de carácter familiar, ante la DGI está inscrita como cuota fija, ante el Ministerio de economía familiar es una pequeña empresa de confección del sector textil.

La empresa inicio operaciones el 13 de abril del 2013 con maquinaria propia, pero previo realizaba subcontrataciones de servicios a otras empresas en el área del bordado y confección en noviembre del 2012.

1.2. Planteamiento del problema

La empresa Bordados Nicaragua es una MIPYME reciente en el mercado del bordado computarizado que desde el inicio de sus funciones no cuenta con un programa o régimen de mantenimiento preventivo lo que ha conllevado a incurrir en gastos de mantenimiento correctivo que fácilmente podrían ser evitados o disminuir considerablemente. Ante esta situación concreta es imperativa la realización de un programa de mantenimiento preventivo que será de gran beneficio para el desarrollo de esta empresa como la disminución de costos, mayor calidad del servicio y mejor rendimiento de la maquinaria.

Esta investigación pone en evidencia la gran necesidad de contar con un programa de mantenimiento preventivo que proporcione las pautas generales y procedimientos de resolución de problemas. Estos constituyen un punto de partida en el desarrollo de aptitudes de mantenimiento preventivo y las diferentes actividades que este conlleva.

Mediante la observación directa y las entrevistas realizadas al personal, se corrobora que los daños ocasionados en la maquinaria junto con los consecuentes paros de producción, disminución en la calidad del producto y pérdida de materia prima, podrían haberse evitado con la programación de un mantenimiento preventivo periódico.

Programa de mantenimiento preventivo

1.3. Preguntas problema

1.3.1. Pregunta principal

- ¿Cómo elaborar una propuesta de programa de mantenimiento preventivo que se adapte a la realidad concreta de la empresa Bordados Nicaragua?

1.3.2. Preguntas directrices

- ¿Cómo diagnosticar la realidad actual de la empresa respecto al tipo de mantenimiento que se realiza en ella?
- ¿Qué actividades se deben realizar para elaborar una propuesta de Programa de Mantenimiento Preventivo en Bordados Nicaragua?
- ¿Cómo presentar la propuesta diseñada en la empresa Bordados Nicaragua?
- ¿Cómo crear una herramienta informática para el control del mantenimiento dentro de la empresa?

1.4. Justificación

Observando la dinámica de desarrollo en la que se está inmerso nuestro país y específicamente la ciudad de Estelí, que en la última década ha alcanzado un avance económico que le ha permitido posesionarse como una ciudad de referencia nacional al punto de llegar a ser considerada como la capital del norte del país; determinamos que, en esta corriente de desarrollo económico en la que estamos inmersos es sumamente importante posesionarse en el mercado y avanzar al ritmo que dicte este desarrollo.

Esta economía creciente en la que nos encontramos y como toda economía desarrollada, fija una de sus bases en la calidad; ya sea calidad en los sistemas, en los servicios y/o en los productos, pero esto podría resultar complicado de alcanzar si no se sigue la ruta indicada, puesto que en el mercado nos encontramos en situaciones tales como la demanda que supera la capacidad de respuesta, personal calificado cada vez más escaso y caro, materias primas con precios en alza, competencia globalizada, etc. La respuesta frente a esta realidad que ofrece tantas oportunidades tal vez sea pensar en hacer cambios que vayan más allá de lo momentáneo. Tal vez sea hora de pensar a mediano y largo plazo.

En el caso concreto de la empresa Bordados Nicaragua (BORDANIC), MIPYME del sector textil que recientemente ha iniciado funciones y que desea adentrarse en esta dinámica de economía creciente, se ve en la inherente necesidad de garantizar que el producto y el servicio que brinda, este dentro de los estándares de calidad que se exigen en la actualidad para perfilarse como una empresa competitiva en el mercado.

Para lograr la calidad deseada, un factor que debe ir de la mano en este proceso es el mantenimiento, es por ello que esta investigación está enfocada en proponer un programa de mantenimiento preventivo para una máquina bordadora computarizada de la empresa Bordados Nicaragua, debido a que en la actualidad no existe un proceso de mantenimiento organizado y adecuado a su realidad y condiciones.

Programa de mantenimiento preventivo

En esta meta de alcanzar la calidad deseada en el producto y el servicio y por ende en el sistema, vale la pena poner en práctica los valores del TPM, que es un método de gestión altamente integrador de los recursos existentes que direcciona los procesos organizacionales de manera tal que se alcancen los objetivos del negocio y para ello identifica y elimina sistemáticamente las pérdidas es decir aquello que no agrega valor.

El TPM, hoy llamado Total Productive Management, es cada vez más popular en el mundo y, especialmente, en los países de América Latina. Quizás esto se debe al hecho de que más y más empresas toman conciencia de que usar TPM puede producir resultados asombrosos. Estamos hablando de duplicar la productividad y/o reducir costos en un 30% o más.

Este trabajo investigativo es de gran importancia para la empresa, ya que permitirá determinar tareas específicas y diseñar estrategias de mantenimiento para la maquinaria, lo cual permitirá la disminución de costos, mayor calidad en el servicio y mejor rendimiento de la máquina.

Será también de utilidad para nuestra facultad, puesto que podrá servir de referencia bibliográfica para la elaboración de futuros trabajos investigativos relacionados con la línea de mantenimiento.

2. Objetivos de la investigación

2.1. Objetivo general

Proponer un programa de mantenimiento preventivo en la empresa Bordados Nicaragua como una herramienta que permita organizar y mantener un control de las actividades de mantenimiento, optimizando el funcionamiento de la máquina bordadora y la prolongación de su vida útil.

2.2. Objetivo específico

- ✓ Diagnosticar la realidad actual de la empresa respecto al tipo de mantenimiento que se realiza en ella.
- ✓ Elaborar la propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo que organice los procedimientos y actividades propias del mismo en Bordados Nicaragua.
- ✓ Presentar un Programa de Mantenimiento Preventivo para una máquina bordadora computarizada en la empresa de Bordados Nicaragua.
- ✓ Diseñar una aplicación informática para el control del mantenimiento.

3. Hipótesis

H_0 : El programa de mantenimiento preventivo presenta un efecto positivo en la empresa Bordados Nicaragua como instrumento útil en la distribución de las actividades de mantenimiento, en un mejor funcionamiento de los equipos, optimización de los recursos y disminución de costes de mantenimiento.

H_1 : El programa de mantenimiento preventivo no presenta un efecto positivo en la empresa Bordados Nicaragua como instrumento útil en la distribución de las actividades de mantenimiento, en un mejor funcionamiento de los equipos, optimización de los recursos y disminución de costes de mantenimiento.

4. Marco Teórico

4.1. Generalidades del bordado

El bordado es un arte que consiste en la ornamentación por medio de hebras textiles, de una superficie flexible, generalmente una tela.

Los romanos llamaban a esta ornamentación plumarium opus, en virtud de la semejanza que tienen algunas de estas labores con la pluma del ave. Y como se consideraba en el bordado un procedimiento similar a la pintura llamaban a las vestiduras bordadas túnica picta o toga picta, o bien túnica palmata, aludiendo a los bordados en forma de palmetas con que las adornaban.

Los hilos que se emplean en el bordado son los mismos que sirven para el tejido pero sobre todo se utilizan los de seda, lana y lino, todos con variados colores y los de plata y oro con las formas diferentes que se adoptan en tejeduría..

4.1.1. Historia del bordado

- **Edad Antigua**

No se conservan materia que puedan adjudicarse con certeza a la Edad Antigua salvo los de algunos tejidos coptos de la época romana pero no cabe duda que los hubo excelentes en Asia, Egipto, Grecia y Roma según lo testifican historiadores verídicos y lo revelan numerosos relieves y pinturas de aquellos tiempos. La invención y el primer desarrollo de este arte debe atribuirse a los babilonios pues de Mesopotamia procedían los más famosos bordados en la Edad Antigua así como de Egipto los tejidos finos y las tapicerías de alto lizo llegando a decir Plinio que el telar egipcio había vencido a la aguja Babilonia.

Programa de mantenimiento preventivo

- **Edad Media**

La civilización bizantina ocupa el primer lugar en la historia del bordado durante la Edad Media y las Cruzadas fueron el principal vehículo de este arte para todo el Occidente. Aquí apenas se ejercitó en la Alta Edad Media fuera tal vez de los monasterios entre los cuales se cita el de San Galo en Suiza como muy activo e industrial.

- **Edad Moderna**

Los bordados de la Edad Moderna se distinguen por seguir en sus figuras el estilo del Renacimiento a semejanza de las otras artes suntuarias y además porque vuelve a usarse con profusión el hilo de oro (o canutillo) el cual se aplicaba con parsimonia en los últimos años de la Edad Media. En los ornamentos sagrados va desapareciendo la imaginería que en los mencionados siglos solía aplicarse en la parte céntrica y vertical de las casullas y en el escudo del dorso y bandas delanteras de las capas y ya solo por excepción se encontrará en piezas de los siglos XVII y XVIII. En cambio, se cubre toda la pieza muy frecuentemente de bordados puramente ornamentales tratándose de vestiduras sagradas, cosa rara en los siglos anteriores al XVI.

4.1.2. Tipos de bordado

En el transcurso de la historia se conocen diversas clases de bordados, caracterizadas por el relieve que presentan, por la materia de que constan, o bien por el trazado de las figuras o las diferencias de puntos que se producen al bordar con la aguja.

Por el relieve, se distinguen tres clases:

- Lisos, que apenas sobresalen de la pieza.
- De realce, que ofrecen mucho relieve debido a un relleno de cartulina o de algodón en rama (o de estopa con cera, en la Edad Media) que se interpone.

Programa de mantenimiento preventivo

- De aplicación o de sobrepuesto, que se borda fuera de la pieza y posteriormente se cose sobre ella.

Por la materia de que están confeccionados, además de los comunes de oro y seda, se distinguen especialmente:

- El bordado en blanco, que se hace con hilo blanco en piezas de mantelería.
- El bordado a canutillo, que se consigue aplicando el hilo de oro o plata no de la forma común de hilo para tejer o coser sino rizado o en hélice, formando tubito flexible, por cuyo eje se hace pasar el hilo de seda con que se sujetan las partes del mismo al tejido.
- El bordado de perlas, lentejuelas, abalorios, etc. que resulta de aplicar con hilo de seda pequeñas sartas de dichos objetos o bien de uno en uno a la pieza que se borda.
- El bordado plano que se ejecuta aplicando los hilos o tirillas metálicas sobre el tejido sin que entren o salgan de él a modo de costura sino sujetándolos con puntadas de seda convenientemente dadas.

Por la forma de las labores bordadas, se conocen las siguientes clases:

- El bordado de contorno, cuando sólo se marcan los contornos y líneas internas principales de la figura
- El bordado aislado, cuando a lo anterior se añade el sembrar de puntos y rayitas bordadas el campo de la tela donde están las figuras
- El bordado lleno, cuando todo el dibujo de las figuras está completamente bordado

En función del punto de costura que se utiliza en el bordado, son casi infinitos los tipos que existen. Por lo tanto, sólo se citan a continuación los más célebres y curiosos:

- Vainica o Vainilla, técnica importante de la pasamanería tradicional para la que se extraen hilos y luego se rematan formando preciados calados.

Programa de mantenimiento preventivo

- Punto de cruz, que consiste en formar cruces mediante los hilos contados de una tela. Cuenta con variantes.
- Punto de cadeneta, otro punto sencillo pero más discreto, que se asemeja a la cadeneta del ganchillo, ya que su funcionamiento es casi idéntico.
- Bordado de Lagartera, la manera correcta de nombrarlo es en plural "Bordados de Lagartera" con origen en el pueblo de Lagartera (Toledo) España. También se denomina como Labores de Lagartera. Y se distinguen tres variantes principales: Deshilados, Bordados y Dibujados.
- Bordado sobre tul, se trabaja a partir de un tul que se decora con pequeños elementos decorativos.

Por sus motivos pueden ser:

- ornamentales, los habituales.
- bordados de imaginería los que forman retratos o imágenes aunque a veces, lleven éstas el color de la parte desnuda hecho a pincel y no bordado

Entre los bordados que se hacen sobre tela blanca, de algodón o de lino hay dos que pueden considerarse como de transición al encaje y que varios expertos lo confunden con éste, a saber:

- bordado de puntos cortados, consistente en una labor de aguja que se practica entre los bordes de los calados o recortes hechos previamente en el tejido de la pieza
- bordado de hilos tirados o al deshilado, consistente en la misma labor practicada sobre fondo claro que se obtiene quitando hábilmente algunos hilos también del interior de la tela, práctica ya conocida desde antiguo en Oriente.

Así mismo, se conoce de antiguo el bordado sobre tejido transparente o sobre malla que imita al encaje y se confunde fácilmente con éste pero se diferencia en que exige un tejido previo como todo bordado.

4.2. Mantenimiento

Podría decirse que el mantenimiento “natural” sirve para reparar algo que ha fallado. Hoy pocas industrias se permitirían esto. Las averías son costosas, directa e indirectamente. Pocas veces falla uno de los componentes de una máquina o instalación sin provocar inmediatamente el desarreglo de un componente relacionado con ella, o bien un efecto adverso en este, con lo cual se reducirá su “tiempo admisible de avería”. Aunque ese efecto resulte difícil o imposible de medir, existe. (MONTES, 2011)

Mantenimiento preventivo se define entonces como a toda aquella actividad tendiente a mantener y conservar el estado de funcionamiento, de los distintos medios de producción o prestación de servicios. Estas actividades deben realizarse en el menor tiempo posible y al menor costo.

El mantenimiento preventivo puede ser considerado como el tipo de mantenimiento destinado a garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o avería por deterioro. En la actualidad este tipo de mantenimiento puede convertirse en una pieza fundamental para el ahorro de costes en las industrias. Lo anterior puede justificarse afirmando que si se establecen una serie de rutinas de inspecciones periódicas con una buena planificación, se pueden minimizar los correctivos y evitar paradas imprevistas de las cadenas de producción. Hoy, la industria asume los costes de esta periodicidad en las revisiones y en la sustitución de piezas como una inversión en la optimización de procesos con la que lograr mayor rentabilidad.

Mantenimiento preventivo

Trabajos producto de una inspección Es la conservación planeada de los activos y planta física de la empresa, mediante un plan de inspecciones periódicas que tienen como objetivo principal, el detectar fallas o averías en su etapa inicial para

Programa de mantenimiento preventivo

proceder a su corrección en el tiempo oportuno con el fin de obtener en el equipo un máximo rendimiento a un menor costo. (Rojas, 2014)

Este tipo de mantenimiento tiene muchas ventajas que pueden ser aplicadas en empresas grandes o pequeñas. Entre las ventajas se encuentran:

La maquinaria opera con mayores condiciones de seguridad lo que minimiza los accidentes y el tiempo.

Se ocasiona una menor cantidad de tiempo perdido, por concepto de paros de emergencia en la maquinaria.

Hay menos reparaciones a gran escala, pues las fallas disminuyen cuando se previenen éstas mediante reparaciones oportunas.

Se puede determinar cuáles equipos están ocasionando gastos excesivos. Dentro de las observaciones para realizar un plan de mantenimiento se pueden encontrar:

Requiere de un sistema de alto grado de conocimiento y organización.

Los logros de este tipo de mantenimiento no van a ser inmediatos, sino que serán observados a largo plazo.

Al inicio del plan, el costo de capacitación es alto.

Mantenimiento predictivo

Es un tipo de mantenimiento basado en la medición periódica de la condición de la máquina mientras se encuentra en funcionamiento, utilizando instrumentos y técnicas especializadas con el objetivo de detectar desgastes conducentes a fallas y corregirlos. Este tipo de mantenimiento es una forma de mantenimiento preventivo; requiere planificación, programación y control, además de establecer las verificaciones que se deseen realizar (vibraciones, consumos de corriente, condición de los aceites, espesores de pared en tuberías, fisuras internas).

Programa de mantenimiento preventivo

Otro aspecto que debe ser analizado cuando se piensa poner en funcionamiento un mantenimiento predictivo es el referente al operario que efectuará las mediciones, ya que es él el que usará el instrumento, interpretará los resultados y los relacionará con el mecanismo inspeccionado. La eficiencia con que el inspector realice su trabajo indicará notablemente el éxito del mantenimiento predictivo.

Mantenimiento programado

Es el tipo de mantenimiento que se basa en la ejecución de trabajos planificados que no pertenecen a un plan de mantenimiento preventivo. Estas labores pueden ser:

De mantenimiento preventivo.

Modificaciones al equipo.

Reparaciones (propias de un taller de mantenimiento) a reductores, bombas, motores eléctricos, etc.

Programas para reparaciones de maquinaria aprovechando algún paro de producción.

Mantenimiento extraordinario

Es el tipo de mantenimiento relacionado con trabajos esporádicos, cuya importancia y costo es alto, por lo que es necesario considerarlos separadamente de los trabajos de mantenimiento. Estas labores pueden ser:

Montaje o sustitución de maquinaria.

Modificaciones importantes al equipo.

Reparación y modificación completa.

Mantenimiento correctivo

Es un tipo de mantenimiento que consiste en la localización de una falla y solución inmediata de fallas ocurridas en las máquinas. Entre sus características se encuentran:

Se presenta normalmente en periodos de producción.

Se trabaja a partir de la falla.

La solución de la falla se debe realizar lo más rápido posible, para que la máquina esté parada el menor tiempo. Este mantenimiento es el más utilizado ya que no requiere una compleja administración, pero tiene grandes desventajas como son:

Los paros de producción son grandes, lo que aumenta los costos.

La corrección de fallas, únicamente, cuando el equipo no funciona, provoca un deterioro de la máquina más rápido que con una intervención de mantenimiento más frecuente.

Aumento en los costos de mantenimiento (compra de repuestos de emergencia, pago de horas extra, etc.).

4.2.1. Mantenimiento productivo total o TPM

El TPM (por sus siglas en inglés) Es filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial. Las siglas TPM fueron registradas por el JIPM ("Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta").

Este un método de gestión empresarial que identifica y elimina las pérdidas de los procesos, maximiza la utilización de los activos y garantiza la creación de productos y servicios de alta calidad y a costos competitivos.

Programa de mantenimiento preventivo

Para ello reeduca a las personas para orientarlas hacia la prevención y la mejora continua, aumentando así la capacidad de los procesos sin inversiones adicionales.

Actúa también en la cadena de valor, reduciendo el tiempo de respuesta y satisfaciendo a los clientes con lo cual fortalece a la empresa en el mercado.

En la implementación de un programa de TPM se deben enfrentar varios retos como el compromiso por parte de toda la organización, la adaptación de las personas para los cambios que traerán mejoras en la producción, el mantenimiento, los equipos, la calidad, la satisfacción del cliente, los empleados, la seguridad, el medio ambiente, etc. Para lograrlo se deben romper aquellas barreras ideológicas y culturales, además empezar a ver a mantenimiento como una gran inversión más no como un gasto.

En resumen, la forma más simple de entender el TPM es como un método de gestión altamente integrador de los recursos existentes que direcciona los procesos organizacionales de manera tal que se alcancen los objetivos del negocio y para ello identifica y elimina sistemáticamente las pérdidas es decir aquello que no agrega valor. (Verzini)

Pilares del mantenimiento productivo total (TPM)



4.3. Instrucciones de mantenimiento y reparación de la máquina bordadora

El diseño de la máquina, así como la calidad de los materiales utilizados en la fabricación de ésta, le proporcionan una robustez que contribuye a evitar desperfectos y averías, teniendo un largo período de vida incluso con un mínimo mantenimiento.

Se aconseja desmontar la máquina periódicamente y proceder a una limpieza interior.

Recordar que para realizar estas tareas de mantenimiento debemos desconectar la máquina de la alimentación eléctrica.

Para el mantenimiento periódico de la máquina se tendrá en cuenta la lubricación periódica de los diferentes elementos móviles de la máquina además de la sustitución de las agujas cuando se observe rotura o deterioro de las mismas.

A parte de estas medidas, es aconsejable que el operario esté alerta a cualquier tipo de vibración o de ruidos inusuales durante el funcionamiento de la máquina. Podrían ser señales indicadoras de problemas que requieran de una intervención inmediata.

Antes de proceder a realizar cualquier tarea de mantenimiento o reparación se deberá desconectar la máquina de la corriente eléctrica, con el interruptor general del cuadro de mandos y magnetotérmico incorporado en el interior del cuadro, cerrando con llavín éste con objeto de que nadie pueda poner la máquina en funcionamiento.

4.3.1. Recambios y accesorios

En caso de avería, puede ponerse en contacto con el propio Servicio de Asistencia Técnica de la marca. Allí se atenderá su solicitud y se enviará el personal técnico necesario para cualquier reparación "in situ", sin necesidad de desplazar la máquina de su lugar de funcionamiento; o bien se le enviará la pieza o componente de la máquina en caso de que no sea necesaria la intervención de técnicos cualificados.

