



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA EMPRESA MULTIMUEBLES PUJILÍ DEL
CANTÓN PUJILÍ EN EL AÑO 2019”**

Trabajo de Titulación bajo la modalidad de Propuesta Metodológica, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

Autor

Semblantes Paredes Mario Israel

Tutor

Ing. Cruz Villacís Juan Serafín, Mg.

AMBATO – ECUADOR

2019

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, SEMBLANTES PAREDES MARIO ISRAEL, declaro ser el autor del Trabajo de Titulación con el nombre “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA MULTIMUEBLES PUJILÍ DEL CANTÓN PUJILÍ EN EL AÑO 2019”, como requisito para la obtención del título de INGENIERO INDUSTRIAL y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta investigación a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de esta investigación en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios educativos. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta investigación, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta investigación en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, 30 de septiembre del 2019 firmo conforme:

Autor: Semblantes Paredes Mario Israel

Firma:

Número de Cédula: 050401103-2

Dirección: Av. José María Velasco Ibarra y José Joaquín de Olmedo 6-50 Pujilí

Correo Electrónico: israel0025@hotmail.com.

Teléfonos: 03-2723882/0999733430/0960102502

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación bajo la Modalidad de Propuesta Metodológica titulado “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA MULTIMUEBLES PUJILÍ DEL CANTÓN PUJILÍ EN EL AÑO 2019” presentado por el estudiante Mario Israel Semblantes Paredes, para la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 30 de septiembre del 2019

Ing. Cruz Villacís Juan Serafín. Mg

DOCENTE TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo SEMBLANTES PAREDES MARIO ISRAEL con C.I. 050401103-2, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 30 de septiembre del 2019

Semblantes Paredes Mario Israel
050401103-2

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación bajo la Modalidad de Propuesta Metodológica, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, sobre el Tema: **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA MULTIMUEBLES PUJILÍ DEL CANTÓN PUJILÍ EN EL AÑO 2019.**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 30 de septiembre del 2019

Ing. Saá Tapia Fernando David, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Varela Aldás José Luis, Mg.
VOCAL

Dr. Ayala Chauvin Manuel Ignacio
VOCAL

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mis padres Mario y Georgina, por quienes hoy soy lo que soy, por el apoyo, consejos, comprensión, amor y el sacrificio diario demostrado en este largo camino, ellos que me supieron guiar como persona, con buenos valores y principios claves para alcanzar mi meta tan anhelada.

A mis hermanas Irlanda y Lady; a mi cuñado y a mis sobrinas por sus palabras diarias de aliento y superación, a Melanie quien ha sido una persona que me ha sabido ayudar a seguir adelante con mis objetivos; ya que ustedes son mi razón de salir adelante y vencer cualquier obstáculo que se me presente, muchas gracias por su apoyo incondicional.

Dios los Bendiga.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por concederme la vida y la familia tan maravillosa que tengo, por darme coraje y fuerzas para ir diariamente luchando contra todo obstáculo para poder alcanzar todas mis metas propuestas, por las bendiciones recibidas en todo mi trayecto educativo para llegar a este gran objetivo.

A mis Padres, que mediante su gran esfuerzo y sacrificio diario me brindaron su apoyo incondicional y me supieron sacar adelante con sus consejos, gracias por ser el motor que me impulsa a seguir adelante.

A la Universidad Tecnológica Indoamérica, en especial a la Facultad de Ingeniería Industrial y a todos sus docentes que la conforman, quienes con gran sabiduría y paciencia compartieron sus conocimientos para culminar mi formación profesional.

Mi sincero agradecimiento al Ing. Juan Cruz. Mg, quien con su cátedra y asesoramiento hizo posible que esta investigación se haya culminado con éxito.

Mi más sincero agradecimiento al Lic. Henry Heredia, quien me supo abrir las puertas de su empresa para realizar este trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR EL REPOSITORIO DIGITAL	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv
ABSTRACT	xvi

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES	3
JUSTIFICACIÓN.....	6
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	8
IDENTIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS.....	9
PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	9
REGISTROS DE FALLOS	16
ÁREA DE ESTUDIO	18
MODELO OPERATIVO DE LA PROPUESTA.....	20
DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO.....	21

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA	23
ANTECEDENTES	23
BASE LEGAL	23
UBICACIÓN Y CODIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA	24
ANÁLISIS DE LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS	25
DEFINICIÓN DE LA CRITICIDAD	25
CÁLCULO DE LA CRITICIDAD	26
APLICACIÓN DE LA EXPRESIÓN OBTENIDA PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	28
MODELO DE CRITICIDAD SEMICUANTITATIVO “MCR” (MATRIZ DE CRITICIDAD POR RIESGO)	29
SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	30
FICHA TÉCNICA.....	30
CARTA Y CONTROL DE LUBRICACIÓN	31
HOJA DE ANÁLISIS DE MODOS DE EFECTOS Y FALLOS (AMEF)	31
PROPUESTA DEL ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA EMPRESA. ...	33
HISTORIAL DE FALLAS.....	34
HISTORIAL DE FALLOS DE LA MAQUINARIA	35
GESTIÓN DE REPUESTOS	37
FIABILIDAD	38
CÁLCULOS DE FIABILIDAD.....	53
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	54
ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO	60
COSTOS FIJOS.....	60
COSTOS VARIABLES	61
COSTOS FINANCIEROS.....	62
COSTO DE FALLO	63
CURVA “S” DEL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	65

CURVA “S” PROGRESO DE LOS COSTOS	67
PLAN DE MANTENIMIENTO	68

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Clasificación de las Máquinas de Producción de Muebles.....	9
Tabla 2.- Registro de Fallos.....	17
Tabla 3.- Datos de la empresa.....	19
Tabla 4.- Lista y codificación de las maquinarias con las que cuenta la empresa "MULTIMUEBLES PUJILÍ"	24
Tabla 5.- Niveles y puntuaciones asignadas a cada aspecto	27
Tabla 6.- Resultados de evaluación de criticidad de la maquinaria de la empresa "MULTIMUEBLES PUJILÍ"	28
Tabla 7.- Matriz de Criticidad propuesta por el Modelo MCR.	29
Tabla 8.- Criticidad de las máquinas.	30
Tabla 9.- Modo de Fallo.....	32
Tabla 10.- Clasificación de la frecuencia/probabilidad de ocurrencia del modo de fallo.....	32
Tabla 11.- Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo	33
Tabla 12.- Historial de fallos de la maquinaria	35
Tabla 13.- Lista de repuestos de producción de muebles	37
Tabla 14.- Datos de Fiabilidad maquina circular	42
Tabla 15.- Datos de Fiabilidad Cepilladora	43
Tabla 16.- Datos de Fiabilidad Máquina Múltiple	44
Tabla 17.- Datos de Fiabilidad Regruesadora.....	45
Tabla 18.- Datos de Fiabilidad Sierra de Cinta	46
Tabla 19.- Datos de Fiabilidad Tupi o trompo	47
Tabla 20.- Datos de Fiabilidad Tronzadora	48
Tabla 21.- Datos de Fiabilidad Canteadora	49
Tabla 22.- Datos de Fiabilidad Torno de madera	50
Tabla 23.- Resumen de fiabilidad de las maquinarias.....	51
Tabla 24.- Cronograma de Actividades	56
Tabla 25.- Cronograma de mantenimiento general	57
Tabla 26.- Mano de obra directa de la empresa.....	60
Tabla 27.- Lista de Herramientas de la empresa	60