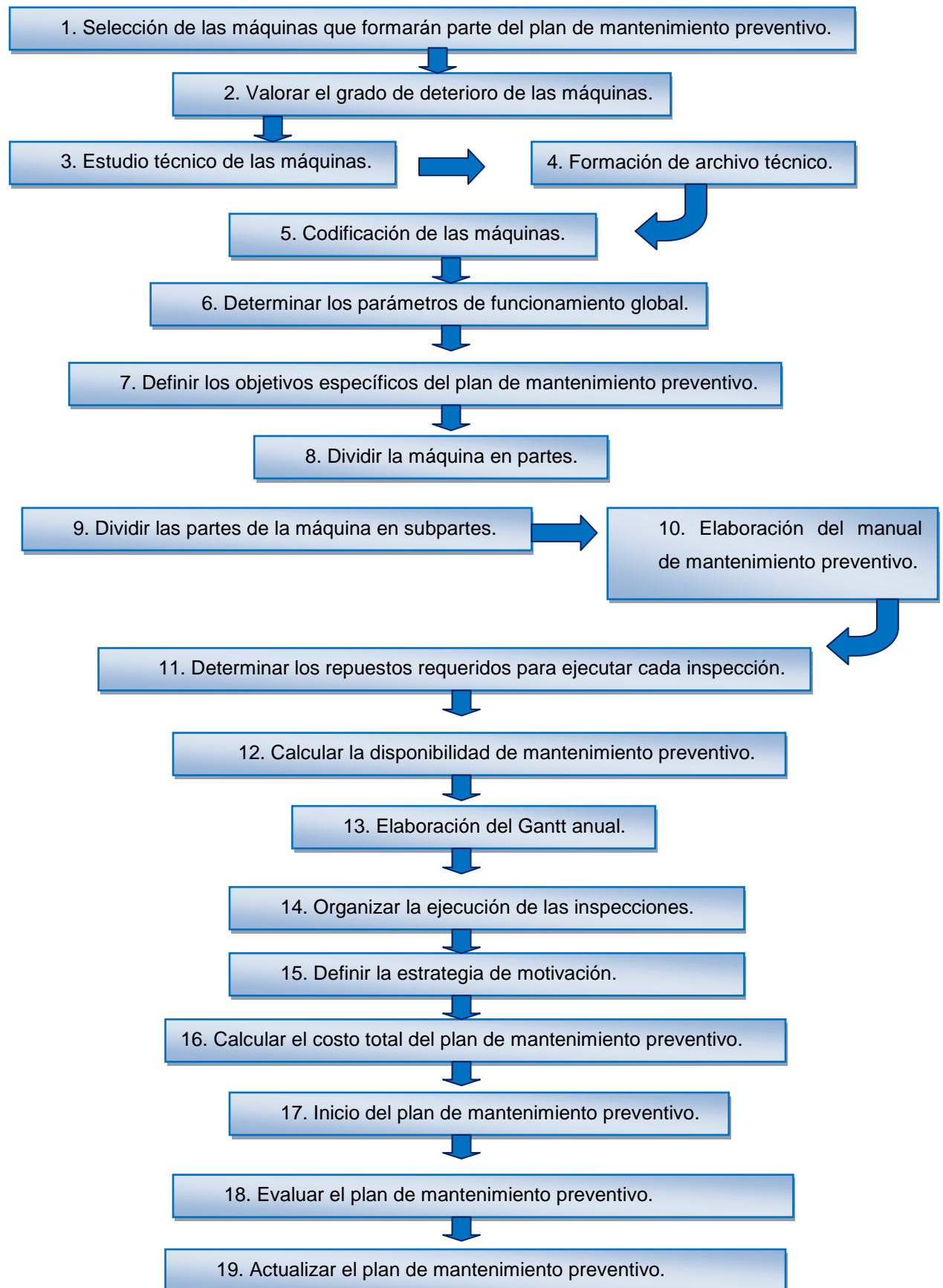
4.4. Diseño de un programa de mantenimiento preventivo.

El objetivo fundamental del mantenimiento es conservar la maquinaria y herramienta en condiciones de funcionamiento, que permitan alcanzar las cantidades de bienes previstos en los planes de desarrollo productivo a costos iguales a los indicados en los presupuestos de la empresa.

Es la función que contempla los aspectos del negocio que afectan a la seguridad, el medio ambiente, al ahorro energético, a la calidad del producto, al servicio al cliente y a asegura la máxima disponibilidad de la planta. (Aspectos Teóricos, 2003)

Para diseñar un plan de mantenimiento preventivo se debe realizar una serie de etapas para ejecutarlo de una forma eficiente y efectiva. El siguiente grafico muestra en orden secuencial estas etapas:

Programa de mantenimiento preventivo



Programa de mantenimiento preventivo

A continuación detallamos las diferentes etapas del diseño de un programa de mantenimiento preventivo mencionadas anteriormente:

1. Selección de las máquinas que formarán parte del plan de mantenimiento preventivo

La selección se puede realizar tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Importancia de las máquinas en el proceso productivo.
- Costo de la falla.
- Nivel de organización producción-mantenimiento.
- Disponibilidad de información acerca de las maquinas.
- Plan piloto.

2. Valorar el grado de deterioro de las máquinas

Consiste en la realización de un estudio técnico para determinar el estado actual de las máquinas. Formarán parte del plan aquellas máquinas con un grado de deterioro normal.

La valoración del grado de deterioro se podrá realizar de dos formas:

1. Ponderando el deterioro de cada una de las partes de la máquina.
2. Comparando los parámetros de funcionamiento global.

3. Estudio técnico de las máquinas

Esta etapa involucra el estudio detallado de catálogos, planos, manuales de funcionamiento e historial de las máquinas, ya que para realizar un plan de mantenimiento preventivo se debe conocer la máquina.

4. Formación de archivo técnico

En este archivo se debe reunir toda la información técnica referente a las máquinas, por ejemplo, manuales de funcionamiento, catálogo de partes, planos de instalación, diagramas de control eléctrico, historial de reparaciones y hoja de datos técnicos.

5. Codificación de las máquinas

Consiste en realizar una clasificación de la máquina y clases o grupos de acuerdo con las características y semejanzas entre ellas. Se debe diseñar una codificación que permita identificar claramente cada una de las máquinas.

a) Objetivos de la codificación

- Identificar con claridad el objeto codificado
- Ofrecer brevedad en la lectura y transcripción de nombre a partir del objeto codificado.
- Recoger mediante un pequeño número de símbolos, un gran número de datos capaces de prestar detalladamente las características del objeto.

b) Establecimiento de códigos

Algunos principios fundamentales en el establecimiento de códigos son:

- No debe haber errores de escritura.
- Debe ser claro y simple.
- El código debe usarse tal y como se diseñó.
- Todo el personal debe conocerlo.

c) Método para codificación

Se puede codificar mediante cuatro métodos:

- Método alfabético.
- Método numérico.
- Método alfanumérico.
- Método por colores.

6. Determinar los parámetros de funcionamiento global

Se trata de identificar aquellos parámetros que pueden reconocer la eficiencia global de la máquina. Estos parámetros están muy relacionados con el aporte de la máquina en el proceso productivo. La determinación de estos parámetros será la base para la evaluación del plan de mantenimiento preventivo.

7. Definir los objetivos específicos del plan de mantenimiento preventivo.

El propósito es escribir y cuantificar las expectativas del plan de mantenimiento preventivo. Partiendo de la situación actual, se deben estimar las mejoras que se esperan con la aplicación del plan. La determinación de estos objetivos ayudará a la evaluación del plan.

8. Dividir la máquina en partes

Con ésta etapa se pretende desglosar la máquina y formar una lista de partes.

9. Dividir las partes de la máquina en subpartes

Con este procedimiento se pretende desglosar las partes de la máquina y permitirá formar una lista de sub partes por cada parte, y además, una mejor idea de la estructura de la misma.

10. Elaboración del manual de mantenimiento preventivo

El manual contiene toda la información acerca de las inspecciones y está formado fundamentalmente por:

- Nombre y código de la máquina.
- Nombre y código de la parte.
- Nombre y código de la sub parte.
- Código de la inspección.
- Descripción de la inspección.
- Frecuencia de la inspección.
- Duración de la inspección.
- Operarios por inspección (cantidad y especialidad).

a) Descripción de la inspección

Se deberán diseñar las inspecciones que se consideren necesarias para cada una de las sub partes, de esta forma, poco a poco, se creará una lista de inspecciones de toda la máquina.

b) Frecuencia de la inspección

Se refiere al número de veces que la inspección se deberá realizar dentro de un tiempo de referencia. El periodo se refiere a cada cuanto se tiene que realizar la inspección.

c) Criterios para determinar las frecuencias

Recomendaciones del fabricante de la máquina.

- a. Ambiente que rodea la máquina.
- b. Horas de funcionamiento.
- c. Intensidad de funcionamiento.
- d. Historial.
- e. Experiencia del personal técnico.
- f. Costo de falla.
- g. Ocurrencia de daños humanos.
- h. Daños al medio ambiente.
- i. Ocurrencia de fallas en cadena.
- j. Juicio del diseñador del plan de mantenimiento.

d) Frecuencia de la inspección

Se debe determinar para cada inspección su duración estimada. Normalmente la duración se expresa en minutos. La duración de cada inspección es fundamental para realizar la programación anual de las inspecciones.

e) Técnicos para cada inspección

Se refiere a la cantidad y especialidad de los operarios que se requieren para realizar las inspecciones. Se debe determinar para cada inspección, la cantidad y especialidad de los operarios requeridos para ejecutarla. Normalmente se indica, la cantidad y el código de la especialidad.

11. Determinar los repuestos requeridos para ejecutar cada inspección

Esta determinación se refiere al cálculo de la cantidad de repuestos por año que se necesitan por inspección. Se debe determinar para cada inspección, el tipo y la cantidad de repuestos requeridos para ejecutarla. Se debe analizar la descripción y la frecuencia de la inspección y así determinar la cantidad de repuestos.

12. Calcular la disponibilidad de mantenimiento preventivo

La disponibilidad se puede expresar en horas o minutos. Representa la cantidad total de horas o minutos por semana, que se tienen para realizar las inspecciones. La disponibilidad se debe calcular por sección productiva y especialidad.

Se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

Tiempo de no producción (TNP): Se refiere a las horas o minutos por semana, que las máquinas están paradas, según sus horarios de trabajo. Se debe determinar por sección productiva. Para determinar este factor se debe estudiar el proceso productivo.

Técnicos disponibles (TED): Determinar si durante el TNP hay personal de mantenimiento. Si existe personal, se debe estimar la cantidad de operarios por especialidad, que se destinarán para realizar las inspecciones.

Programa de mantenimiento preventivo

Tiempo de no producción equivalente (TNP (e)): Es un tiempo de no producción que depende del número de operarios asignados para trabajar en mantenimiento preventivo.

Cálculo de la disponibilidad para mantenimiento preventivo: Cuando dentro del tiempo de no producción se realicen trabajos que correspondan a otros tipos de mantenimiento, por ejemplo, trabajos derivados de mantenimiento correctivo temporal o trabajos de mantenimiento programado, el cálculo de la disponibilidad debe considerar estos tiempos.

Una vez calculada la DMP se elabora el Gantt anual y se determina que todas las inspecciones fueron programadas. Si existen inspecciones no programadas, éstas se deben valorar y decidir si es necesario ejecutarlas o no.

El cálculo de la DMP será válido, siempre y cuando no se tengan inspecciones, cuya duración sea mayor al TNP.

13. Elaboración del Gantt anual/ Programación del mantenimiento anual

Consiste en la programación de las inspecciones. El Gantt anual es cuadro que permite la distribución en el tiempo, de las inspecciones. Normalmente el Gantt anual se divide en las 52 semanas del año. Las inspecciones se programarán en las diferentes semanas de año, según su periodo, frecuencia y la disponibilidad que exista para ejecutar el mantenimiento preventivo.

El Gantt anual puede realizarse con una programación “inspección por inspección” o se puede realizar también por “grupo de inspecciones”.

14. Organizar la ejecución de las inspecciones

Esta etapa consiste en la definición del procedimiento administrativo y el diseño de la documentación necesaria para ejecutar las inspecciones. Procedimiento administrativo que involucra el diseño de un flujo grama columnar, que tome en cuenta todos los conceptos de forma y contenido relacionados con el diseño de los procedimientos. La documentación incluye el diseño de los documentos que se realizarán para solicitar la ejecución de las inspecciones, registrar la retroalimentación técnica, el historial de las reparaciones y los datos técnicos globalidad de la máquina.

15. Definir la estrategia de motivación

Busca la mejor manera de involucrar a los participantes en el plan de mantenimiento y crear conciencia de la importancia del mismo. La estrategia utilizada, debe lograr que los jefes de taller y operarios se sientan parte del plan de mantenimiento. Se deben realizar reuniones para informar acerca de los beneficios, funcionamiento y objetivos del plan de mantenimiento.

16. Calcular el costo total del plan de mantenimiento preventivo

Normalmente este cálculo se realiza para un año de ejecución del plan. Por lo tanto, los costos de mano de obra y repuestos serán costo/año.¹

- a) Cálculo de la mano de obra
- b) Cálculo de los materiales
- c) Cálculo del costo total del Programa de Mantenimiento Preventivo

¹ Los cálculos de costos de: mano de obra, materiales y el costo total del plan de Mto. esta reflejados en la tabla "Análisis de costos de mantenimiento anual". Anexos.

17. Inicio del plan de mantenimiento preventivo

La gerencia debe anunciar oficialmente el inicio del plan. Se debe registrar oficialmente la fecha de inicio del plan de mantenimiento ya que esta fecha será referencia en la cuantificación de los resultados del plan de mantenimiento.

18. Evaluar el plan de mantenimiento preventivo

Un criterio para evaluar los resultados del plan de mantenimiento es registrar los parámetros de funcionamiento global, porque estos se pueden graficar en el tiempo y observar su comportamiento.

19. Actualizar el plan de mantenimiento preventivo

Esta etapa pretende resaltar la importancia de dar un seguimiento detallado al plan de mantenimiento preventivo. La actualización indica la necesidad de que cada vez que se cumpla un ciclo de ejecución del plan, éste se debe revisar, ajustar y mejorar antes de iniciar un nuevo ciclo.

4.5. Máquina bordadora

4.5.1. Generalidades de la maquinaria

a) Dimensiones y características técnicas de la maquinaria

Característica	Especificación
Tensión de utilización	400 V
Numero de cabezales	2 cabezales
Potencia eléctrica	0,750 Kw (1,02 CV)
Velocidad del motor	200~850 r.p.m.
Dimensiones de máquina (Largo/Ancho/Alto)	4.340 x 1.350 x 1.800 mm
Peso máximo	850 kg
Numero de agujas	12 agujas
Dimensiones máximas área de bordado (Ancho x Largo)	350x450 mm
Largo de puntadas	0,1~12,7 mm
Memoria : N° de puntadas N° de diseños	1 millón de puntadas 99 diseños

b) Usos principales de la Herramienta

La máquina está diseñada para bordar automáticamente sobre prendas textiles diferentes diseños definidos por el usuario, e introducidos en formato digital en la memoria de la máquina, a través de un puerto USB instalado en la misma o almacenado en un disco. (CORP.)

Se puede utilizar para bordar prendas textiles tales como camisetas, pañuelos, etc. además de gorras o similares mediante la instalación de un bastidor especial para este tipo de prendas.

El modelo CFSE-DM dispone de un único cabezal de bordado, de forma que borda una única prenda por ciclo. Por otro lado el modelo CFSE-CT realiza un proceso de bordado múltiple ya que dispone de varios cabezales de bordado, pudiéndose solicitar la máquina con el número de cabezales (2, 4, 6 o 8) acorde a las necesidades de producción.

Asimismo, en ambos modelos, sobre cada cabezal se pueden montar distinto número de agujas que determinaran el número de colores diferentes a introducir en el diseño, pudiéndose adaptar así la máquina a las necesidades de producción del cliente.

Es muy importante no introducir otro tipo de materiales ya que la máquina podría verse gravemente dañada, no cubriendo la garantía los daños producidos en tales circunstancias.

Para identificar el modelo de bordadora con las opciones requeridas (nº de agujas y nº de cabezales) para las necesidades de producción del cliente se sigue el siguiente código alfanumérico:

Programa de mantenimiento preventivo

- Bordadora de un cabezal:

CFSE-DM G-5M

G Número de agujas: 6/9/12/15.

- Bordadora de múltiples cabezales:

CFSE-CT GF400x450

G: Número de cabezales (2/4/6/8).

F: Número de agujas (9/12).

c) Estructura y características

1.- Chasis: El chasis consiste en una estructura compacta, construida con la rigidez necesaria para satisfacer las necesidades de la máquina. El chasis está compuesto por perfiles y planchas metálicas, firmemente unidas mediante soldaduras o atornilladas en aquellas partes que sean aconsejables, en el futuro, la posibilidad de desmontaje de la máquina.

2.- Cabezal de bordado: Este elemento constituye la herramienta principal de la máquina desarrollando el proceso de bordado sobre la prenda introducida en la misma.

En este elemento se encuentran montadas el número de agujas acorde con el modelo seleccionado, de esta forma cada aguja recibe el hilo de un color determinado, correspondiente al color fijado en el diseño consiguiéndose así bordados poli cromáticos.

El cabezal dispone de movimientos en las direcciones longitudinal y transversal del área de trabajo de la máquina (ejes X e Y) gracias a la acción de dos motores paso a paso que permiten un desplazamiento suave y gran precisión en la parada.

Programa de mantenimiento preventivo

En el caso del modelo con cabezal múltiple todos los cabezales se mueven simultáneamente, ejecutándose por lo tanto el mismo diseño en cada una de las prendas fijadas en la máquina.

3.- Bastidor porta prendas: Este elemento encargado de fijar y posicionar la prenda a procesar en la posición correcta bajo los cabezales para llevar a cabo correctamente el bordado sobre la zona deseada de la prenda.

La máquina dispone de dos bastidores intercambiables, por un lado dispone de un bastidor plano indicado para el bordado de prendas tales como camisetas, pantalones, pañuelos, etc. en las que la zona de bordado se puede asentar correctamente sobre una superficie plana, este bastidor permanece fijo durante el proceso de bordado.

Por otro lado la máquina dispone de un bastidor especial para el bordado de gorros, gorras o similares en los que la zona de la prenda a bordar posee una forma curvada, de esta forma este bastidor se fija sobre un eje que realiza giros de hasta un ángulo de 180° permitiendo el bordado sobre toda la superficie de este tipo de prendas.

4.- Sistema de alimentación de hilo: Este sistema es el encargado de alimentar con hilo las diferentes agujas de cada una de los cabezales de bordado, además de permitir el bobinado de las canillas necesaria para ejecutar el bordado.

Este sistema está compuesto por varios elementos:

- Los rollos de diversos colores se instalan en una serie pasadores situados en la parte trasera de cada uno de los cabezales, permitiendo el giro de los mismos a medida que las agujas van necesitando más hilo.

- Pasahilos entubados que conducen el hilo desde los diferentes rollos a las entradas correspondientes a cada una de las agujas situadas en el cabezal,

Programa de mantenimiento preventivo

permitiendo así un fácil enhebrado y previniendo la aparición de enredos y atascos.

- Bobinador automático de canillas, una vez completado el bobinado se deberá situar la canilla en los diversos cabezales de bobinado bajo cada uno de los soportes porta prendas permitiendo así el enlazado de las puntadas realizadas por las diferentes agujas del cabezal.

5.- Panel de mando: Se encuentra situado en el lateral de la máquina, fijado sobre el chasis. A través de este panel se introducen los diseños a bordar en la memoria de la máquina, además se pueden realizar las operaciones de control sobre la bordadora por parte del operario a través de un teclado, visualizándose las diferentes opciones y parámetros mediante una pantalla situada en el frontal del panel.

Existen pequeñas diferencias entre el cuadro de mandos de la bordadora de un solo cabezal y de la bordadora de cabezales múltiples. En la primera los pulsadores de emergencia, puesta en marcha y paro se encuentran situados sobre el panel de mando, que se encuentra anexo a la zona de trabajo.

En la bordadora de cabezales múltiples el panel de mandos se encuentra situado en el lateral de la máquina mientras que los pulsadores de emergencia, puesta en marcha y paro se encuentran distribuidos a lo largo de la máquina, situándose a lado de cada una de las zonas de trabajo correspondientes a cada cabezal de bordado de manera que quedan accesibles desde las posibles situaciones del operador.

d) Puesta en servicio

Antes de proceder a trabajar con la máquina, en todas las unidades antes de su primera puesta en funcionamiento, se deberán realizar varias operaciones:

Programa de mantenimiento preventivo

Las presentes pruebas se realizarán únicamente por personal de EMBROIDERY CAM CORP (técnico especializado).

Se aconseja desconectar la máquina de la alimentación eléctrica (interruptor general en posición "OFF") antes de proceder a eliminar los resguardos que permitan realizar las manipulaciones de prueba y primera instalación

Finalmente se comprobará que el equipo funciona correctamente y se procederá a una breve formación teórico-práctica de los operadores encargados de la utilización de la máquina.

(Esta formación se realizará en los locales del cliente cuando los técnicos de EMBROIDERY CAM CORP. Se desplacen para efectuar la instalación final, o bien en los locales del fabricante si el cliente se encarga de la recogida de la máquina).

e) Conexión a la red eléctrica

En el caso del modelo CFSE-DM de un único cabezal la conexión de la máquina se realizará por medio de la clavija o enchufe que esta incorpora, conectándolo a una toma de corriente tipo shuko de 230 V. Con esta conexión el fabricante facilita el cambio de emplazamiento de la máquina (debiendo proceder tal como se refleja en el apartado de manipulación) en los locales del cliente, no siendo asimismo necesario para su utilización realizar ninguna modificación en la instalación eléctrica del local, siendo suficiente una base shuko de 16 A libre.

En el caso del modelo CFSE-CT de múltiples cabezales la instalación eléctrica destinada a la alimentación de la máquina (línea que alimenta al cuadro general-panel de mandos) no es realizada por el personal técnico de EMBROIDERY CAM CORP. Dicha conexión eléctrica debe ser efectuada por un técnico cualificado. El circuito de alimentación de la máquina se deberá conectar a una línea eléctrica de 400 V, tres fases más neutro, de 60 Hz, protegida mediante interruptor diferencial

Programa de mantenimiento preventivo

y magnetotérmico (o fusible) y dotada de toma de tierra. Se deberá tener en cuenta las condiciones del cable de conexión de la máquina, evitando que se someta a esfuerzos o aplastamiento que deterioren las condiciones iniciales del cable.

Todos los conductores o partes en tensión están aislados eléctricamente respecto a masa; habiéndose añadido una seguridad más, constituida por la conexión de las partes conductoras de corriente accesibles, a un conductor de tierra, con el fin de que dichos dispositivos no sean peligrosos si el aislamiento principal se avería. Para que esta medida sea efectiva, el conductor antes denominado "conductor de tierra" se debe conectar al conductor de protección de la instalación. Asimismo, en el circuito de alimentación de la máquina se instala un dispositivo de protección (interruptor diferencial) para la desconexión automática de la instalación en caso de un fallo de aislamiento. Dicho dispositivo se instalará en el cuadro que incorpora la máquina o bien en uno situado "aguas arriba" en la instalación de la industria.

Sección mínima aconsejable de los conductores a utilizar:

Especificación H07V: 4x2, 5 mm² + T.T. 1x2, 5 mm²

Especificación R.V. 0,6/1 kV: 4x2, 5 mm² + T.T. 1x2, 5 mm²

Especificación V.V. 0,6/1 kV: 4x2, 5 mm² + T.T. 1x2, 5 mm²

Estas secciones cumplen de forma holgada con el "criterio de calentamiento" para una temperatura ambiente de 40 °C, conductores instalados bajo tubo. Además de esta condición, recordar que la caída de tensión entre el origen de la instalación y la alimentación sea inferior al 5%.

Con el fin de que la protección mediante interruptor diferencial sea efectiva, el local debe disponer de una instalación de toma de tierra (a la cual debe estar conectada el conductor de tierra) que garantice un valor máximo admisible para la resistencia de puesta a tierra de 80 Ω (considerando que la sensibilidad del

Programa de mantenimiento preventivo

interruptor diferencial que instalemos sea de 300 mA); esto nos garantizará que dicha protección asegure la desconexión automática de la instalación en caso de un fallo de aislamiento.

4.5.2. Instrucciones de utilización y seguridad

Debido a su modo de funcionamiento y diseño, las máquinas "CFSE-DM" y "CFSE-CT" son unas de las más fiables y seguras de las que se pueden encontrar en el mercado. Asimismo, su robustez las hace aptas para trabajos duros, con un mínimo mantenimiento y un largo período de vida.

Observe las instrucciones que a continuación se detallan, con el fin de obtener el máximo partido y rendimiento de la máquina.

a) Carga de rollos de hilo

La primera operación a realizar por el operario antes de iniciar un ciclo de bordado es proceder a la carga de los rollos de hilo de los diferentes colores requeridos para los diseños en los pasadores situados en la parte trasera de cada cabezal de bordado. .

b) Bobinado y colocación de canillas

Una vez cargados los rollos de hilo en los diferentes cabezales se deberá proceder al bobinado de las canillas correspondientes a cada cabezal, para lo que la máquina dispone de un bobinador incorporado contiguo a la zona de carga de los rollos en cada cabezal. De esta manera se procederá a colocar cada canilla en el bobinador, se fijará el extremo de uno de los rollos de hilo y gracias al giro del bobinador se realizará el bobinado automáticamente. Una vez completado se deberá instalar la canilla bajo su correspondiente cabezal de bordado para permitir el enlazado de las puntadas realizadas por las diferentes agujas del cabezal.

c) Enhebrado de agujas

La siguiente operación a realizar por el operador tras la carga de los rollos de hilo en cada cabezal será llevar el hilo de cada color a la correspondiente aguja situada en cada uno de los cabezales. Para ello se deberá pasar el hilo por el pasahilos entubado e introducirlo en el cabezal procediendo al enhebrado de la aguja correspondiente.

Para realizar esta operación, es indispensable verificar que la máquina está desconectada de la red eléctrica, evitando así poner en peligro al operario en caso de arranque incontrolado de la máquina.

La máquina incorpora un detector de rotura de hilo que provoca la parada de la máquina cuando hay una rotura de hilo superior o inferior.

d) Introducción de las prendas en la máquina

La última operación a realizar por el operador antes de iniciar el control del proceso desde el panel de mandos consiste en situar las prendas sobre las que se desea realizar el proceso de bordado fijadas en la posición correcta bajo los cabezales para llevar a cabo correctamente el bordado sobre la zona deseada de la prenda.

Para ello la máquina de dos bastidores intercambiables, por un lado dispone de un bastidor plano indicado para el bordado de prendas tales como camisetas, pantalones, pañuelos, etc. en las que la zona de bordado se puede asentar correctamente sobre una superficie plana, este bastidor permanece fijo durante el proceso de bordado.

Programa de mantenimiento preventivo

Por otro lado la máquina dispone de un bastidor especial para el bordado de gorros, gorras o similares en los que la zona de la prenda a bordar posee una forma curvada, de esta forma este bastidor se fija sobre un eje que realiza giros de hasta un ángulo de 180° permitiendo el bordado sobre toda la superficie de este tipo de prendas.

De esta manera en primer lugar el operador seleccionará el bastidor acorde con el tipo de prenda y fijará ésta sobre el mismo de tal forma que, después, al fijar este bastidor en la zona de trabajo quede bajo el cabezal correspondiente la parte de la prenda que se desee bordar.

Para realizar esta operación, es indispensable verificar que la máquina está desconectada de la red eléctrica, evitando así poner en peligro al operario en caso de arranque incontrolado de la máquina.

3.4.5. Puesta en marcha y modo de funcionamiento

Una vez se haya procedido tal como se describe en los apartados anteriores, habiéndose realizado la primera puesta en servicio, así como las operaciones previas a la puesta en marcha, se puede iniciar el proceso, procediendo del siguiente modo:

A continuación se indica el funcionamiento del programa de diálogo para el control del proceso de bordado desde el panel de mandos:

a) Operaciones básicas

1. Estado de preparación y estado inicio de bordado.

La máquina la podemos tener en dos posiciones:

a) Posición de preparación, en la cual queda inactivo el botón de puesta en marcha de la máquina, y aparece en el display el icono.

Programa de mantenimiento preventivo

b) Posición de bordado, en la cual está activo el botón de puesta en marcha de la máquina, y aparece en el display el icono.

Para pasar de la posición de preparación a la posición de bordado pulsaremos la tecla. Observaremos que la luz de dicha tecla se enciende. En este momento la máquina puede comenzar a bordar pulsando el botón superior de puesta en marcha “Start”.

Para salir de la posición de bordado y pasar a la posición de preparación pulsaremos la tecla y seguidamente la tecla de confirmación. Observaremos que la luz de la tecla se apaga, y el botón de puesta en marcha “Start” queda inactivo.

2. Avance del bordado sin bordar “Float”.

Podemos avanzar en el bordado sin bordar utilizando el sistema “Float”, como herramienta para llegar a un punto determinado del diseño. Para ello disponemos de dos tipos de avance, el normal y el rápido.

El avance normal o rápido lo activaremos desde la tecla, así como para volver a la posición de bordado.

a) Avance normal: Pulsaremos la tecla, y en el display debe aparecer el icono. A continuación pulsaremos el botón “Start”, y comprobaremos que el pantógrafo comienza a desplazarse. Una vez lleguemos al punto deseado, pulsaremos el botón de parada “Stop”, y para iniciar el bordado en dicho punto pulsaremos la tecla hasta que aparezca en el display el icono que nos indica que la máquina está en posición de bordado. Pulsaremos “Start” para poner la máquina a bordar.

b) Avance rápido: Pulsaremos la tecla, hasta que aparezca en el display el icono, a continuación pulsaremos el botón “Start”, y veremos en el display avanzar el diseño.

Programa de mantenimiento preventivo

Cuando el avance del diseño llegue al punto deseado, pulsaremos el botón “Stop”, y el pantógrafo realizará un movimiento rápido hasta el punto exacto en que hemos parado el avance del diseño en el display. A continuación pulsaremos la tecla hasta que aparezca el icono, que nos indica que la máquina está en posición de bordado. Pulsaremos “Start” para poner la máquina a bordar.

3. Grabar un diseño en la memoria de la máquina:

Para poder grabar un diseño a la máquina, deberemos en primer lugar comprobar que la máquina está en situación de preparación (icono en display), para ello procederemos de la siguiente forma:

- a) Pulsar la tecla y a continuación confirmaremos con la tecla, y en el display debe aparecer el icono.

- b) Introduciremos el diskette en el lector (floppy).

- c) Pulsaremos la tecla que nos dará acceso al menú de introducción de diseños.

- d) Con los cursores, situaremos la mano indicadora en el punto 3 Disk input

- e) A continuación aparecerá en el display el listado de diseños que contiene el diskette, y con los cursores seleccionaremos el diseño a grabar, una vez seleccionado confirmaremos con la tecla de entrada. En el display aparecerá la pista donde se grabará el diseño seleccionado, y volveremos a confirmar con la misma tecla de entrada, y a continuación veremos que aparece en el display el siguiente menú.

- f) El teclado alfanumérico que aparece en pantalla es para designarle un nombre o numeración al diseño que vamos a grabar, para ello confirmaremos con la tecla de entrada y veremos que en el teclado del display aparece sombreada la letra N.

Programa de mantenimiento preventivo

Con los cursores buscaremos la letra deseada y confirmaremos con la tecla, así sucesivamente hasta configurar el nombre que deseemos.

Una vez tengamos el nombre escrito confirmaremos con la tecla de entrada, y aparecerá un cursor que nos indicará el proceso de grabación del diseño.

Cuando el proceso de grabación llega al 100 %, aparece el siguiente menú que nos pregunta si queremos bordar tal cual se ha grabado:

Si al diseño le tenemos que cambiar la escala, posición o realizar el cambio de color, tal y como aparece el menú anterior con la palabra No sombreada, confirmaremos con la tecla de entrada, y aparecerá el siguiente menú donde podremos cambiar la escala, la posición o el cambio de color.

g) En dicho menú encontraremos los siguientes puntos:

1. Scales X: 100% Y: 100%. Este apartado se utiliza para ampliar o reducir el tamaño del diseño. La ampliación / reducción varía entre -50% hasta 200%.

2. Direction: P. Este apartado se utiliza para girar el dibujo. Hay 8 posiciones establecidas con 90° de giro predefinidos a cada posición. 4 de las posiciones son naturales, y giran en sentido de las agujas del reloj (90°, 180°, 270° y 0°), y las otras 4 posiciones que giran en el mismo sentido y graduación pero con el diseño en posición de espejo.

Posiciones naturales Posiciones de espejo

3. Rot. Angle: 0. Este apartado se utiliza para girar el dibujo en una posición entre 1° y 89°.

4. Rep. Prior.: X. Este apartado se utiliza para introducir el número de repeticiones que deseemos que realice la máquina.

5. Rep. Times: X:1 Y:1 . En este apartado introduciremos el número de repeticiones que deseemos que realice tanto en horizontal (X) como en vertical (Y).

Programa de mantenimiento preventivo

6. R. Interval: X:+0.0 Y:+0.0. En este apartado introduciremos en mm la distancia que deseemos que exista entre bordados, tanto en horizontal como en vertical.

7. Offset Org.: No. Esta función sirve para programarle un punto diferente al punto de inicio del bordado de forma que por ejemplo nos extraiga el pantógrafo lo más hacia el exterior posible para facilitarnos el cambio de bastidor, o colocación de aplique etc. cuando pulsamos la tecla “Start”, el pantógrafo se mueve hasta el punto de inicio del bordado para iniciar el mismo.

8. Cyclic Emb: No. Esta función sirve para realizar o no bordado cíclico, es decir, para que repita el bordado una vez finalizado el mismo.

9. Work Sequence: (01) 1.1.3.9. Esta es la función de programación de cambio de color.

Para programar el cambio de color, una vez situada la mano indicadora sobre el nº 9, pulsaremos la tecla de entrada y podremos apreciar que debajo del primer número después del paréntesis, parpadea un guión. Esto nos indica que podemos modificar el número, introduciendo el número de aguja que queremos que trabaje. Para ello pulsaremos el número de aguja deseado en el teclado numérico y confirmaremos con la tecla de entrada. Seguidamente introduciremos el número del segundo color y confirmaremos con la tecla de entrada, y así sucesivamente hasta completar el cambio de color.

Una vez realizado el cambio de color, al confirmar nos aparece el siguiente texto que nos pregunta si aplicamos los cambios realizados o no. (Es posible que aparezca en chino).

Por defecto, aparece la palabra NO. Si confirmamos el NO, los cambios introducidos no los registraría la máquina y por tanto realizaría el cambio de color tal y conforme esté programado en el diseño. Para cambiar a YES, pulsaríamos los cursores arriba o abajo y una vez cambiado confirmaríamos con la tecla de entrada.

Programa de mantenimiento preventivo

Una vez confirmado el cambio de color, la máquina se queda en posición de bordado. Lo podemos comprobar, viendo que aparece en el display el icono, y además la luz de la tecla estará encendida. Por tanto si pulsamos la tecla “Start”, la máquina se pondrá a bordar.

3.4.6.Elementos e instrucciones de seguridad

En relación a las instrucciones de seguridad, recordar que la máquina está diseñada para un funcionamiento totalmente seguro debido a las medidas previstas:

a) Seguridad elementos mecánicos

La máquina dispone de resguardos fijos integrados en el propio chasis de la misma que protegen las transmisiones y motores de ésta, evitando así el acceso del operario a elementos móviles de la máquina.

Asimismo junto a las zonas de trabajo en las que se desarrollan los procesos de bordado, a pesar de que no son zonas en las que deba estar el operario durante el proceso, se encuentran instalados pictogramas de los riesgos residuales derivados.

Es muy importante no introducir otro tipo de materiales diferentes de los textiles ya que la máquina podría verse gravemente dañada, no cubriendo la garantía los daños producidos en tales circunstancias.

Antes de eliminar los resguardos fijos, en las operaciones de mantenimiento, se procederá a la parada de la máquina, nunca se deberá eliminar un resguardo con la máquina conectada a la red eléctrica; para volver a conectar la máquina al

Programa de mantenimiento preventivo

suministro eléctrico, deberán estar situados todos los resguardos en su posición original.

Además, ante cualquier incidencia de importancia la máquina puede detenerse inmediatamente pulsando cualquiera de los dos paro de emergencia que tiene la máquina, bien sobre el panel de mandos en el caso del modelo de un solo cabezal o junto a los diferentes cabezales en los modelos de cabezales múltiples.

b) Seguridad elementos eléctricos

No abrir nunca el cuadro incorporado en la máquina sin antes haber desconectando la máquina de la fuente de alimentación.

Mando de Parada de Emergencia de Prioridad Absoluta, de modo que tras su accionamiento la máquina se detiene inmediatamente.

Es obligación del operario encargado del manejo de la máquina, cerciorarse de que ningún otro operario se encuentra expuesto a peligros derivados de la puesta en marcha, asegurándose de la ausencia de personal en el interior del trómel o en cualquier punto de este.

c) Otras precauciones a adoptar por parte del operario

Siendo los materiales utilizados en el proceso inflamables (prendas textiles), se aconseja al personal encargado de la utilización de la máquina observar unas medidas de seguridad encaminadas a evitar dichos riesgos como: no encender aparatos que provoquen llama, no almacenar en la zona de trabajo productos inflamables o recipientes que hayan contenido cualquier material que ha estado en contacto con dichos productos (trapos, paneles, etc.), no fumar, no encender fuego o llamas no controladas, etc.

Programa de mantenimiento preventivo

En cuanto a la indumentaria del operario se recomienda no utilizar ropa ancha para evitar posibles enganches con el consiguiente riesgo para el operario.

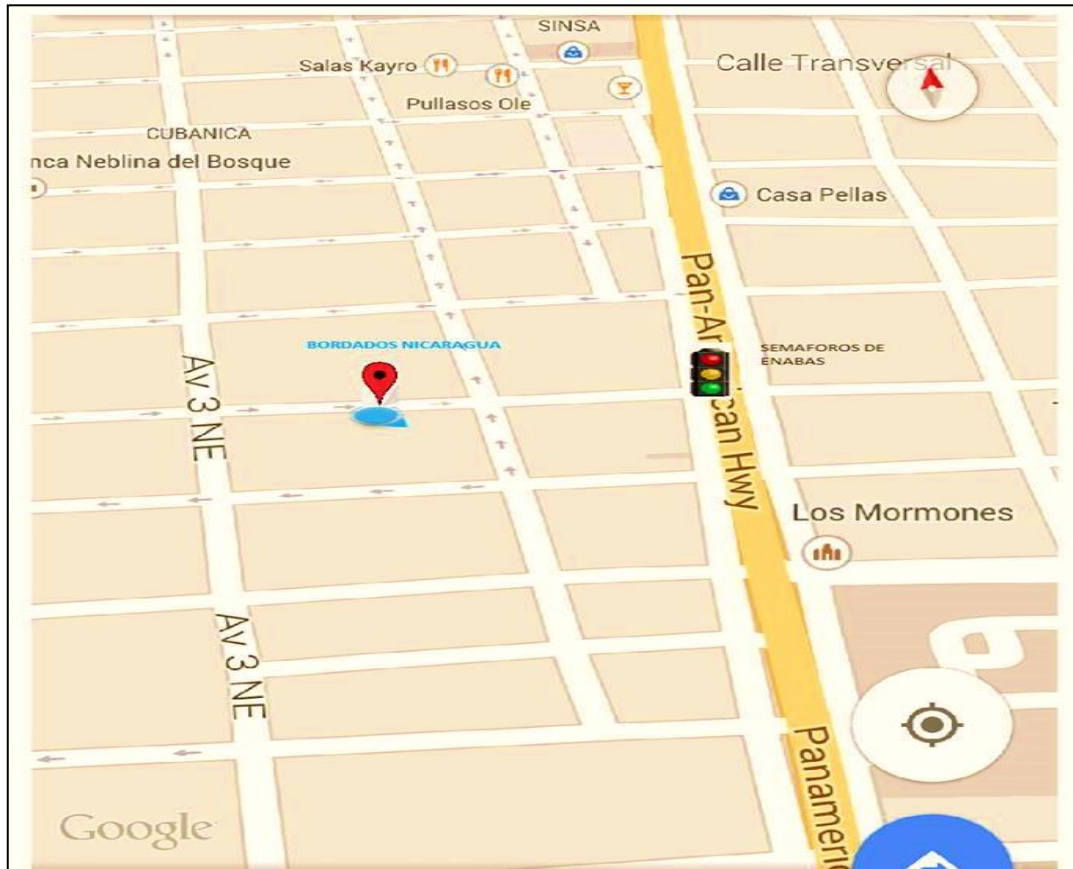
3.4.7. Ruido aéreo emitido por la máquina

El nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A en los puestos de trabajo no supera los 70 dBA. A pesar de ello se aconseja que el operador utilice las protecciones adecuadas, para evitar molestias, así como posibles lesiones auditivas debido a la exposición prolongada al ruido.

4. Metodología de la investigación

4.1. Localización ²

Este trabajo fue desarrollado en la empresa Bordados Nicaragua está ubicada en la ciudad de Estelí, de los semáforos de ENABAS 120 metros al oeste, a 150 km de Managua, la ciudad capital.



Localización de Bordados Nicaragua

² Mapa fuente: (google)

4.2. Tipo de investigación

Esta empresa es una MIPYME surgida recientemente en el mercado del bordado computarizado. Por las características que presenta esta investigación podríamos decir que es de tipo:

- Cualitativa, ya que nos permitió describir las cualidades del fenómeno en estudio, es decir, analizar la máquina a profundidad para obtener un mejor entendimiento de la misma y en especial de las actividades de mantenimiento que se realizan lo que nos permitirá detallar, registrar y evaluar los diferentes fallos que presenta la máquina bordadora y los diferentes factores que intervienen en el proceso de mantenimiento.
- Cuantitativa porque a través de la recolección de datos numéricos, se pudo determinar los valores de parámetros que están directamente relacionados con el mantenimiento preventivo, mismos que serán de gran utilidad para resolver los problemas propios de dicho mantenimiento, utilizando en la práctica las nociones de ingeniería industrial en beneficio de la empresa.

4.3. Participantes

Contamos con la participación de varias personas que de manera concreta aportaron en la realización de esta investigación. Los participantes que colaboraron en la recopilación de información y elaboración del documento final, gerente propietaria de Bordados Nicaragua, el operario y el docente tutor de tesis.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de la información que utilizamos en la realización de esta investigación son:

- La observación directa: esta técnica nos permitió entre otras cosas presenciar de manera vivencial las labores de mantenimiento realizadas a la maquinaria, todo el protocolo que desarrolla la empresa para la realización de estas actividades y los diferentes factores que intervienen en el proceso de mantenimiento realizado.
- La entrevista no estructurada: esta técnica está caracterizada por la obtención de información mediante una conversación entre el entrevistador y el entrevistado, siendo así que nos permitió hacer preguntas necesarias sin una estructura definida, al personal involucrado en los procesos y a aquellos que son los destinatarios del servicio prestado. Estas preguntas fueron del tipo de preguntas y respuestas abiertas, a través de las cuales se puede obtener valiosa información acerca de los métodos actuales; lo que facilita el desarrollo de la investigación.
- Entrevistas estructuradas: se organizó un listado de preguntas que se realizaron con el personal directamente involucrado con el manejo y mantenimiento de la maquinaria.
- Las consultas y/o asesoría académica: en este caso, Se efectuaron consultas al tutor académico y otros docentes, con el fin de establecer los parámetros de estudios a realizar, obtener orientación de los pasos a seguir para abordar el problema y aclarar dudas referentes al trabajo.