Tabla 28.- Costos variables de la empresa.....	61
Tabla 29.- Costos financieros de la empresa	62
Tabla 30.- Costo de falla anual	63
Tabla 31.- Resumen de costos de mantenimiento	64
Tabla 32.- Progreso del proyecto.....	65
Tabla 33. Progreso de los costos	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Proceso productivo MULTIMUEBLES PUJILÍ	10
Figura 2.- Marcaje de madera.....	11
Figura 3.- Tronzado.....	12
Figura 4.- Cepillado	13
Figura 5.- Regruessado	13
Figura 6.- Moldurado y fresado.....	14
Figura 7.- Taladrado y escopleado	15
Figura 8.- Torneado.....	15
Figura 9: Ubicación de la Empresa	19
Figura 10.- Modelo Operativo	20
Figura 11. Organigrama Estructural.....	34
Figura 12.- Subsistemas para el cálculo de fiabilidad.....	52
Figura 13.- Relación de costos	65
Figura 14.- Curva "S" del desarrollo del proyecto	66
Figura 15.- Curva "S" progreso de los costos.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Ficha Técnica de Mantenimiento Máquina Circular	77
Anexo 2.- Carta de Lubricación Máquina Circular	78
Anexo 3.- Control de Lubricación Máquina Circular	79
Anexo 4.- Ficha Técnica de Mantenimiento Cepilladora	80
Anexo 5.- Carta de Lubricación Cepilladora.....	81
Anexo 6.- Control de Lubricación Cepilladora	82
Anexo 7.- Ficha Técnica de Mantenimiento Máquina Múltiple	83
Anexo 8.- Carta de Lubricación Máquina Múltiple.....	84
Anexo 9.- Control de Lubricación Máquina Múltiple	85
Anexo 10.- Ficha Técnica de Mantenimiento Regruesadora	86
Anexo 11.- Carta de Lubricación Regruesadora	87
Anexo 12.- Control de Lubricación Regruesadora	88
Anexo 13.- Ficha Técnica de Mantenimiento Sierra de cinta	89
Anexo 14.- Carta de Lubricación Sierra de Cinta	90
Anexo 15.- Control de Lubricación Sierra de Cinta	91
Anexo 16.- Ficha Técnica de Mantenimiento Tupi	92
Anexo 17.- Carta de Lubricación Tupi	93
Anexo 18.- Control de Lubricación Tupi	94
Anexo 19.- Ficha Técnica de Mantenimiento Tronzadora	95
Anexo 20.- Carta de Lubricación Tronzadora.....	96
Anexo 21.- Control de Lubricación Tronzadora	97
Anexo 22.- Ficha Técnica de Mantenimiento Canteadora	98
Anexo 23.- Carta de Lubricación Canteadora	99
Anexo 24.- Control de Lubricación Canteadora	100
Anexo 25.- Ficha Técnica de Mantenimiento Torno de Madera	101
Anexo 26.- Carta de Lubricación Torno de Madera	102
Anexo 27.- Control de Lubricación Torno de Madera	103
Anexo 28.- Layout de la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ; Error! Marcador no definido.	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA MULTIMUEBLES PUJILÍ DEL CANTÓN PUJILÍ EN EL AÑO 2019.

AUTOR: Semblantes Paredes Mario Israel

TUTOR: Ing. Cruz Villacís Juan Serafín. Mg

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para la empresa “MULTIMUEBLES PUJILÍ” del cantón Pujilí. Se identificó como problema principal la ausencia de un sistema de mantenimiento preventivo en la empresa, así como de un manual del uso adecuado de las maquinarias, motivo por el cual se producen averías y fallos constantes que ocasionan paros en la producción, lo cual representa pérdidas económicas a la misma. La metodología que se utiliza para el levantamiento de información se basó en la revisión de los incidentes de fallos de la empresa, con lo cual se pudo evidenciar la carencia de un historial de mantenimiento. Además, se realizó una investigación de campo, para evaluar las condiciones de las maquinarias, para lo cual se aplicó un modelo semi-cuantitativo, dando como resultado una lista ponderada de criticidad de todos los equipos. Con la información obtenida se concluyó que las maquinarias de la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ presentan entre 40 y 50 horas de fallo al mes, por lo cual es necesario implementar un sistema de mantenimiento preventivo para disminuir las averías y paros en la producción. Para esto, se propone un cronograma anual de mantenimiento de maquinarias, en donde se incluya los costos, con lo cual se pretende alargar la vida útil de la maquinaria y disminuir la frecuencia de fallos.