4.5. Desarrollo de la investigación

El proceso investigativo se realizó en gran parte en las instalaciones de la empresa Bordados Nicaragua, para poder apreciar y participar en la medida de lo posible, del proceso productivo y de las actividades de mantenimiento que se realicen en la empresa. De igual manera contamos con las diferentes sesiones de clase y la recopilación de información de diferentes fuentes.

Actividades generales requeridas para realizar la investigación

N°	Actividad	Descripción	Observación
1	Investigación	Se recopiló información acerca del origen y categoría de la empresa, su ubicación, contexto en el que se concibe la conformación de esta, sus instalaciones y demás.	
2	Estudio	Estudiamos las partes y funcionamiento de la máquina bordadora automática computarizada. Procedimos a consultar el manual del fabricante y las recomendaciones que este brinda para el buen funcionamiento y mantenimiento de la máquina, observar el funcionamiento de la bordadora y presenciar las sesiones de mantenimiento que se realizaron a la maquinaria durante el tiempo en que se realizó esta investigación.	

Programa de mantenimiento preventivo

3	Recolección	<p>Se compiló la documentación necesaria. Se realizaron encuestas y entrevistas al personal y a los clientes. Se consultó bibliografía relacionada con este con el mantenimiento. En las diferentes sesiones de clase se dio forma al presente documento. Se elaboró el resumen final del trabajo que incluía el programa de mantenimiento preventivo para la empresa Bordados Nicaragua</p>	
4	Elaboración	<p>En base a los datos e información obtenida mediante la investigación y observación, procedimos a la elaboración del programa de mantenimiento, mismo que será proporcionado a la empresa con las respectivas recomendaciones y sugerencias.</p>	

4.6. Muestra y población

Consideramos de gran importancia conocer la apreciación de los clientes sobre el servicio brindado por la empresa Bordados Nicaragua, para ello decidimos dirigir una encuesta hacia este sector, para determinar su conformidad o inconformidad con la calidad del servicio, reflejado en el producto final, ya que esta se ve directamente afectada cuando la maquinaria entra en paro por averías o cuando la producción se ve interrumpida debido a la misma causa.

La empresa tiene un promedio de 35 clientes al mes. Consideramos entonces este número como nuestra población y muestra a la vez ya que es un número relativamente pequeño. A ellos dirigimos una encuesta sobre calidad del servicio.³

³ Ver lista de clientes en Anexos

5. Resultados

5.1. Observaciones generales

Durante las visitas realizadas a la empresa se observaron las actividades de mantenimiento que se hacían en la máquina bordadora. A la vez se realizaron entrevistas no estructuradas al técnico de mantenimiento para poder identificar la situación actual en lo que respecta al mantenimiento de la maquinaria. Siendo así que se logró tener una idea aún más clara de cuáles son las actividades de mantenimiento que se realizan y la manera en la que estas son ejecutadas.

En la actualidad el mantenimiento que se realiza a la máquina es de tipo correctivo, es decir cuando se reporta que alguna pieza de la máquina ha presentado alguna avería o daño y se ha tenido que detener la producción. Cuando se presenta el técnico de mantenimiento, hace las correcciones o reparaciones debidas y realiza a la vez un chequeo general como parte del mantenimiento preventivo.

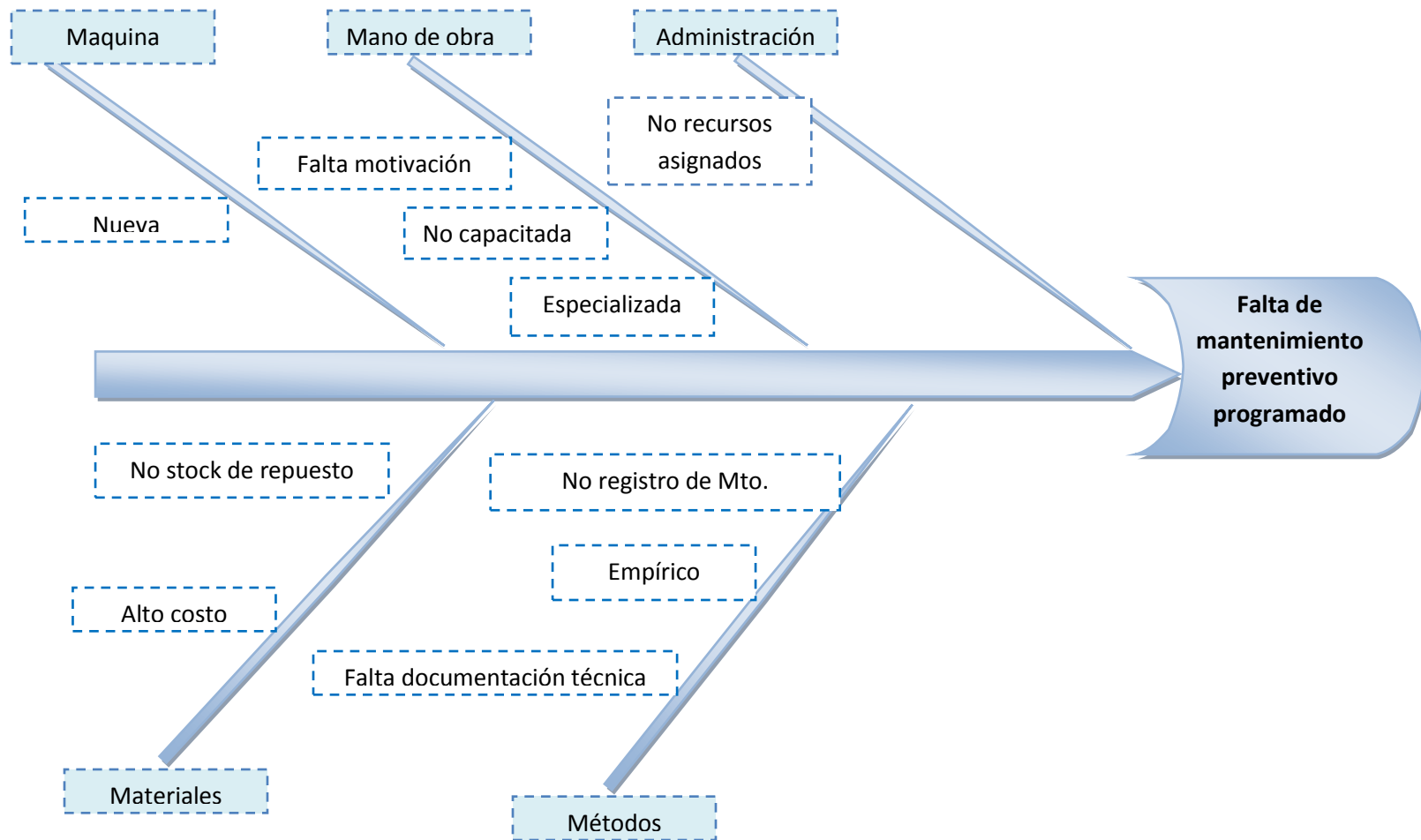
Al iniciar el día laboral no se realiza limpieza detallada de la máquina y durante la producción se acumulan residuos producto de la actividad de bordado como restos de hilo y de entretela.

Es importante tener presente que el mantenimiento se realiza por mano de obra externa. La empresa no cuenta con mano de obra especializada para realizar este trabajo. El técnico que realizo el mantenimiento no siguió un protocolo o línea de actividades a ejecutar para realizar el mantenimiento preventivo o el chequeo general.⁴

La empresa no cuenta con un software para el control del mantenimiento, de contar con uno, sería de gran ayuda para regular u organizar las actividades propias del mantenimiento y sus instalaciones son relativamente pequeñas pero con proyección de ampliación a corto plazo.

⁴ Ver Anexo 9.2

5.1.2. Causas de la falta de mantenimiento preventivo (Diagrama de Ishikawa).



Programa de mantenimiento preventivo

Se consideró importante resaltar que en la empresa no se lleva ningún registro de mantenimiento previamente realizados a la máquina, fecha, tipo de mantenimiento, componente que se le dio mantenimiento, repuestos, costo de mano de obra, costo de materiales, técnico u operario que realizó el mantenimiento. Este aspecto, de llevarse, sería de muchísima utilidad para sentar una base en el proceso de mantenimiento preventivo.

También, el no contar con un stock básico de repuestos o refacciones, dificulta el proceso de mantenimiento puesto que al tener que cambiar alguna componente y no contar con ella, se tiene que incurrir y mayor tiempo detenida la máquina e inversión monetaria puesto que se debe buscar la pieza en otra ciudad.

En la siguiente tabla se presentan las piezas que presentan mayor índice de fallas y que se deberían de considerar en un stock de repuestos y refacciones:

Programa de mantenimiento preventivo

Repuestos a tener en un stock mínimo

Pieza	Función	Prioridad 1-10	Costo \$
Catcher	Permite que bajen las barras donde van las agujas de bordado	10	50 + IVA
Bolineras	Son las responsables de los movimientos de los cabezales en los ejes X Y para realizar el bordado.	10	100 + IVA
Barras	Es donde se posicionan las agujas	10	25 +IVA
Agujas	Responsables directas del bordado. En ellas se enhebra el hilo.	10	0.50

Por las entrevistas realizadas se percibió las posibles causas de las averías presentadas por la maquinaria. Estas son provocadas grandemente por factores internos. En la siguiente tabla presentamos lo observado en este sentido.

Programa de mantenimiento preventivo

Factores de falla de la máquina bordadora

Factor	Pieza	Causante/fallos	Indicadores	Fallos
Interno	Catcher	Error de operación.	No se calibro correctamente el espacio de bordado respecto al aro.	No permite que las barras donde están las agujas bajen hasta la pieza a bordar.
	Balineros	Falta de mantenimiento preventivo	No se lubrico de forma correcto o con la debida periodicidad y se sobre calentó.	No permite que las barras se desplacen.
	Barras	Error de operación.	No se calibro correctamente el espacio de bordado respecto al aro.	La barra pega en alguna superficie dura y se dobla por ende no permite que las agujas calcen
	Agujas	Error de operación	No se calibro correctamente el espacio de bordado respecto al aro.	Se quiebra la aguja y no permite realizar el bordado.

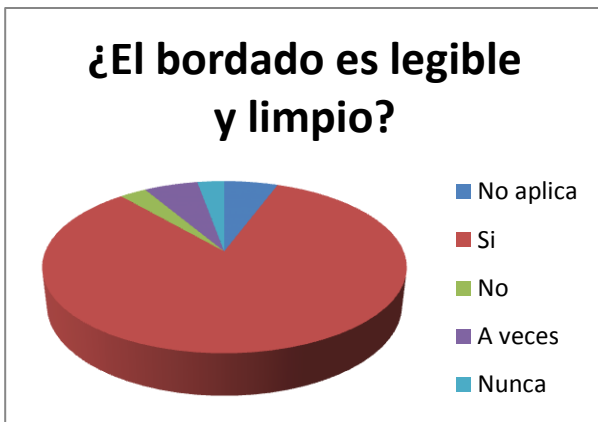
Programa de mantenimiento preventivo

En la encuesta realizada a los clientes respecto a la calidad del servicio se obtuvieron los siguientes resultados:



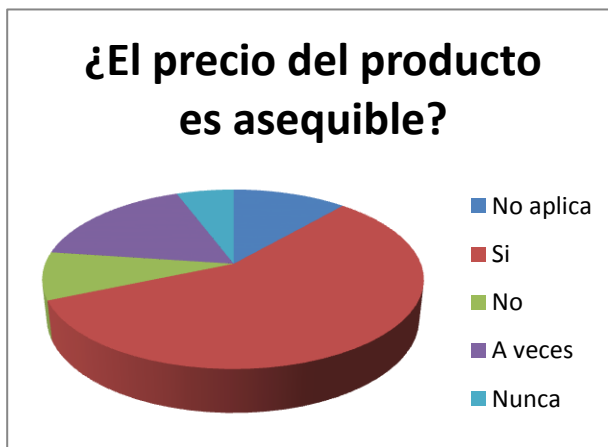
En esta primera pregunta de la encuesta obtuvimos que el 57.14% de los clientes consultados opino que el producto es entregado en el tiempo acordado, versus un 11.42% que opino que no y un 20% que a veces. El 8.57% y el 2.85% restante, corresponde a los que no aplicaron y quienes opinaron que nunca es entregado a tiempo el producto respectivamente.

quienes opinaron que nunca es entregado a tiempo el producto respectivamente.



Claramente se puede apreciar que la mayoría de los consultados opinaron que el bordado SI es legible y limpio, esto corresponde a un 83%. Un 6% no respondió a esta pregunta y otro 6% que a veces. El 6% restante corresponde a los que respondieron que no y nunca, con un 3% respectivamente.

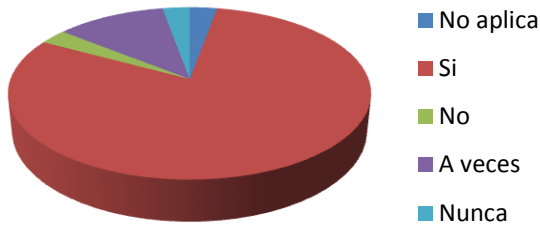
respectivamente.



57% de los encuestados respondieron que el precio si es asequible contra un 17% que afirmó que a veces lo es. Un 11% no respondió, 9% dijo que no era un precio asequible y el restante 6% dijo que nunca era asequible.

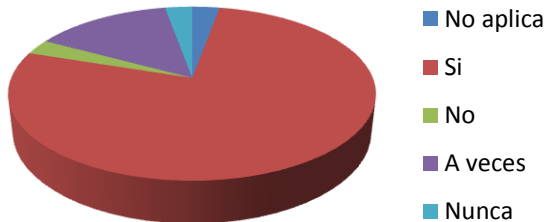
Programa de mantenimiento preventivo

¿El tipo de bordado es resistente?



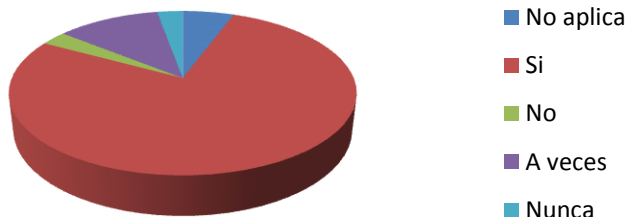
Del total de encuestados obtuvimos que el 80% de ellos opinan que la calidad del bordado es resistente, mientras que el 11% opina que a veces y el 9% restante corresponde a quienes opinaron que no lo es, nunca lo es y quienes no aplicaron, con un 3% respectivamente.

¿El producto satisfase las necesidades iniciales?



Un 77% de los encuestados se sienten satisfechos con el producto final y un 14% dice que a veces se sienten satisfechos con el producto. 3% no aplico, 3% dijo no sentirse satisfecho y el restante 3% dijo que nunca sentirse satisfecho con el resultado final.

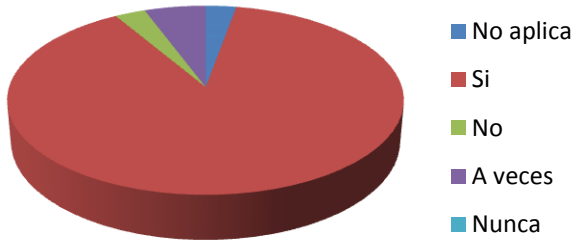
¿La materia prima e insumos utilizados en el producto son los acordados?



Los encuestados opinaron en su mayoría, con un 77% que se cumplió con el uso de materia prima e insumos acordados. El 11% dijo que a veces y el 6% no aplico y las respuestas "No" y "Nunca" obtuvieron un 3% respectivamente.

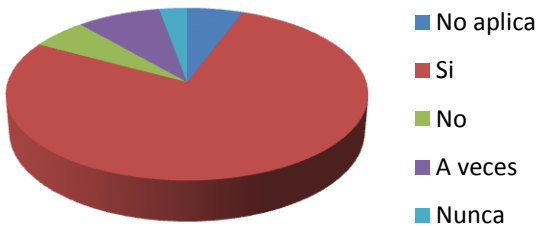
Programa de mantenimiento preventivo

¿La atención al cliente es la adecuada?



En esta se ve reflejada la conformidad de los clientes con la atención recibida, el 89% respondieron "Si". Mientras que un 6% dijo que a veces la atención es adecuada, 3% "No aplica" y 3% dice que la atención no es la adecuada.

¿Recomendaría a alguien más este servicio?



En esta última pregunta se ve reflejado que el 86% de los clientes recomendarían el servicio de esta empresa a alguien más. Un 9% respondió "A veces" que para esta pregunta equivaldría a "Quizás". 6% dijo que "No" y otro 6% "No aplico" y un 3% "Nunca".

5.2. Indicadores de Mantenimiento

Las herramientas de control generalmente llamadas “indicadores” informan sobre tres sucesos importantes para detectar el desarrollo de nuestros planes:

1. Lo que se supone que debe acontecer
2. Lo que está aconteciendo
3. El grado de desviación tolerable que puede existir entre los puntos 1 y 2

Entre los indicadores de control se encuentran:

Indicadores de Carga de trabajo, Planeación, Productividad, Costos.

Informan todo lo relativo al trabajo de conservación programada que tiene el departamento y que está representado por las rutinas y las órdenes de trabajo elaboradas por el centro de planeación y control.

Los **indicadores de carga** de trabajos los obtuvimos por medio de las entrevistas con la gerente de la empresa donde se nos habló de cómo estaba la situación en trabajos en espera, proceso, rezagados, interrumpidos, terminados y trabajos requisitos.

Los **indicadores de planeación** que nos permiten detectar la eficiencia de la planeación basándose en el cumplimiento de la planeación que se obtuvo un 85% de la relación de trabajos terminados entre los trabajos programados y el resultado por 100 para obtener el porcentaje. En la eficiencia de la planeación obteniéndose un resultado de 80% después de la realización de la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia en la planeación (\%)} = \frac{\text{Horas Hombre reales}}{\text{Horas hombre proyectadas}} \times 100$$

Los **indicadores de productividad** donde se nos dio a conocer la situación real del aprovechamiento de los recursos con la eficiencia del trabajo resultado de la diferencia de las horas hombre trabajadas y las horas hombre ejercidas en los retrabajos eso dividido entre las mismas horas hombres trabajadas por 100 para obtener un resultado de 90% en cambio al nivel de disponibilidad de los equipos

Programa de mantenimiento preventivo

que es el 85% disminuyendo el nivel de conservación de la máquina o equipo en un 80%.

Y sin olvidar los **indicadores de costos** que nos informan sobre la relación entre los costos de conservación y los diferentes costos de cualquier otro tipo obteniendo como resultado el costo del mantenimiento preventivo para la empresa que se encuentra debajo del 10% del costo real de la máquina analizando el nivel de calidad de instalaciones, la reposición de equipos y el impacto de conservar los equipos mediante del mantenimiento preventivo

6. Conclusiones

Según lo observado en las diferentes visitas realizadas a la empresa y la información recopilada mediante los diferentes métodos utilizados para ello, concluimos que:

Los operarios no están capacitados para realizar un chequeo más profundo a la máquina y lo realizan empíricamente.

No se realiza un chequeo diario a la máquina previo a su puesta en marcha.

El mantenimiento realizado a la máquina bordadora es de tipo correctivo. Cuando el técnico está realizando este mantenimiento, también realiza un chequeo general lo que podríamos considerar el inicio para dar pie a la realización de mantenimiento correctivo.

El técnico de mantenimiento es mano de obra externa.

No se cuenta con un stock de piezas y refacciones de alta prioridad que permita disminuir el tiempo de reparación en el eventual caso de cambio o reparación.

No se cuenta con un registro de mantenimiento que permita contar con los datos y referencias de las actividades de mantenimiento que se han realizado a la máquina.

Respecto a las causales de falla en la máquina bordadora podemos concluir que la mayoría de las averías son provocadas por factores internos como errores en la operación en el caso de las barras, agujas y Catcher o la falta de mantenimiento en las balineras y otras piezas.

Podemos decir que la falta de un programa de mantenimiento preventivo se debe a: la mano de obra para el mantenimiento es externa, cuando se realiza el mantenimiento correctivo se hace de manera empírica y la falta de motivación de los operarios. En lo que compete a los materiales la falta de un stock de piezas y refacciones y el costo de estos y en los métodos la empresa no cuenta con un

Programa de mantenimiento preventivo

manual de mantenimiento ni registro de las intervenciones de mantenimiento realizadas a la máquina.

Crear un programa de mantenimiento preventivo en la empresa Bordados Nicaragua (BORDANIC) permitirá garantizar un mejor funcionamiento de la maquinaria, la optimización de los recursos y la disminución de los costes de mantenimiento.

7. Recomendaciones

Según lo concluido con este trabajo, recomendamos:

Implementar un programa de mantenimiento preventivo que le permita disminuir los costos de mantenimiento correctivo, mejorar la calidad del servicio o producto y alargar la vida útil de la maquinaria.