DESCRIPTORES: fallas, mantenimiento, maquinaria, mejora continua, producción.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME: DEVELOPMENT OF A PREVENTIVE MAINTENANCE SYSTEM FOR MULTIMUEBLES PUJILÍ OF THE PUJILÍ CANTON IN THE YEAR 2019.

AUTHOR: Semblantes Paredes Mario Israel

TUTOR: Ing. Cruz Villacís Juan Serafín. Mg

ABSTRACT

The purpose of this research is to develop a preventive maintenance management system for “MULTIMUEBLES PUJILÍ” of the Pujilí canton. The main problem was the absence of a preventive maintenance system in the company, as well as a manual of the proper use of the machinery, which is why there are constant breakdowns and failures that cause production stoppages, which represents economic losses. The methodology used for the collection of information was based on the review of the company's failure incidents, which showed the lack of a maintenance history. In addition, a field investigation was carried out to evaluate the conditions of the machinery, for which a semi-quantitative model was applied, resulting in a critically weighted list of all equipment. With the information obtained, it was concluded that the machinery of MULTIMUEBLES PUJILÍ has between 40 and 50 hours of failure per month, so it is necessary to implement a preventive maintenance system to reduce breakdowns and production stoppages. For this, an annual machinery maintenance schedule is proposed, where costs are included, which is intended to extend the life of the machinery and reduce the frequency of failures.

KEYWORDS: failures, maintenance, machinery, continuous improvement, production.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En un mundo de globalización de los mercados, las empresas se han visto en la necesidad de cumplir con estándares de calidad que les permitan ser competitivas a nivel regional, nacional e internacional, por lo cual es indispensable contar con un apropiado plan de mantenimiento que les ayude a conservar sus equipos, herramientas e instalaciones en las mejores condiciones de operación. Es por ello que con el pasar de los años, los empresarios han entendido la importancia que tiene mantener un correcto funcionamiento de los equipos que intervienen en el sistema de producción en relación a las ganancias (Olarte, y otros, 2010). De esta forma, el establecimiento de una serie de rutinas de inspecciones periódicas actualmente significa para la industria un valioso elemento de ahorro de costes, debido a que con ello se minimiza los correctivos y evita los paros imprevistos del proceso de producción. Hoy la industria prefiere asumir los costes de esta periodicidad en las revisiones y en el cambio de piezas como una inversión en la optimización de procesos para alcanzar una mejor rentabilidad, con el fin de detectar posibles defectos futuros que sean corregidos anticipadamente (Daluz, 2010).

En el Ecuador, la tendencia de la economía impulsa a adquirir nuevas y sofisticadas herramientas que permitan mejorar sus procesos de producción, sin embargo no se implementan las medidas adecuadas para encontrar una solución viable debido a que consideran que son gastos de recursos y dinero innecesarios,

pero no toman en cuenta que las paradas imprevistas en la línea de producción demoran el cumplimiento de las metas propuestas y en consecuencia representan grandes pérdidas para la empresa por la presencia de productos defectuosos y pérdida de clientes, pues un servicio y producto de calidad obliga a que el equipo que se utiliza opere correcta y continuamente (Vásquez, y otros, 2015). A esta misma realidad se enfrentan las empresas dedicadas a la elaboración de muebles, ya que manejan poca información técnica de sus maquinarias y de la tecnología usada para su proceso productivo, lo que origina desperfectos inesperados que generan tiempos improductivos acarreado costos financieros altos.

En la provincia de Cotopaxi existen pequeñas y medianas empresas que se dedican a la construcción de muebles, puertas, ventanas, pisos de madera, sin embargo, debido a que operan de manera artesanal no cuentan con un plan de mantenimiento que se adapten a las actividades y necesidades del lugar, teniendo en cuenta el tamaño, la ubicación y el tipo de maquinaria que posee. De acuerdo a lo descrito se determina la necesidad de implementar un sistema y un manual del correcto uso y aplicación del mantenimiento preventivo en la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ, ya que en la industria de la madera y metalmecánica son muchos los fallos o averías que se pueden presentar en las máquinas debido al sobreesfuerzo o malas conexiones de las mismas, por lo cual se genera paros indebidos de la producción, por esta razón es importante aplicar e implementar un sistema de mantenimiento preventivo para toda la empresa para que se tomen precauciones antes dichos posibles fallos.

ANTECEDENTES

Para la presente investigación se consideraron como referencia trabajos realizados previamente que se relacionan con la temática de estudio, los mismos que se evidencian a continuación:

Cervantes (2011) en su investigación denominada “Plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria del departamento de marcos y molduras en la empresa Antiguo Arte Europeos S.A de C.V” tuvo como objetivo desarrollar un plan de mantenimiento para los equipos de M y M que contribuya a mejorar las operaciones de producción, para lo cual se partió de un estudio de la situación actual del mantenimiento, así como la revisión y análisis de documentos e historial de vida de los equipos. Esta investigación tuvo las siguientes conclusiones:

1. El mantenimiento de equipos, infraestructura, herramientas y maquinarias representa una inversión que genera ganancias a las empresas, debido a que repercute en la mejora de la producción y en la disminución de índices de siniestralidad de los trabajadores,
2. El uso de un sistema de mantenimiento preventivo minimiza el riesgo de falla y en consecuencia disminuyen los costos de operación comparado con los procesos del mantenimiento correctivo.
3. De acuerdo a ello se determinó la importancia realizar de manera constante la re-evaluación de las actividades de mantenimiento preventivo para evitar incurrir en costos adicionales.

De igual forma Barco (2017) en su investigación con el tema “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa tejidos Global S.A.C del distrito de ATE Vitarte, Lima 2017”, la cual tuvo por objetivo mejorar la productividad de los tejidos crudos de punto a través del aumento de tiempos normales de trabajo de las máquinas circulares, para incrementar los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de máquinas y reducción de paradas no programadas, en la cual se concluyó lo siguiente:

1. La aplicación del mantenimiento preventivo evidencia mejoras en la productividad del proceso que realiza la empresa, lo cual se reflejó con la comparación de las H-maquina producida antes de la aplicación del plan que era de un 56.44%, mientras que después fue de 68, 98% , por lo cual se pudo observar el 22,23 % de incremento de la productividad, debido a que se redujo los eventos no planificados o también llamadas paradas correctivas.
2. El mantenimiento preventivo optimiza la eficiencia de las maquinarias circulares, debido a la utilización de herramientas como: las fichas de mantenimiento mensual, bimestral, y trimestral; así también aumenta la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria aumentando las horas de trabajo y su repercusión de su producción.
3. De igual forma en cuanto a los costos de mantenimiento antes y después de la aplicación del plan preventivo en la empresa, se evidenció la reducción de los mismos, debido a que anteriormente los repuestos se compraban en cuanto se presentaba la falla, lo que representaba, pero de maquinaria y en consecuencia de la producción.

Así también es considerada la investigación de Angarita (2016) denominada “Propuesta de implementación de plan de mantenimiento preventivo orientado para Mobliformas S.A.S” en la cual se determinó que las máquinas se encuentran estado crítico y semi-crítico, ya que las fallas son repetitivas y potenciales, las mismas que generan un decreciente en la calidad del producto, malestar en los operarios, gastos adicionales a la empresa, por lo cual se estableció un plan de mantenimiento preventivo para ayudar a llevar una programación y planificación de las actividades a realizar a cada una de las máquina. Esta investigación concluyó lo siguiente:

1. Es necesario reestructurar la contabilización de lo relacionado al mantenimiento, para así obtener mayor información y hacer un mejor análisis de esta.