Que el personal encargado de operar la máquina se vea comprometido en el mantenimiento de la misma y se capacite a los operarios en la realización e importancia del mantenimiento preventivo.

Realizar un chequeo diario a la máquina antes de su puesta en marcha.

Que se lleve un registro ordenado de las intervenciones de mantenimiento realizadas a la máquina bordadora.

Llevar un control más precisos de la producción, su volumen y tiempo de operación de la máquina.

Contar con un stock básico de piezas y refacciones para minimizar el tiempo de reparación de la máquina en caso que presentara alguna avería o daño.

Contar con herramientas básicas para realizar un mantenimiento preventivo adecuado, de manera tal que pueda ser ejecutado por los operarios.

Implementar mayores medidas de limpieza y orden en el área de trabajo.

8. Bibliografía

- (2003). Aspectos Teóricos. En W. R. GRIJALVA, *DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA PLANTA DE CAFÉ SOLUBLE*. Guatemala.
- CORP., E. C. (s.f.). USOS PRINCIPALES DE LA HERRAMIENTA. En E. C. CORP., *MANUAL DE INSTRUCCIONES*. NUEVA YORK.
- DIXON, D. R. (2009). *SISTEMAS DE MANTENIMIENTO, PLANIACION Y CONTROL*. MEXICO LIMUSA WILEY: LIMUSA WILEY.
- Embroidery Cam Corp. (s.f.). Descripción y Características Técnicas. En e. C. Corp., *Manual de Instrucciones. Bordadora Automatica Computarizada* (pág. 5). 54 Lake Street. White Plains NY 10.603 (New York-USA).
- EMBROIDERY CAM CORP. (s.f.). MANUAL DE INSTRUCCIONES. 54 Lake Street.
- google. (s.f.). *acerca de: google*. Obtenido de sitio web de google: www.google.com/maps
- MONTES, J. M. (2011). ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DEL MANTENIMIENTO EN TEXTILES. En J. M. MONTES, *DISEÑO DE UN MODELO PARA UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO*. Soacha.
- Rojas, L. A. (2014). CAPITULO 2. En L. A. Rojas, *PROYECTO Plan de mantenimiento preventivo para montacargas electrico*. Cartago.
- Verzini, I. R. (s.f.). *Acerca del TPM: Japan Institute of Plant Maintenance - JIPM*. Obtenido de Sitio web de Japan Institute of Plant Maintenance - JIPM: www.actiongroup.com.ar

Programa de mantenimiento preventivo

9. Anexos

9.1. Cronograma de actividad

Nº	Actividad	Objetivo	Fecha	Recursos	Observaciones
1	Inicio del proceso de elaboración del documento e investigación.	Definir los objetivos y métodos a utilizar durante el proceso investigativo y de elaboración del plan de mantenimiento		<ul style="list-style-type: none">• Aporte de ideas• Referencias bibliográficas.• Orientaciones del docente guía.	Se definió el tema y se entregaron formatos para realizar el trabajo de investigación.
2	Reunión para organizar las tareas de cada integrante del grupo.	Definir las responsabilidades y designar actividades para una mejor organización del trabajo		<ul style="list-style-type: none">• Lluvia de ideas.• Computadora	
3	Primera visita a la empresa	Familiarizarnos con el personal, las instalaciones y el proceso.		<ul style="list-style-type: none">• Observación.• Entrevistas no estructuradas.	
4	Aplicación de entrevista	Recopilar información de parte del personal en contacto directo con la máquina.		<ul style="list-style-type: none">• Formato de entrevista.• Computadora	Todas las preguntas fueron respondidas con amabilidad y apertura.
5	Revisión de los avances del trabajo.	Identificar los errores y aciertos que se tienen hasta el momento en la investigación y redacción del		<ul style="list-style-type: none">• Computadora.• Proyector.• Aportes del docente guía.	

Programa de mantenimiento preventivo

		documento.			
6	Reunión del grupo para trabajar en el documento	Avanzar en la redacción del documento y el plan de mantenimiento.		<ul style="list-style-type: none"> • Computadora. • Cuadernos y lápices. • Libros. • Publicaciones de internet. 	
7	Segunda visita a la empresa y aplicación de encuesta a los clientes.	Obtener la opinión de los clientes respecto a la calidad del producto en relación al trabajo realizado por la máquina		<ul style="list-style-type: none"> • Formato de encuesta. • Lápices. • Computadora. 	
8	Reunión para procesar la información obtenida de las entrevistas y la encuesta.	Procesar y organizar la información obtenida de los instrumentos de recolección para integrarla al trabajo de investigación.		<ul style="list-style-type: none"> • Formatos de entrevistas llenados por los clientes. • Entrevista contestada. • Computadora. • Calculadora. • Recursos humanos. 	
9	Revisión de los avances del trabajo.	Identificar los errores y aciertos que se tienen hasta el momento en la investigación y redacción del documento.		<ul style="list-style-type: none"> • Computadora. • Proyector. • Aportes del docente guía. 	
10	Visita a la	Presenciar el		<ul style="list-style-type: none"> • Observación. 	Llegamos antes

Programa de mantenimiento preventivo

	empresa	chequeo rutinario que realizan a la maquinaria.		<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista no estructurada. • Cuaderno y lápices. • Computadora. 	de la puestas en marcha de la máquina
11	Última revisión del documento.	Identificar los últimos detalles del documento previo a su entrega.		<ul style="list-style-type: none"> • Aportes del docente guía. • Computadora. 	
12	Impresión del documento final	Después de las diferentes revisiones, imprimir el documento terminado		<ul style="list-style-type: none"> • Recursos monetarios. • Impresora • Papel • Memoria USB 	Se entregaran tres copias del documento para la revisión por parte del jurado
13	Entrega del documento final	Entregar las copias del documento final al docente guía.		<ul style="list-style-type: none"> • Copias del documento final 	

9.2. Descripción de las observaciones realizadas en la empresa Bordados Nicaragua (BORDANIC)

Tipo de visitas	N ^o	Observaciones
Programadas	1	<p>Instalaciones:</p> <ul style="list-style-type: none">Las instalaciones son relativamente pequeñas pero con proyección de ampliación a corto plazo. <p>Proceso productivo:</p> <ul style="list-style-type: none">Observamos la forma en la que se lleva a cabo el proceso de producción.Cuando el cliente llega se le atiende y luego es asesorado según lo que él solicita.se llena a continuación la orden de pedidose pasa a producción en donde se están realizando los diferentes pedidos según fueron solicitadosTeniendo el producto terminado es empacado hasta que el cliente llega a retirarlo y es entregado. <p>Podemos decir que es un proceso rápido sin mucha papeleo</p> <p>Observación general del funcionamiento de la máquina:</p> <ul style="list-style-type: none">El diseño en forma digital es guardado a una memoria USB y luego transferido a la máquina para poder programar el bordado.

Programa de mantenimiento preventivo

		<ul style="list-style-type: none"> • La prenda a bordar es sujeta en los diferentes aros o bastidores según el tamaño y la forma • Se programa el bordado desde el panel de control de la máquina. • Se procede al bordado. <p>El bordado como tal consta de pocos pasos, muchos de ellos repetitivos pero que requieren de coordinación, concentración y agilidad.</p>
	2	<p>Limpieza:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al iniciar el día laboral no se realiza limpieza detallada de la máquina. • La tela y el hilo utilizados en el bordado desprenden residuos que se acumulan en la máquina • En el área que rodea a la máquina se van acumulando residuos de tela y otros materiales utilizados durante el bordado.
	3	<p>Partes de la máquina:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observamos nuevamente el funcionamiento de la máquina pero esta vez apreciando de manera más detallada la función de sus partes más importantes.
No programadas	1	<p>Mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La máquina presento averías por una barra que se había doblado y el proceso estaba detenido. Se llamó al técnico a Managua y por motivos ajenos no pudo presentarse

9.3. Encuesta dirigida a los clientes



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

Encuesta para evaluar la calidad del servicio

Estelí, Nicaragua

Para poder evaluar la calidad del servicio brindado por la empresa BORDADOS NICARAGUA, la información que nos pueda brindar es muy valiosa. Gracias.

Calidad del servicio	No aplica	Si	No	A veces	Nunca
El producto es entregado en el tiempo acordado					
El producto es entregado debidamente empacado					
El calidad del bordado es legible y limpio					
El precio del producto es asequible					
El tipo de bordado es resistente					
El producto satisface las necesidades iniciales					
Los insumos utilizados en el producto son los acordados					
La atención al cliente es adecuada.					
Volvería usted a solicitar algún trabajo en esta empresa					

Programa de mantenimiento preventivo

9.2. Formatos de entrevista al personal que opera la máquina.

Primer formato



ENTREVISTA

Dirigida al personal y operarios encargados de manejar la máquina bordadora en la empresa Bordados Nicaragua

Nombre del entrevistado: _____

Fecha de realización de la entrevista: _____

Realizada por: _____

Nº Pregunta

- 1 ¿Qué tipo de mantenimiento hacen a la maquinaria?
 - 2 ¿Cuánto tarda en ser reparada la máquina?
 - 3 ¿Qué factores entran en juego cuando la reparación de la máquina se retrasa?
 - 4 ¿Qué piezas son las que presentan mayor incidencia de falla o desperfecto?
 - 5 ¿Cuentan con un stock mínimo de insumos y refacciones?
 - 6 ¿El técnico de mantenimiento es interno o mano de obra externa?
 - 7 ¿Alguno de los operarios está capacitado para realizar alguna tarea de mantenimiento?
 - 8 ¿Cuánto es el costo de mano de obra de mantenimiento?
 - 9 ¿Qué valor tienen las piezas que fallan con mayor frecuencia?
 - 10 ¿Lleva la empresa alguna especie de registro de las actividades de mantenimiento realizadas anteriormente?
 - 11 ¿Cuáles son las posibles causas de fallo de la máquina?
-

Segundo formato



ENTREVISTA

Dirigida al personal y operarios encargados de manejar la máquina bordadora en la empresa Bordados Nicaragua

Nombre del entrevistado: _____

Fecha de realización de la entrevista: _____

Realizada por: _____

Nº Pregunta

- 1 ¿Cuánto es volumen de producción mensual de la empresa?
 - 2 ¿Cuál es la cantidad promedio de clientes con los que cuenta la empresa?
 - 3 ¿Cuál es el valor de los costos de producción?
 - 4 ¿Cuánto es el tiempo productivo de la máquina?
 - 5 ¿Cuánto es el tiempo muerto de la máquina?
 - 6 ¿Cuál es el número de fallas al mes que presenta la máquina?
 - 7 ¿Cuántos operarios están a cargo del funcionamiento de la máquina?
 - 8 ¿Cuál es el precio de la máquina, su importación e instalación?
 - 9 ¿Hay en ciudad algún técnico capacitado para hacer el mantenimiento?
-

Programa de mantenimiento preventivo

9.3. Lista de clientes de la empresa Bordados Nicaragua

Nº	Periodo	Clientes
1	CUARTO TRIMESTRE DEL AÑO 2014. (Octubre – Diciembre)	Habana Vieja
2		Gabriel Moreno
3		Jamelis Sarantes
4		Disco Bar Papparazzi
5		Grupo servidores Paz y Bien
6		Creaciones Mercy
7		Susana Triminio
8		Xóchitl Rodríguez
9		Keyling Rugama
10		Metal Morales
11		Espectáculos y Entretenimiento
12		Hotel Casa de Campo
13		Habana Vieja
14		Gabriel Moreno
15		Jamelis Sarantes
16		Grupo servidores
17		Creaciones Mercy
18		Susana Triminio
19		Xóchitl Rodríguez
20		Keyling Rugama
21		Metal Morales
22		Espectáculos y Entretenimiento
23		Hotel Casa de Campo
24		UCOSEMUN
25		Tabacalera Oliva
26		María López
27		Arvin Betanco
28		Carlos Sánchez
29		Hotel Puro Estelí
30		Hielo Xpress
31		Casino Flamingo
32		Disco Bar Eclipse
33		Compañía Licorera de Nicaragua
34		Walter Matuz
35		Erick Benavides
36		Eddy Peralta
37		Lester Molina
38		Aje Nicaragua
39		Carmen Rivera
40		Big cola S. A
41		Antonio Torres
42		Flor de Caña
43		Molina Copier Service
44		Instituto San Francisco. Estelí

Programa de mantenimiento preventivo

2. Registro de fallas

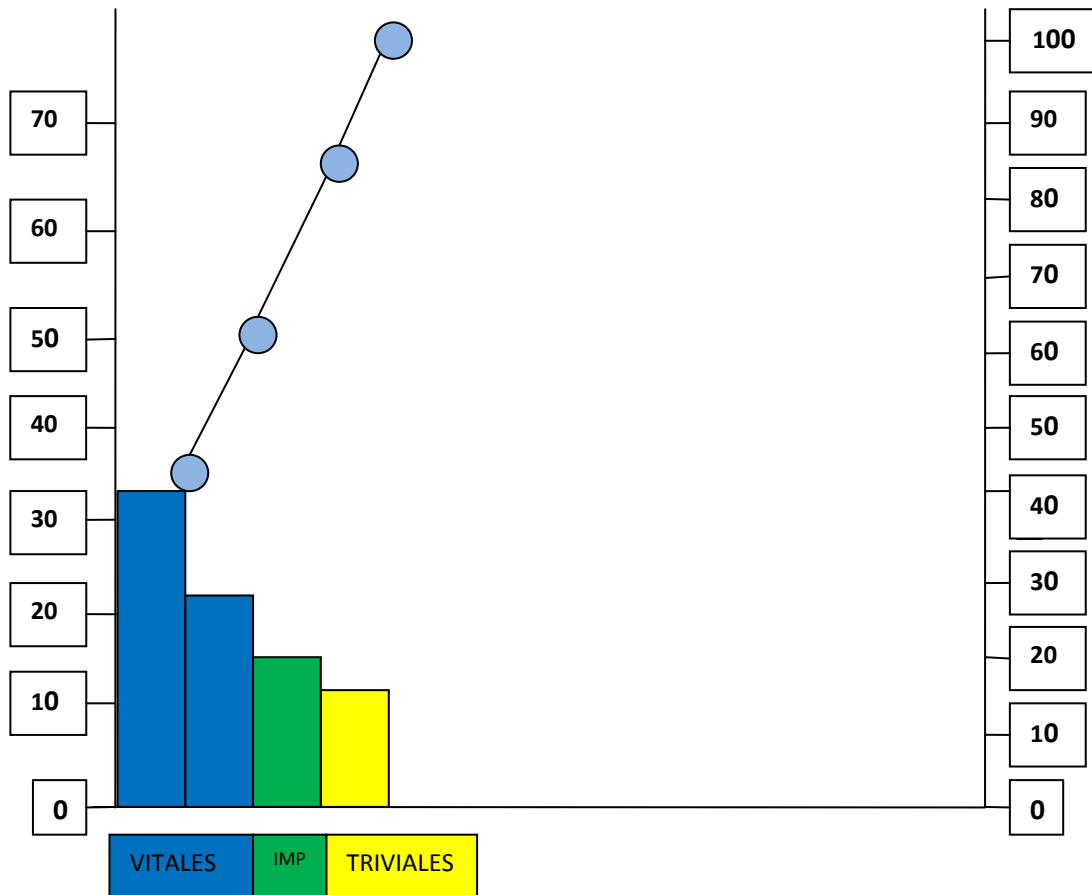
Es importante llevar un registro de fallas para establecer un parámetro de fallas que consideramos tolerables y que tomaremos como parámetro anual, para ellos nos propondremos identificar cuales producen mayor cantidad de fallas (causas vitales), las que producen mediana cantidad (causas importantes) y las que producen menor cantidad (causas triviales). Para ello se recomienda realizar un diagrama de Pareto propuesto a continuación.

LISTA DE COMPROBACION				
Determinar cuáles son las partes que producen el mayor número de fallas (causas vitales); los que producen una cantidad media (causas importantes) y los que producen el menor número (causas triviales).				
CAUSAS DE FALLAS	FALLAS REGISTRADAS	COSTO \$	%	% ACUMULADO
Agujas	36	0.50	40	40
Barras	24	25	27	67
Balineras	18	100	20	87
Catcher	12	50	13	100
Totales	90		100	100

Programa de mantenimiento preventivo

2.1. Diagrama para la identificación de causas vitales e importante

Elaboró: _____ Fecha: _____



Este diagrama de Pareto refleja las fallas que podemos considerar vitales, importante y triviales.

Se considera las 2 primeras causas como vitales puesto que generan el 80% de las fallas que son las causantes las agujas y las barras observadas en la investigación, por lo tanto debe darse prioridad a estas en su resolución. De igual manera se puede afirmar para las siguientes causas son la mala manipulación y la calibración en la parte del Catcher y balineras estas contenidas en el diagrama (importantes y triviales), responsables del 20% de las fallas que pueden ser

Programa de mantenimiento preventivo

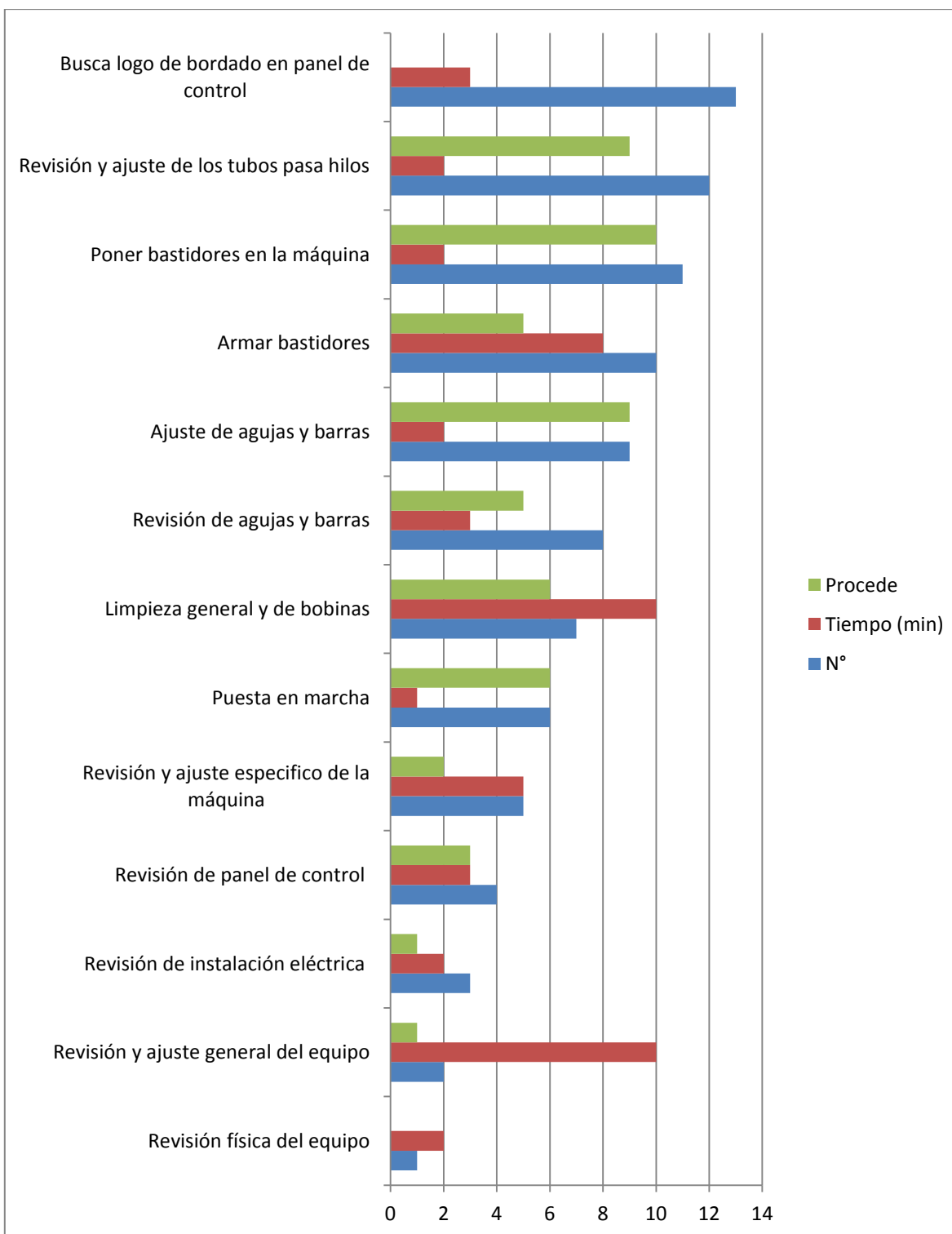
resueltas cuando la oportunidad se presente o no con tanta prioridad como las 2 primeras.

3. Actividades para el diagrama de Gantt

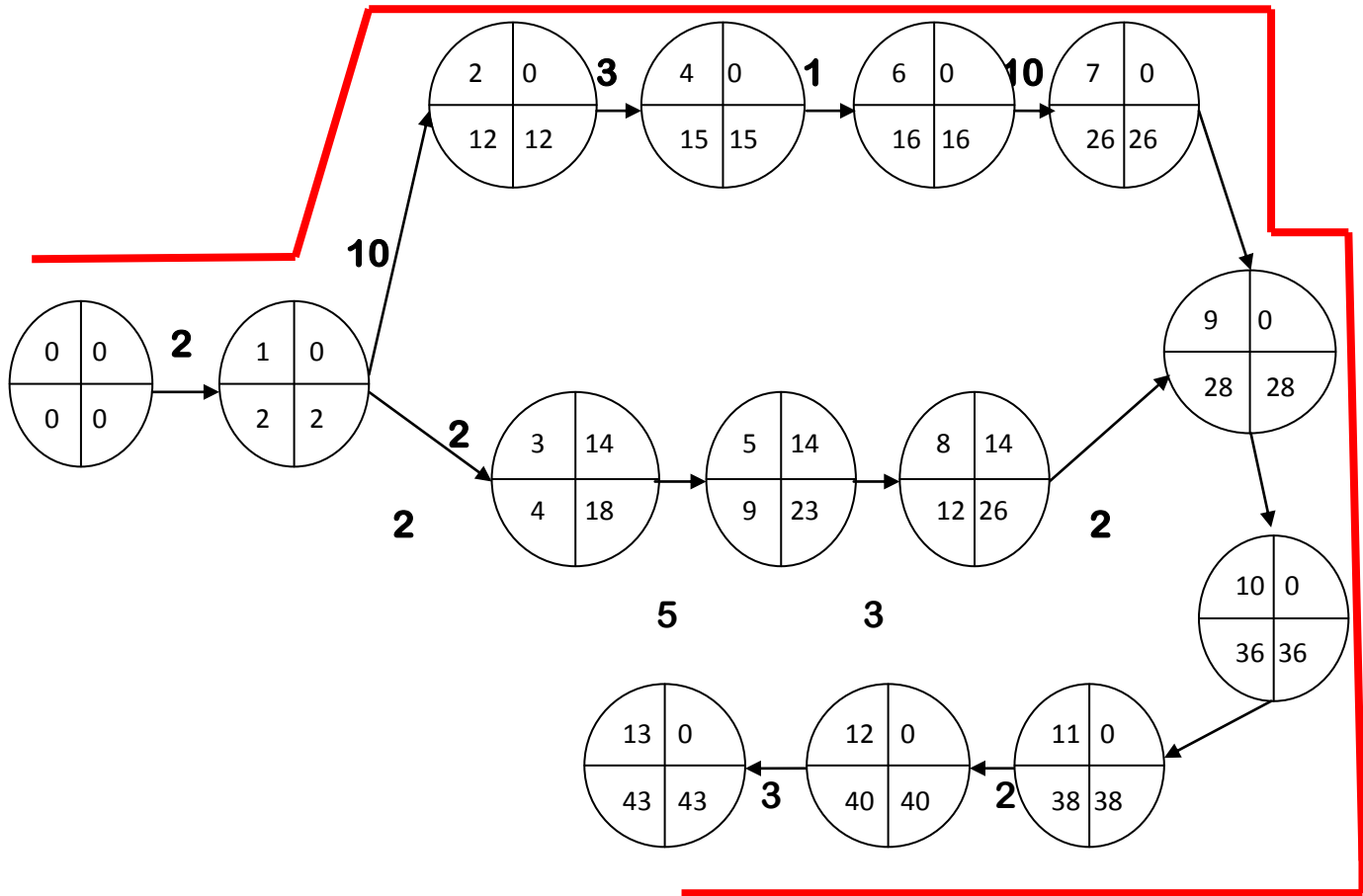
N°	Actividad	Tiempo (min)	Procede
1	Revisión física del equipo	2	--
2	Revisión y ajuste general del equipo	10	1
3	Revisión de instalación eléctrica	2	1
4	Revisión de panel de control	3	2
5	Revisión y ajuste específico de la máquina	5	3
6	Puesta en marcha	1	4
7	Limpieza general y de bobinas	10	6
8	Revisión de agujas y barras	3	5
9	Ajuste de agujas y barras	2	7,8
10	Armar bastidores	8	9
11	Poner bastidores en la máquina	2	10
12	Revisión y ajuste de los tubos pasa hilos	2	11
13	Busca logo de bordado en panel de control	3	Todas

Programa de mantenimiento preventivo

3.1. Diagrama de Gantt diario para bordar



9.1.2. Diagrama de ruta crítica



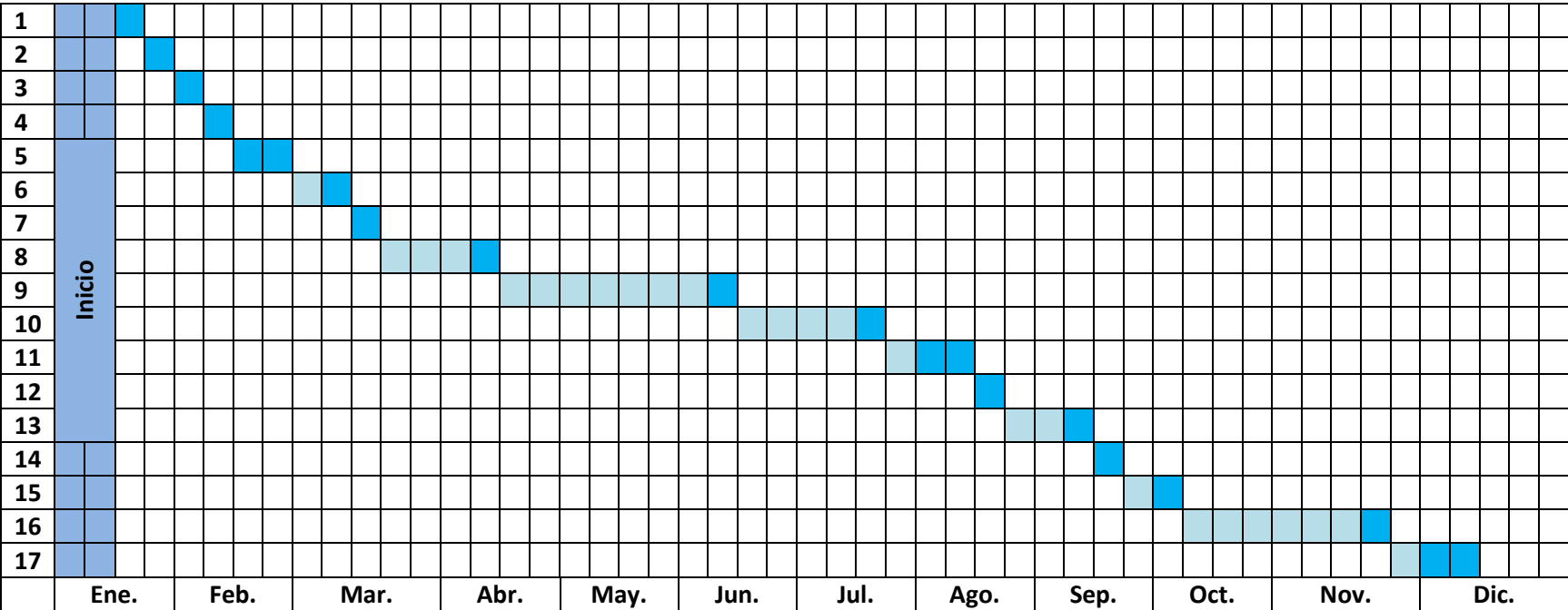
Programa de mantenimiento preventivo

4. Actividades para la elaboración del Gantt anual

Diagrama de Gantt				
Nº	Actividad	Duración	Precedente	Fecha (semanas)
1	Capacitación teórica del personal	1 semana	-	3ra enero
2	Capacitación practica del personal	1 semana	1	4ta enero
3	Limpieza general	1 semana	1 y 2	1ra febrero
4	Elaboración de inventario	1 semana	3	2da febrero
5	Adquisición de materiales, repuestos y herramientas	2 semanas	4	3ra y 4ta febrero
6	Mantenimiento preventivo	1 semana	5	2da marzo
7	Capacitación de operario en mantenimiento	1 semana	5 y 6	3ra marzo
8	Limpieza general	1 semana	7	2da abril
9	Mantenimiento preventivo	1 semana	8	2da junio
10	Revisión de inventario	1 semana	9	3ra julio
11	Adquisición de materiales, repuestos y herramientas	2 semanas	10	1ra y 2da agosto
12	Limpieza general	1 semana	11	3ra agosto
13	Mantenimiento preventivo	1 semana	12	2da septiembre
14	Capacitación de operario en mantenimiento	1 semana	13	3ra septiembre
15	Limpieza general	1 semana	14	1ra de octubre
16	Revisión del registro de mantenimiento	1 semana	15	4ta noviembre
17	Mantenimiento general	2 semanas	14, 15 y 16	1ra y 2da diciembre

Programa de mantenimiento preventivo

4.1 Plan de mantenimiento anual (Diagrama de Gantt)

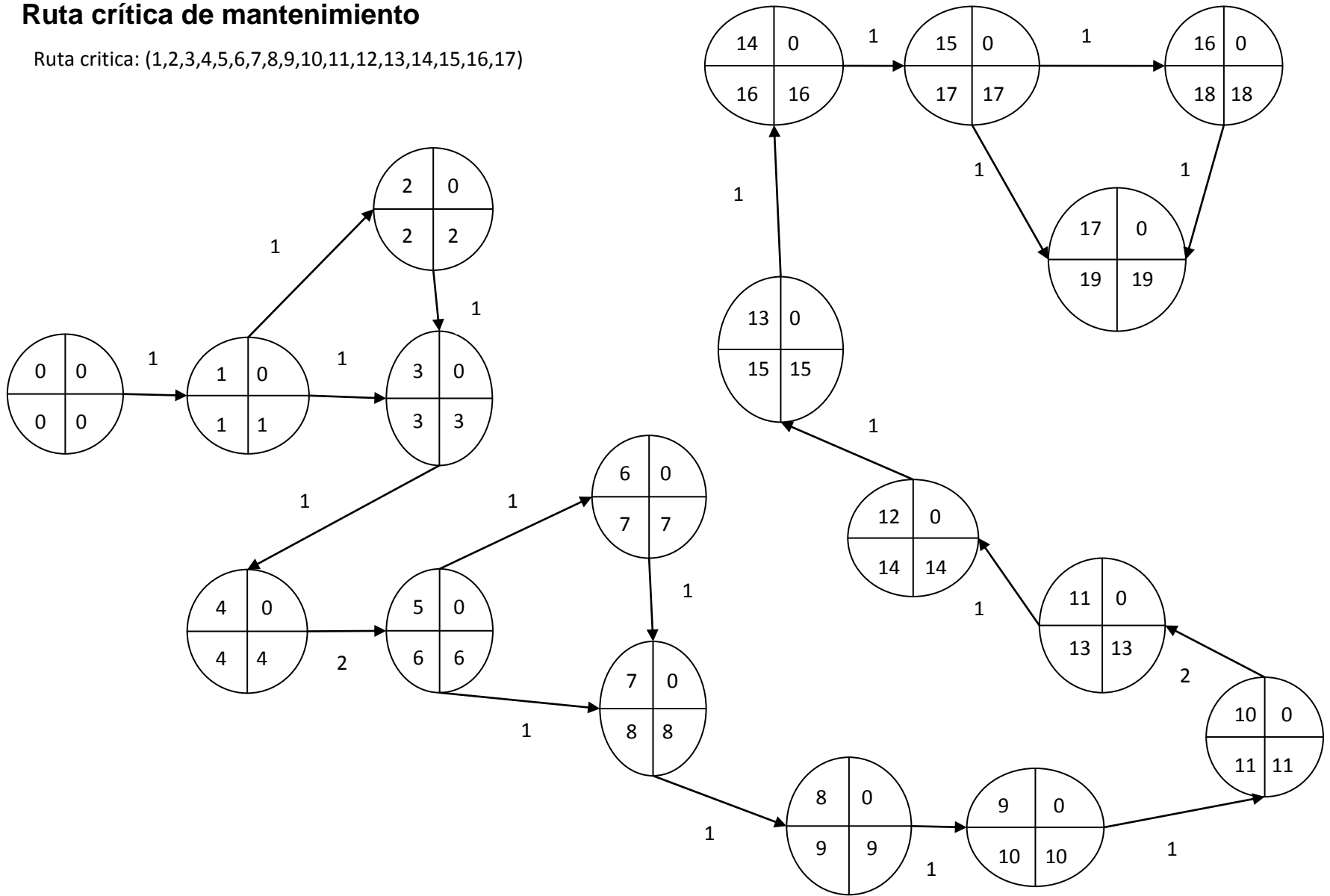


	Inicio de las actividades
	Semana sin actividad
	Semana de actividad

Programa de mantenimiento preventivo

Ruta crítica de mantenimiento

Ruta crítica: (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17)



5. Aspecto financiero del Plan de Mantenimiento Preventivo en Bordados Nicaragua

Realizar un mantenimiento preventivo nos garantiza muchos beneficios entre ellos los económicos.

A continuación reflejaremos en el siguiente ejercicio la relación entre el mantenimiento preventivo vs. Costo de la maquinaria.

Ejercicio.

Se debe realizar el presupuesto para el próximo año 2015 en departamento de ingeniería y mantenimiento, se conoce según base datos recopilados al 31 de enero del 2014 la información siguiente:

- Las horas – hombre (H-H) de mantenimiento son de 160 HH
- El volumen de producción es de 160 HM
- El costo de materiales variables son de : 9,054 C\$
- Las horas maquinas de producción son de : 160 HM
- El costo del mantenimiento fijo es de : 4,000 C\$

Esta planificado realizar el MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL para el mes de marzo consumiendo 160 HH y 5,054 C\$ en materiales, El mantenimiento general se realiza cada 3 meses iniciando en el mes de marzo

Si el mes consta de 20 días de 8 hrs y con una eficiencia de aprovechamiento del 90% y el salario es de 25.00 C\$ la hora.

Desarrolle:

- ✓ Cuadro inicial de los costos totales del mantenimiento
- ✓ Cuadro de redistribución de obreros.
- ✓ Los volúmenes de producción HM proyectados para el 2012 serán los siguientes:

Enero	160
Febrero	160
Marzo	168
Abril	136
Mayo	176
Junio	168
Julio	184
Agosto	168
Septiembre	160
Octubre	176
Noviembre	160
Diciembre	160

Nota: Los volúmenes de producción se obtienen de los días trabajados al mes por las 8 horas laborales de cada día.

Solución del ejercicio sobre cálculos de análisis de costos de mantenimiento

Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Diciembre
VOLUMEN DE PRODUCCION (H-M)	160	160	168	136	176	168	184	168	160	176	160	160
C. VARIABLE DE M.O	4.000	4.000	4.200	3.400	4.400	4.200	4.600	4.200	4.000	4.400	4.000	4.000
C. VARIABLE DE MATERIALES	9.053	9.053	9.505	7.695	9.958	9.505	10.411	9.505	9.053	9.958	9.053	9.053
C FIJO DE M.O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C FIJO DE MANTENIMIENTO	2.800	2.800	2.800	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400
COSTO VARIABLE DE M.O (MANT ESP)	4.000	4.000	4.200	3.400	4.400	4.200	4.600	4.200	4.000	4.400	4.000	4.000
COSTOS FIJOS M.O (MANT ESP)	2.716	2.716	2.852	2.308	2.987	2.852	3.123	2.852	2.716	2.987	2.716	2.716
C VARIABLE DE MATERIALES (MANT ESP)	5.053	5.053	5.305	4.295	5.558	5.305	5.811	5.305	5.053	5.558	5.053	5.053
C F MATERIALES(MANT ESP)	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338
C TOTAL (MANT ESP) SUB CONTRATACION	18.106	18.106	18.695	16.341	19.283	18.695	19.872	18.695	18.106	19.283	18.106	18.106
C MANO DE OBRA (MANT PREV. GEN)	0	0	4.000	0	0	4.000	0	0	4.000	0	0	4.000
C MATERIALES (MANT PREV. GEN)	0	0	5.054	0	0	5.054	0	0	5.054	0	0	5.054
C TOTAL (MANT PREV GEN)	0	0	9.054	0	0	9.054	0	0	9.054	0	0	9.054
COSTOS TOTALES DE M.O	10.716	10.716	15.252	9.108	11.787	15.252	12.323	11.252	14.716	11.787	10.716	14.716
COSTOS TOTALES DE MATERIALES	23.243	23.243	29.003	26.728	30.254	34.603	30.959	29.549	33.897	30.254	28.843	33.897
COSTOS VARIABLES TOTALES	22.106	22.106	23.211	18.790	24.316	23.211	25.421	23.211	22.106	24.316	22.106	22.106
COSTOS FIJOS TOTALES	11.854	11.854	15.989	17.046	17.725	21.589	17.861	17.589	21.454	17.725	17.454	21.454
COSTOS TOTALES	33.959	33.959	39.200	35.836	42.041	44.800	43.282	40.800	43.559	42.041	39.559	43.559

Detalle de los cálculos

TMOV= Total HH/Volumen de Producción HM

Costo Variable de MO= TMOV X VP X Salario

T Material Variable= Costo de Material Variable/HM de Producción

Costo Variable de Mat= TMat X VP del periodo

Solución del ejercicio sobre análisis de costos de mantenimiento anual

Costo Variable MO= TMOV dada en el ejercicio X VP X Salario

Costo Fijo MO (Mtto Especial) = Costo Variable de Materiales X 30%

Costo Variable de Mat (Mtto Especial) = 31.58 X VP

Costo Fijo de Mat (Mtto Especial) = 9054 X 0.7

Costo Total (Mtto Especial) = Sumatoria de los Costos Mtto Especial, se considera el periodo de sub contratación para los meses anteriores

Costo de MO (Mtto Preventivo General) = H-H DADA X Salario

Programa de mantenimiento preventivo

Costo de Mat (Mtto Preventivo General) = Dato facilitado en el ejercicio en el problema

Σ De costos de Mantenimiento Preventivo General

Σ De Costos de Mano de Obra

Σ De Costos de Materiales inclusive Costo Fijo de Mantenimiento

Σ De todos los Costos Variables

Σ De todos los Costos Fijos

Σ De todos los Costos Fijos y Variables

Después de la realización obtuvimos el siguiente resultado:

El mantenimiento preventivo tiene un costo total de C\$ 33,959 entre el costo real de la máquina que es de C\$ 419,200 nos da el porcentaje del gasto de mantenimiento que es de un 8%.

Programa de mantenimiento preventivo

TABLA No. 2

MES	COSTO M.O TOTALES	TOTAL H-H	OBRAERO REQUERIDO	NO. DE OBREROS	COSTO REAL DE M.O
Enero	10.716	429	2,977	3	12.000
Febrero	10.716	429	2,977	3	12.000
Marzo	15.252	610	4,237	4	16.000
Abril	9.108	364	2,530	3	12.000
Mayo	11.787	471	3,274	4	16.000
Junio	15.252	610	4,237	4	16.000
Julio	12.323	493	3,423	3	12.000
Agosto	11.252	450	3,125	3	12.000
Septiembre	14.716	589	4,088	4	16.000
Octubre	11.787	471	3,274	3	12.000
Noviembre	10.716	429	2,977	3	12.000
Diciembre	14.716	589	4,088	4	16.000

Esta tabla indica cuantos obreros se requieren para la realización del mantenimiento desde los costos totales de mano de obra de la tabla anterior.



BORDADOS NICARAGUA

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

**MAQUINA BORDADORA AUTOMATICA
COMPUTARIZADA**



Índice

1. RESUMEN EJECUTIVO	- 1 -
2. OBJETIVOS	- 2 -
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	- 2 -
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	- 2 -
3. MARCO TEÓRICO	- 3 -
3.1. TERMINOLOGÍA TÉCNICA	- 3 -
3.2. MANTENIMIENTO	- 5 -
2. PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	- 14 -
5. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	- 17 -
6. CHECK LISTO PARA MANTENIMIENTO.....	- 18 -
7. HOJA DE TRABAJO.....	- 19 -
8. REGISTRO DE FALLAS.....	- 20 -
8.1. DIAGRAMA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS VITALES E IMPORTANTE	- 21 -
9. ACTIVIDADES PARA EL DIAGRAMA DE GANTT	- 22 -
9.1. DIAGRAMA DE GANTT	- 23 -
10. HOJA DE PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO	- 27 -
11. REGISTRO DIARIO DE LA PRODUCCIÓN.....	- 28 -
12. BIBLIOGRAFÍA	- 29 -
13. ASPECTO FINANCIERO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN BORDADOS NICARAGUA.....	- 30 -
13. CONCLUSIONES	- 34 -
14. RECOMENDACIONES	- 35 -

1. Resumen Ejecutivo

El presente programa es una herramienta que pretende facilitar, agilizar y ordenar las actividades de mantenimiento preventivo en la empresa Bordados Nicaragua, aplicado a la máquina bordadora automática computarizada marca CAMFive modelo CFSE-CT902 400x450.

En la elaboración de este programa se realizó estudios de campo en el cual pudimos obtener información a través de la observación directa, la información brindada a través del procesamiento de las variables involucradas en las entrevistas y encuestas.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Promover la buena realización del mantenimiento preventivo en la empresa Bordados Nicaragua, proporcionando una herramienta que facilite, agilice y ordene las actividades propias del mantenimiento.

2.2. Objetivos específicos

- 2.2.1. Proporcionar herramientas y métodos para la realización del mantenimiento preventivo que sean de fácil aplicación por el técnico de mantenimiento.
- 2.2.2. Incentivar en los operarios y en cuantos son responsables directos del funcionamiento de la maquinaria, la buena cultura del mantenimiento preventivo para garantizar la disminución de los costos de mantenimiento, la calidad del producto y la vida útil del equipo.

3. Marco Teórico

3.1. Terminología técnica

Máquina: conjunto de mecanismos sincronizados para recibir una forma definida de energía, transformándola para producir un efecto mecánico. Ejemplo: la máquina de coser recibe energía eléctrica y la transforma a través de un mecanismo para producir costura.

Mecanismo: conjunto de piezas ligadas mecánicamente o electrónicamente los cuales producen un movimiento sincronizado

Dispositivo: mecanismo cuya función se ejerce generalmente en unión con el funcionamiento de una máquina.

Material: término que engloba todo conjunto entregado por un productor o un cliente con la perspectiva de una duración o de una transformación en un producto terminado.

Mantenimiento correctivo: es aquel que se efectúa a una máquina o un equipo cuando se presenta una falla.

Mantenibilidad: la aptitud para que un equipo se mantenga en condiciones que cumpla sus funciones en un periodo de tiempo dado cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con los procedimientos y recursos establecidos.

Falla: alteración de la aptitud de un bien para cumplir una función requerida.

Parada: es la cesación de la aptitud de un bien para cumplir una función requerida.

Desvarada: acción que se ejecuta sobre una máquina parada con el objeto de regresarlo al estado de funcionamiento antes su reparación.

Reparación: intención definitiva del mantenimiento correctivo después de una parada o falla de una máquina.

Instalación: colocar en su sitio una máquina, repuesto o accesorio, uniéndolo a las diversas entradas y salidas de los equipos del cual hace parte.

Puesta a punto: conjunto de ensayos preliminares, ajustes y modificaciones efectuados a una máquina, necesarios para la obtención de un estado específico que le permitan trabajar bien.

Inspección: actividad de supervisión que se efectúa a una máquina dentro de una labor de mantenimiento para detectar fallas en su funcionamiento.

Control: verificación de la conformidad de unas condiciones preestablecidas. El control puede: incluir una decisión de aceptación – rechazo – aplazamiento y/o desembocar en una acción correctiva.

Detección: acción de descubrir por medio de una vigilancia cuidadosa continua o no, la aparición de una falla.

Localización: acción que conduce a determinar con precisión el (los) elemento que presenta una falla.

Diagnostico: identificación de la causa probable de la falla con ayuda de un razonamiento lógico apoyado en informaciones provenientes de una inspección. El diagnostico permite confirmar las hipótesis sobre el origen de las causas de las fallas y precisar las operaciones de mantenimiento correctivo que sean necesarias.

Ensayo: conjunto de pruebas y controles a los cuales se somete una máquina a fin de asegurarse que pueda cumplir una función. Es aconsejable usar este término con otro calificativo. Ejemplo: ensayo de dureza, de rendimiento.

Elemento: parte constitutiva de un conjunto o un mecanismo

Pieza: elemento perteneciente a una máquina el cual no se puede dividir en el momento de una operación de mantenimiento.

Pieza original: pieza que responde desde todo punto de vista a las especificaciones técnicas del constructor.

Pieza equivalente: pieza de repuesto que responde a las mismas especificaciones de diseño que la pieza original pero que no es suministrada por el constructor.

Pieza de repuesto: pieza destinada a reemplazar una pieza defectuosa en una máquina.

Pieza defectuosa: pieza que presenta uno o varios defectos que alteran las características funcionales.

Ficha técnica: documento en el cual se describen las características de un trabajo o de un producto.

3.2. Mantenimiento

Historia del mantenimiento

Desde el principio de los tiempos, el Hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener 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. Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura o Reactivo"

Bordados Nicaragua

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.

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.

Generalidades del mantenimiento preventivo

“Si el mantenimiento se define como el aseguramiento de que una instalación, un sistema de equipos, una flotilla u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron creados, entonces en mantenimiento preventivo es una serie de tareas planeadas previamente que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de dichas funciones. Esto es diferente a un mantenimiento de reparación, el cual normalmente se considera como el reemplazo, renovación o reparación general del o de los componentes de un equipo o sistema para que sea capaz de realizar la función para la que fue creado” (DIXON, 2009)

Muchos son los beneficios que brinda el mantenimiento preventivo, entre ellos podemos nombrar:

Puede prevenir una falla prematura y reducir su frecuencia

Puede reducir la severidad de la falla y mitigar sus consecuencias.

Puede proporcionar un aviso de una falla inminente o incipiente para permitir una reparación planeada.

Puede reducir el costo global de la administración de los activos.

Objetivo del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se lleva a cabo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad del equipo. La disponibilidad del equipo puede definirse como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre que se le necesite. La fiabilidad de un equipo es la probabilidad de que el equipo esté funcionando en el momento t .

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando a cabo un mantenimiento planeado, que se conoce comúnmente como mantenimiento preventivo.

Tipos de mantenimiento

Los diferentes tipos de mantenimiento pueden ser considerados también como políticas de mantenimiento, siempre que su aplicación sea el resultado de una definición general o de una política global de las instalaciones.

Mantenimiento predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicación de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo.

Bordados Nicaragua

Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones).

Endoscopia (para poder ver lugares ocultos).

Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros).

Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado).

Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.).

Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.

Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.

Bordados Nicaragua

Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.

La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.

Se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.

Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.

Bordados Nicaragua

Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.

Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.

Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

Mantenimiento productivo total

El TPM (por sus siglas en ingles) Es filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial. Las siglas TPM fueron registradas por el JIPM ("Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta").

Este un método de gestión empresarial que identifica y elimina las pérdidas de los procesos, maximiza la utilización de los activos y garantiza la creación de productos y servicios de alta calidad y a costos competitivos.

Para ello reeduca a las personas para orientarlas hacia la prevención y la mejora continua, aumentando así la capacidad de los procesos sin inversiones adicionales.

Actúa también en la cadena de valor, reduciendo el tiempo de respuesta y satisfaciendo a los clientes con lo cual fortalece a la empresa en el mercado.

En la implementación de un programa de TPM se deben enfrentar varios retos como el compromiso por parte de toda la organización, la adaptación de las personas para los cambios que traerán mejoras en la producción, el mantenimiento, los equipos, la calidad, la satisfacción del cliente, los empleados,

Bordados Nicaragua

la seguridad, el medio ambiente, etc. Para lograrlo se deben romper aquellas barreras ideológicas y culturales, además empezar a ver a mantenimiento como una gran inversión más no como un gasto.

En resumen, la forma más simple de entender el TPM es como un método de gestión altamente integrador de los recursos existentes que direcciona los procesos organizacionales de manera tal que se alcancen los objetivos del negocio y para ello identifica y elimina sistemáticamente las pérdidas es decir aquello que no agrega valor. (Verzini)

Seguimiento del Mantenimiento

Los trabajos de mantenimiento arrojan mucha información conforme se van desarrollando, esto nos permite hacer mejoras tanto en el trabajo como en los equipos, claro está es necesario llevar un registro de dicha información para poder comparar y tener una visión más amplia de los factores que intervienen en la realización de las tareas.

- Monitoreo del desempeño

Se van llevando registros de los planes de mantenimiento así como de las listas de revisión y se genera un reporte mensual dando el porcentaje de aplicación de las líneas de trabajo y observaciones sobre las actividades que no llegaron a completarse.

- Acciones correctivas

Del análisis de las observaciones anteriormente mencionadas llegaremos a generar acciones que corrijan estos trabajos o cambios dentro de los formatos que

Bordados Nicaragua

se adecuen mejor a los equipos ya que está visto que el desempeño de los primeros trabajos siempre nos llevarán en la experiencia a cambios y mejoras en cuestión de rapidez, eficiencia y en algunos casos ahorros en el uso de refacciones

Bitácora de mantenimiento

La recopilación de datos de los equipos tales como marca, modelo, representante, posible proveedor nos facilita la tarea de llevar un mejor control del mantenimiento.

La documentación de las fallas, sus soluciones y refacciones utilizadas nos permite en caso de que se repita resolverlo con mayor rapidez y deducir los métodos de prevención necesarios para evitar que vuelva a suceder. En el caso de que se tenga que hacer alguna modificación al equipo aquí también se documenta la forma en que se realizó.

Para el caso de los equipos sujetos a presión este tipo de registro nos sirve como bitácora de modificaciones y adecuaciones, que en ocasiones suelen ser solicitadas por la secretaría del trabajo.

Datos que contiene una bitácora:

Datos generales. Nombre del equipo, Marca, Serie, Modelo, Representante, Capacidad de diseño, observaciones generales, imagen del equipo.

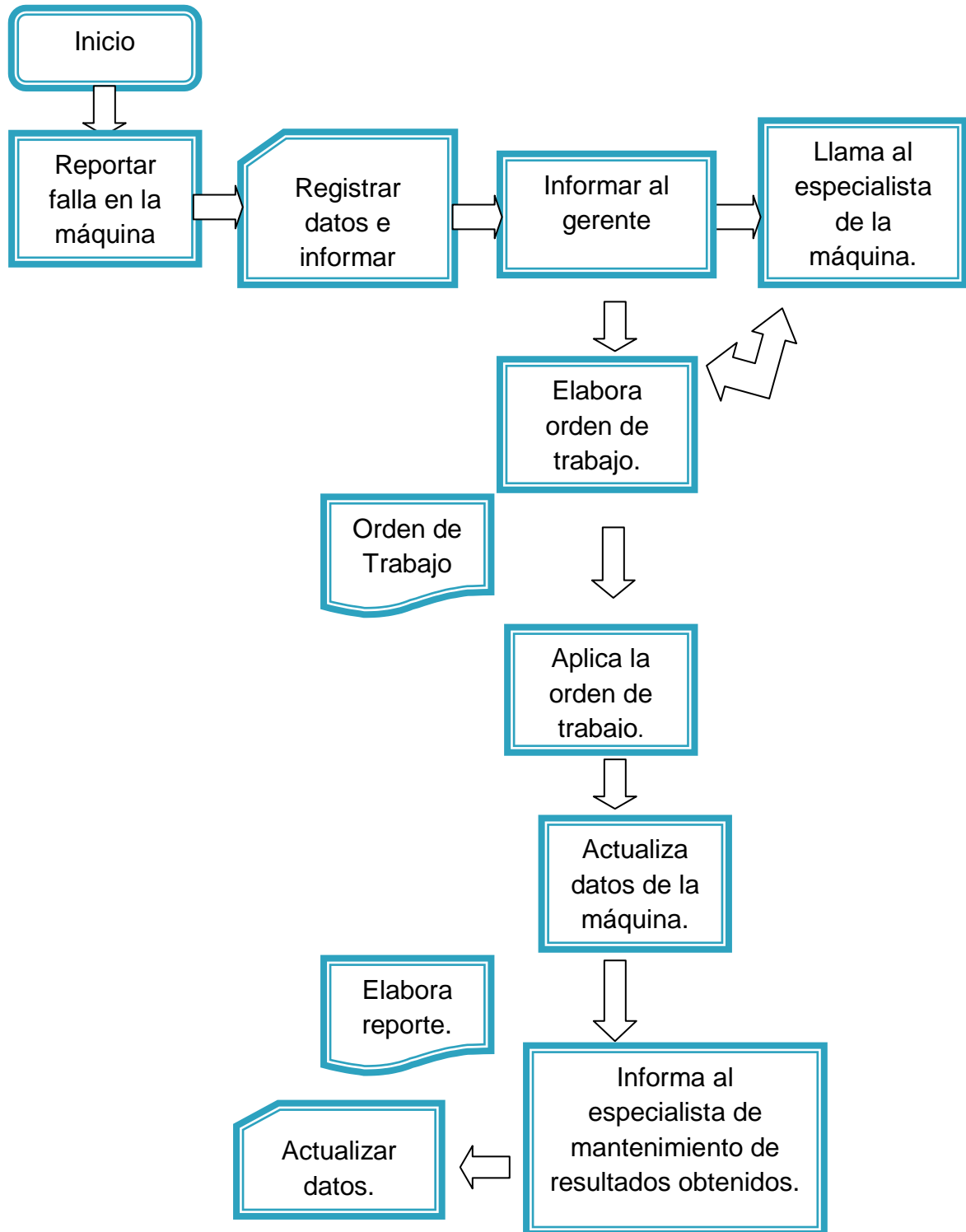
Componentes principales. Por facilidad dividimos el equipo en componentes eléctricos, mecánicos, etc. después una subdivisión como motor principal, arrancador, bombas, etc.

Bordados Nicaragua

Lista de refacciones. Refacciones que consideramos críticas y su cantidad en almacén, así como posible proveedor.

Historia. Anotación de fallas, Trabajos, Modificaciones, etc. anotando Fecha, Falla o trabajo, Solución, si es correctivo o Preventivo, Refacciones utilizadas y encargado.

2. Procedimiento para el desarrollo del mantenimiento preventivo



3. Dimensiones y características técnicas de la maquinaria

Característica	Especificación
Tensión de utilización	400 V
Numero de cabezales	2 cabezales
Potencia eléctrica	0,750 Kw (1,02 CV)
Velocidad del motor	200~850 r.p.m.
Dimensiones de máquina (Largo/Ancho/Alto)	4.340 x 1.350 x 1.800 mm
Peso máximo	850 kg.
Numero de agujas	12 agujas
Dimensiones máximas área de bordado (Ancho x Largo)	350x450 mm
Largo de puntadas	0,1~12,7 mm
Memoria : N° de puntadas	1 millón de puntadas
N° de diseños	99 diseños

4. Hoja de vida del producto

	Bordados Nicaragua Hoja de vida Máquina Bordadora		
	Fecha:	/ /	
Especificaciones Técnicas			
Especificación		Detalles	
1	Nombre del equipo	Máquina Bordadora automática computarizada	
2	Marca	CAMFive	
3	Modelo	CFSE-CT F400X450	
4	Nº de serie	31543	
5	Fabricante	Embroidery Cam Corp.	
6	Proveedor	CAMFive	
7	Fecha de producción	Diciembre del 2012	
8	Fecha de puesta en marcha	Marzo del 2013	
9	Datos eléctricos	220/110 V/ 60Hz/1Ph	
Manual de operaciones		Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Condicion del equipo		Buena <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Reparable <input type="checkbox"/> Descartada <input type="checkbox"/>	
Observaciones. Mantenimiento preventivo trimestral			
Enero – Marzo <input type="checkbox"/>		Abril – Junio <input type="checkbox"/> Julio – Septiembre <input type="checkbox"/> Octubre – Diciembre <input type="checkbox"/>	

Actividades de mantenimiento

Se recomienda las siguientes actividades con su respectiva frecuencia.¹ (Corp.)


Partes	Actividad	Frecuencia	Responsable
Conexiones eléctricas	Revisar estado físico de cables	M	Operario
	Revisar conectores y toma corrientes		
Cabezales de bordado	Revisar bobinas	D	
	Limpieza general de bobinas	N	
	Lubricación de bobinas	Q	
	Revisar estado físico agujas	S	
	Lubricación de la barra	Q	
Sistema de alimentación de hilo	Revisar tubos pasa hilos	D	
	Enhebrar	D	
	Revisar bobinador automático	Q	
Botones de mando	Revisar		
Máquina completa	Limpieza superficial	S	Técnico
	Limpieza general/ interna	T	
Mantenimiento preventivo	Mantenimiento preventivo general		

Nota:


D	Diario
S	Semanal
Q	Quincenal
M	Mensual
T	Trimestral

¹ Frecuencia recomendada en base a información del sitio web www.camfive.com del fabricante

5. Check listo para Mantenimiento.

Bordados Nicaragua		
Nº 0000	Check List para Mantenimiento	
		
Fecha:	Hora inicio:	Hora fin:
Equipo:	Realizado por:	
<div style="border: 1px dashed green; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">IMPORTANTE</p> <p style="text-align: center;">Recuerda tener a mano:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lapicero ✓ Paño para sacudir ✓ Compresor o brocha pequeña ✓ Jeringa y aceite lubricante </div>		
INSTRUCCIONES		
<ul style="list-style-type: none"> • Marque con un ✓ las revisiones Realizadas • Marque con una X las revisiones No realizadas. Es importante especificar en las observaciones el porqué no se efectuó la revisión. • Revise si cuenta con las herramientas necesarias para realizar el chequeo • Al finalizar, cerciórese que el formato haya sido llenado correctamente. 		
Actividad	Marca	Observaciones
Agujas están bien insertadas y no están flojas	<input type="checkbox"/>	
Verificar si no hay ninguna barra doblada	<input type="checkbox"/>	
Lubricar balineras si es necesario	<input type="checkbox"/>	
Revisar bobinas	<input type="checkbox"/>	
Limpiar residuos de polvo de las boninas	<input type="checkbox"/>	
Verificar si los alimentadores de hilo están correctamente colocados	<input type="checkbox"/>	
Confirmar que todas las agujas estén correctamente enhebradas	<input type="checkbox"/>	
Revisar los bastidores o aros que no esté quebrado y piezas de sujeción completa	<input type="checkbox"/>	
Revise que panel de mando responda correctamente	<input type="checkbox"/>	
Revisar que los cables eléctricos estén correctamente conectados.	<input type="checkbox"/>	
Realizar limpieza externa de todo el exterior de la máquina.	<input type="checkbox"/>	
Revisar que el porta aros este fijado correctamente a la máquina	<input type="checkbox"/>	
Cerciorarse que el chequeo haya sido realizado completamente	<input type="checkbox"/>	

6. Hoja de trabajo

	Bordados Nicaragua		
	ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO		
Nº 0000			
Solicitante			Fecha: / /
Tipo de mantenimiento a realizar	<input type="checkbox"/> Preventivo	<input type="checkbox"/> Correctivo	
Aplicar de forma	<input type="checkbox"/> General	<input type="checkbox"/> Especifico	
Mantenimiento realizado por personal	<input type="checkbox"/> Externo	<input type="checkbox"/> Interno	
Máquina o equipo a realizarle mantenimiento			
Tipo de trabajo a realizar			
Limpieza	<input type="checkbox"/>	Lubricación	<input type="checkbox"/>
Sustitución de pieza	<input type="checkbox"/>	Ajuste	<input type="checkbox"/>
Enderezado	<input type="checkbox"/>	Otros*	<input type="checkbox"/>
Especifique*			
Descripción del trabajo a realizar			
Lista de insumos y herramientas a utilizar		Cantidad	
Informe y observaciones del técnico			
Realizado por:		Firma:	
Autorizado por:		Firma:	

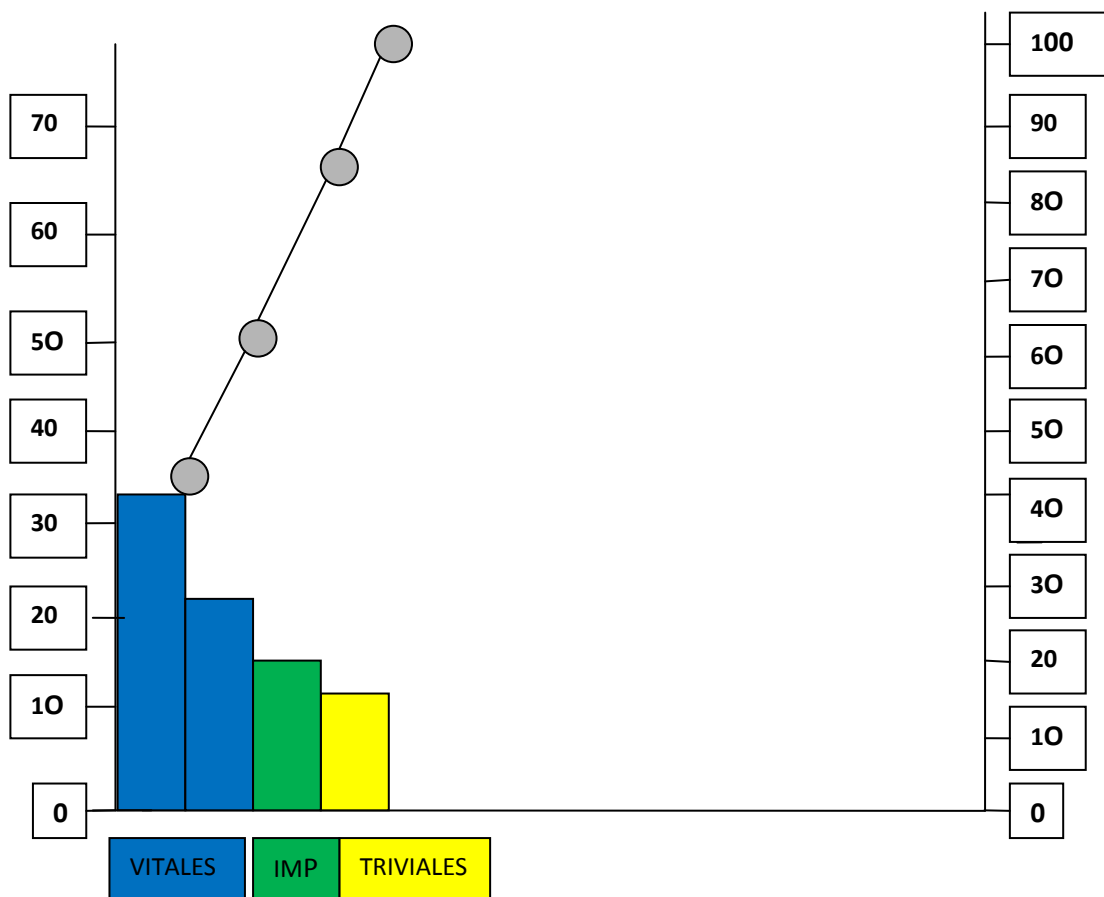
7. Registro de fallas

Es importante llevar un registro de fallas para establecer un parámetro de fallas que consideramos tolerables y que tomaremos como parámetro anual, para ellos nos propondremos identificar cuales producen mayor cantidad de fallas (causas vitales), las que producen mediana cantidad (causas importantes) y las que producen menor cantidad (causas triviales). Para ello se recomienda realizar un diagrama de Pareto propuesto a continuación.

LISTA DE COMPROBACION					
Determinar cuáles son las partes que producen el mayor número de fallas (causas vitales); los que producen una cantidad media (causas importantes) y los que producen el menor número (causas triviales).					
CAUSAS DE FALLAS	DE FALLAS REGISTRADAS	COSTO \$	%	% ACUMULADO	
Agujas	36	0.50	40	40	
Barras	24	25	27	67	
Balineras	18	100	20	87	
Catcher	12	50	13	100	
Totales	90		100	100	

7.1. Diagrama para la identificación de causas vitales e importante

Elaboró: _____ Fecha: _____



Este diagrama de Pareto refleja las fallas que podemos considerar vitales, importante y triviales.

Se considera las dos primeras causas como vitales puesto que generan el 80% de las fallas observadas en la investigación, por lo tanto debe darse prioridad a estas en su resolución. De igual manera se puede afirmar para las siguientes causas

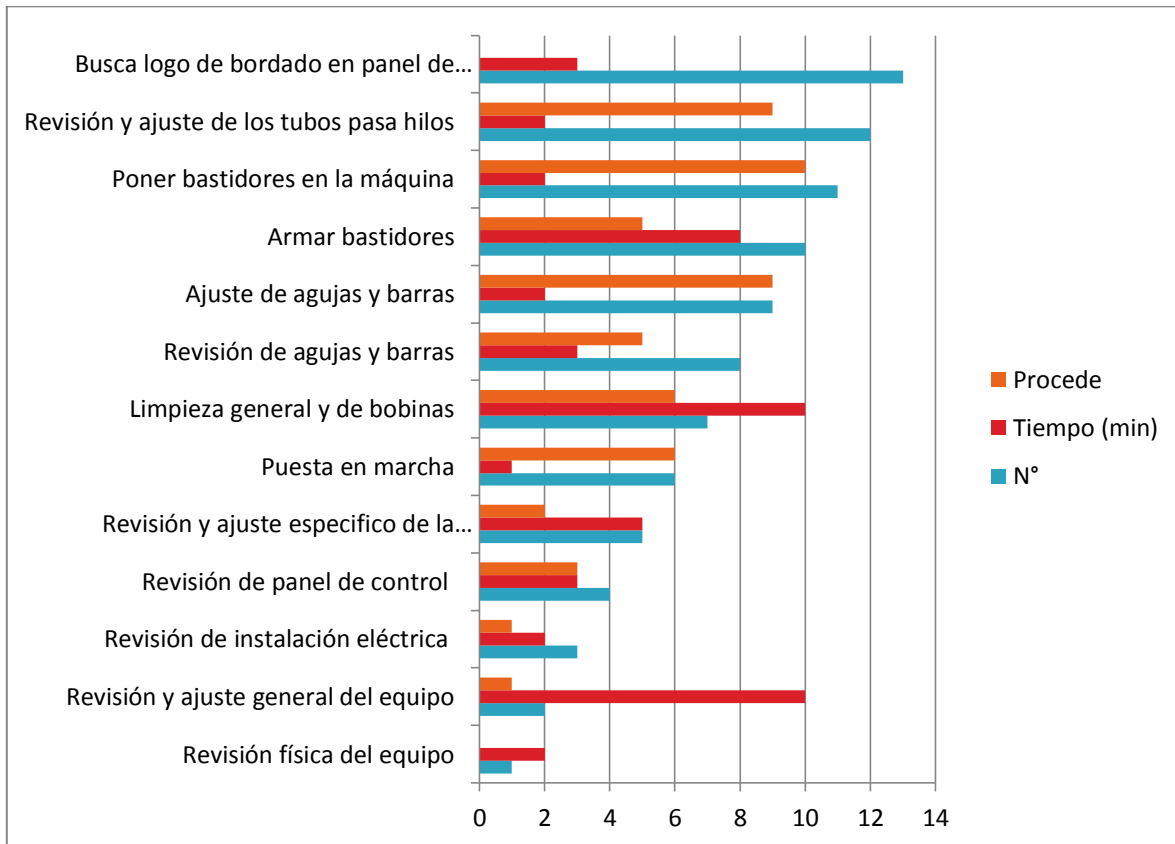
Bordados Nicaragua

contenidas en el diagrama (importantes y triviales), responsables del 20% de las fallas que pueden ser resueltas cuando la oportunidad se presente o no con tanta prioridad como las dos primeras.

8. Actividades para el diagrama de Gantt

N°	Actividad	Tiempo (min)	Procede
1	Revisión física del equipo	2	--
2	Revisión y ajuste general del equipo	10	1
3	Revisión de instalación eléctrica	2	1
4	Revisión de panel de control	3	2
5	Revisión y ajuste específico de la máquina	5	3
6	Puesta en marcha	1	4
7	Limpieza general y de bobinas	10	6
8	Revisión de agujas y barras	3	5
9	Ajuste de agujas y barras	2	7,8
10	Armar bastidores	8	9
11	Poner bastidores en la máquina	2	10
12	Revisión y ajuste de los tubos pasa hilos	2	11
13	Busca logo de bordado en panel de control	3	Todas

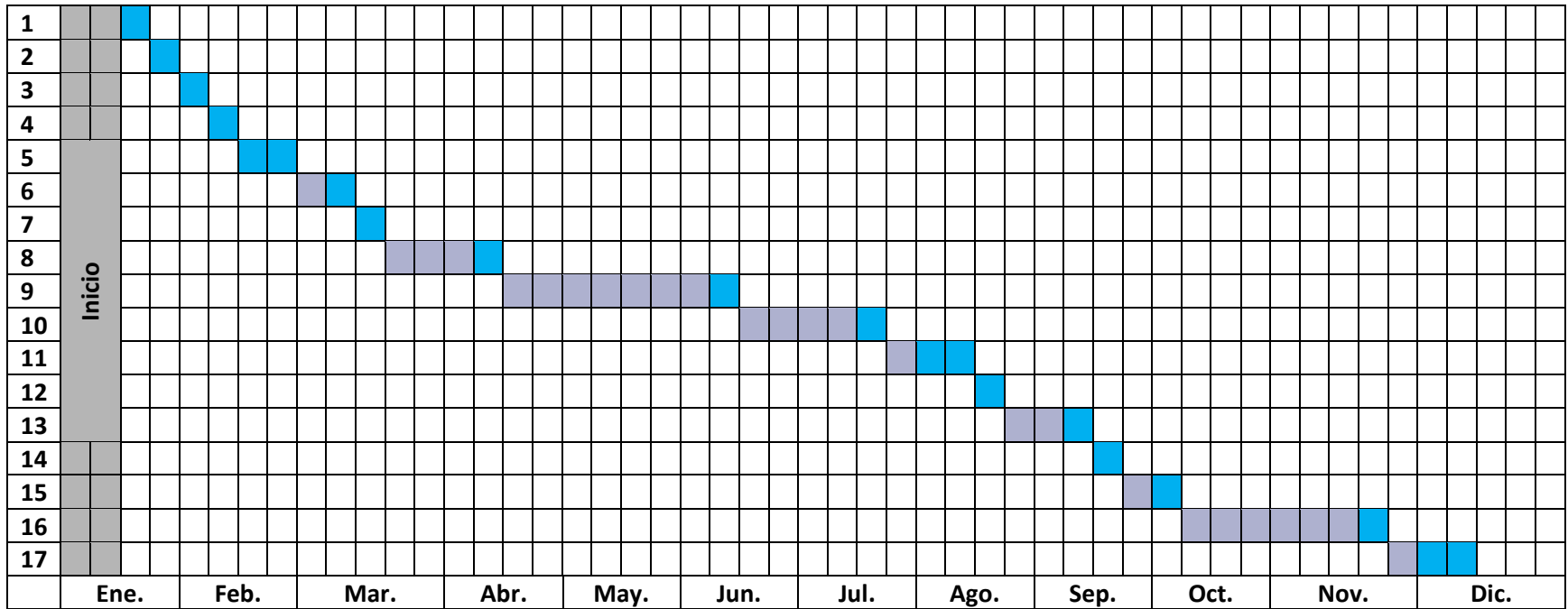
Diagrama de Gantt diario



Actividades para la elaboración del Gantt anual

Diagrama de Gantt				
Nº	Actividad	Duración	Precedente	Fecha (semanas)
1	Capacitación teórica del personal	1 semana	-	3ra enero
2	Capacitación practica del personal	1 semana	1	4ta enero
3	Limpieza general	1 semana	1 y 2	1ra febrero
4	Elaboración de inventario	1 semana	-	2da febrero
5	Adquisición de materiales, repuestos y herramientas	2 semanas	4	3ra y 4ta febrero
6	Mantenimiento preventivo	1 semana	5	2da marzo
7	Capacitación de operario en mantenimiento	1 semana	5 y 6	3ra marzo
8	Limpieza general	1 semana	7	2da abril
9	Mantenimiento preventivo	1 semana	8	2da junio
10	Revisión de inventario	1 semana	9	3ra julio
11	Adquisición de materiales, repuestos y herramientas	2 semanas	10	1ra y 2da agosto
12	Limpieza general	1 semana	11	3ra agosto
13	Mantenimiento preventivo	1 semana	12	2da septiembre
14	Capacitación de operario en mantenimiento	1 semana	13	3ra septiembre
15	Limpieza general	1 semana	14	1ra de octubre
16	Revisión del registro de mantenimiento	1 semana	15	4ta noviembre
17	Mantenimiento general	2 semanas	14, 15 y 16	1ra y 2da diciembre

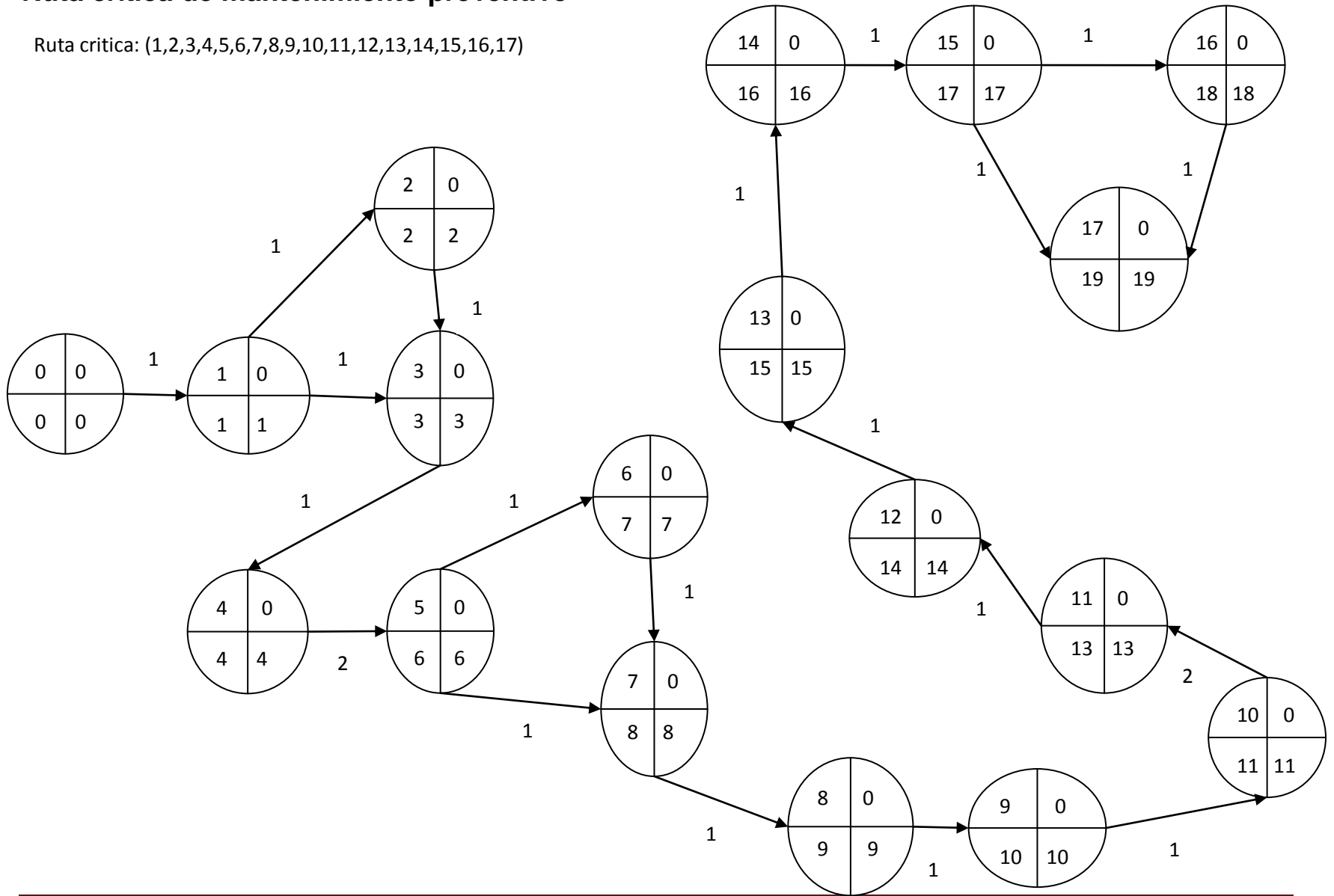
4.1. Plan de mantenimiento anual (Diagrama de Gantt)



	Inicio de las actividades
	Semana sin actividad
	Semana de actividad

Ruta crítica de mantenimiento preventivo

Ruta critica: (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17)



11. Bibliografía

Corp., C. U. (s.f.). *CAMFive*. Recuperado el 14 de Enero de 2015, de CAMFive : www.camfive.com

DIXON, D. R. (2009). *SISTEMAS DE MANTENIMIENTO, PLANIACION Y CONTROL*. MEXICO LIMUSA WILEY: LIMUSA WILEY.

Verzini, I. R. (s.f.). *Acerca del TPM: Japan Institute of Plant Maintenance - JIPM*. Obtenido de Sitio web de Japan Institute of Plant Maintenance - JIPM: www.actiongroup.com.ar

12. Aspecto financiero del Plan de Mantenimiento Preventivo en Bordados Nicaragua

Realizar un mantenimiento preventivo nos garantiza muchos beneficios entre ellos los económicos.

A continuación reflejaremos en el siguiente ejercicio la relación entre el mantenimiento preventivo vs. Costo de la maquinaria.

Ejercicio.

Se debe realizar el presupuesto para el próximo año 2015 en departamento de ingeniería y mantenimiento, se conoce según base datos recopilados al 31 de enero del 2014 la información siguiente:

- Las horas – hombre (H-H) de mantenimiento son de 160 HH
- El volumen de producción es de 160 HM
- El costo de materiales variables son de : 9,054 C\$
- Las horas maquinas de producción son de : 160 HM
- El costo del mantenimiento fijo es de : 4,000 C\$

Esta planificado realizar el MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL para el mes de marzo consumiendo 160 HH y 5,054 C\$ en materiales, El mantenimiento general se realiza cada 3 meses iniciando en el mes de marzo

Si el mes consta de 20 días de 8 hrs y con una eficiencia de aprovechamiento del 90% y el salario es de 25.00 C\$ la hora.

Bordados Nicaragua

Desarrolle:

- ✓ Cuadro inicial de los costos totales del mantenimiento
- ✓ Cuadro de redistribución de obreros.
- ✓ Los volúmenes de producción HM proyectados para el 2012 serán los siguientes:

Enero	160
Febrero	160
Marzo	168
Abril	136
Mayo	176
Junio	168
Julio	184
Agosto	168
Septiembre	160
Octubre	176
Noviembre	160
Diciembre	160

Solución del ejercicio sobre análisis de costos del mantenimiento anual.

Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Diciembre
VOLUMEN DE PRODUCCION (H-M)	160	160	168	136	176	168	184	168	160	176	160	160
C. VARIABLE DE M.O	4.000	4.000	4.200	3.400	4.400	4.200	4.600	4.200	4.000	4.400	4.000	4.000
C. VARIABLE DE MATERIALES	9.053	9.053	9.505	7.695	9.958	9.505	10.411	9.505	9.053	9.958	9.053	9.053
C FIJO DE M.O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C FIJO DE MANTENIMIENTO	2.800	2.800	2.800	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400
COSTO VARIABLE DE M.O (MANT ESP)	4.000	4.000	4.200	3.400	4.400	4.200	4.600	4.200	4.000	4.400	4.000	4.000
COSTOS FIJOS M.O (MANT ESP)	2.716	2.716	2.852	2.308	2.987	2.852	3.123	2.852	2.716	2.987	2.716	2.716
C VARIABLE DE MATERIALES (MANT ESP)	5.053	5.053	5.305	4.295	5.558	5.305	5.811	5.305	5.053	5.558	5.053	5.053
C F MATERIALES(MANT ESP)	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338	6.338
C TOTAL (MANT ESP) SUB CONTRATACION	18.106	18.106	18.695	16.341	19.283	18.695	19.872	18.695	18.106	19.283	18.106	18.106
C MANO DE OBRA (MANT PREV. GEN)	0	0	4.000	0	0	4.000	0	0	4.000	0	0	4.000
C MATERIALES (MANT PREV. GEN)	0	0	5.054	0	0	5.054	0	0	5.054	0	0	5.054
C TOTAL (MANT PREV GEN)	0	0	9.054	0	0	9.054	0	0	9.054	0	0	9.054
COSTOS TOTALES DE M.O	10.716	10.716	15.252	9.108	11.787	15.252	12.323	11.252	14.716	11.787	10.716	14.716
COSTOS TOTALES DE MATERIALES	23.243	23.243	29.003	26.728	30.254	34.603	30.959	29.549	33.897	30.254	28.843	33.897
COSTOS VARIABLES TOTALES	22.106	22.106	23.211	18.790	24.316	23.211	25.421	23.211	22.106	24.316	22.106	22.106
COSTOS FIJOS TOTALES	11.854	11.854	15.989	17.046	17.725	21.589	17.861	17.589	21.454	17.725	17.454	21.454
COSTOS TOTALES	33.959	33.959	39.200	35.836	42.041	44.800	43.282	40.800	43.559	42.041	39.559	43.559

Después de la realización obtuvimos el siguiente resultado:

La inversión del mantenimiento preventivo es de C\$ 33959 que no sobrepasa el 10% del costo real de la máquina, esto significa que es rentable invertir en mantenimiento preventivo.

TABLA No. 2

MES	COSTO M.O TOTALES	TOTAL H-H	OBRERO REQUERIDO	NO. DE OBREROS	COSTO REAL DE M.O
Enero	10.716	429	2,977	3	12.000
Febrero	10.716	429	2,977	3	12.000
Marzo	15.252	610	4,237	4	16.000
Abril	9.108	364	2,530	3	12.000
Mayo	11.787	471	3,274	4	16.000
Junio	15.252	610	4,237	4	16.000
Julio	12.323	493	3,423	3	12.000
Agosto	11.252	450	3,125	3	12.000
Septiembre	14.716	589	4,088	4	16.000
Octubre	11.787	471	3,274	3	12.000
Noviembre	10.716	429	2,977	3	12.000
Diciembre	14.716	589	4,088	4	16.000

Esta tabla nos indica cuantos obreros requerimos para la realización del mantenimiento desde los costos totales de mano de obra de la tabla anterior.

13. Conclusiones

Basados en las diferentes evaluaciones, observaciones y análisis realizados para la elaboración de este programa de mantenimiento preventivo, se concluye que:

Gracias a la evolución del mercado y a las nuevas exigencias en la calidad, productividad y optimización de los procesos, la empresa necesita afianzarse en el mercado local y a la vez expandirse dentro de este, para ello se ve en la necesidad de regular sus gastos de producción y de mantenimiento.

Es necesaria la implementación de un programa o régimen de mantenimiento preventivo y garantizar para ello que todo el personal forme parte de este proceso, garantizando así su cumplimiento.

No contar con un operario a nivel interno que esté capacitado para realizar el mantenimiento incrementa el tiempo de paro de la máquina cuando se presenta algún tipo de avería o falla.

No delimitar un área determinada para almacenar los repuestos, herramientas e insumos para el mantenimiento dificulta esta tarea.

No llevar un registro del mantenimiento realizado a la máquina y un archivo de los diferentes procedimientos realizados, entorpece la labor de programación del mantenimiento

14. Recomendaciones

Basados en los datos concluyentes en este documento, se recomienda a Bordados Nicaragua:

La implementación de las estrategias que dan lugar al TPM o Mantenimiento Productivo Total, que es un sistema que permite optimizar los procesos de producción de una organización, mejorando su capacidad competitiva con la participación de todos sus miembros.

Implementar este modelo de programa de mantenimiento preventivo como una herramienta útil para agilizar el proceso de mantenimiento que a la vez garantizara la disminución en los costos, calidad en el producto y prolongación de la vida útil del equipo.

Promover en el personal a cargo del funcionamiento de la máquina la práctica del mantenimiento preventivo como parte esencial del proceso productivo.

Contemplar la factibilidad de designar a un operario encargado del mantenimiento para poder garantizar la disminución de los tiempos de paro de la máquina a causa de fallas o desperfectos.

Delimitar un área para almacenar o ubicar las herramientas, repuestos e insumos para la realización del mantenimiento.

Llevar un control ordenado y periódico del mantenimiento que se realiza a la maquinaria, valiéndose de las herramientas que este programa proporciona.