2. Se evidencia la necesidad de realizar actividades de mantenimiento preventivo los fines de semana, para que exista mayor aprovechamiento y disponibilidad de las máquinas.
3. Es importante establecer una persona que siga el programa de mantenimiento a cabalidad, dando cumplimiento a este y fomentando al personal la necesidad de cuidar las maquinarias y equipos.

Dichas investigaciones se toman como referencia para la realización del presente trabajo cuya finalidad es analizar e implementar un sistema de mantenimiento preventivo en las máquinas de la empresa “MULTIMUEBLES PUJILÍ” de tal forma que se pueda identificar las necesidades, prevenir fallos o averías en las máquinas, para lograr el funcionamiento óptimo de cada una de estas.

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de investigación es de gran **importancia** debido a que la implementación del sistema de mantenimiento preventivo en la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ contribuye a la reducción de fallas o averías en las diferentes máquinas del lugar, puesto que estos problemas representan altos costos de mantenimiento correctivo y adquisición de nuevas máquinas, por lo cual es necesario invertir parte de los recursos de la empresa para mejorar su área de mantenimiento, dotando de personal calificado que garantice la operación óptima de su proceso de producción.

La implementación de un sistema de mantenimiento preventivo es de gran **impacto** debido representa una herramienta eficaz y práctica para el control y mantenimiento de las condiciones y del estado de la infraestructura de la empresa, considerando la necesidad de mejorar continuamente e incrementar su eficiencia para así alcanzar los objetivos de la misma, optimizando el desempeño de los equipos y los requerimientos de un entorno que se convierte cada vez más competitivo, por lo cual es importante disponer de métodos apropiados para responder a los requisitos de producción.

La investigación es de gran **utilidad** debido a que se pretende mitigar o prevenir los inconvenientes de fallos o averías en las maquinas utilizadas en la fabricación de muebles, incorporando nuevos sistemas que permitan mejorar la productividad, reducir los costos y sobre todo prolongar la vida útil de los equipos para poder cumplir con los procesos de producción, introduciendo de esta manera un proyecto en el ámbito de seguridad y garantía.

El estudio generará grandes **beneficios**, tales como la reducción de forma parcial o permanente de un cierto porcentaje las incidencias de fallos y averías de las máquinas de la empresa, gracias a la revisión e inspección continua de las mismas, lo cual favorecerá de manera directa a los dirigentes, los trabajadores y clientes; y en definitiva a la situación económica de la empresa.

La aplicación de la presente investigación es totalmente **factible** debido a que el investigador posee los recursos necesarios, tanto económicos como humanos para su desarrollo, además se tiene toda la disponibilidad de los dueños de la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ para proporcionar la información necesaria, así como también cuenta con los conocimientos teóricos y prácticos que se han adquirido durante toda la etapa académica, lo cual facilitará el alcance de los objetivos planteados.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para la empresa “MULTIMUEBLES PUJILÍ” del cantón Pujilí en el año 2019.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar información con respecto a la incidencia de fallos previos mediante las visitas técnicas periódicas a la empresa para obtener datos reales de las máquinas para madera.
- Realizar un estudio de fiabilidad de los componentes críticos de cada máquina con la información recolectada para identificar cuales están más propensas a fallos.
- Desarrollar el plan de mantenimiento preventivo con los datos reales de cada máquina para la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ para disminuir el número de averías.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa “MULTIMUEBLES PUJILÍ” fue creada por el Lic. Henry Heredia en el año 2000 en el Cantón La Maná, empezando como un pequeño taller de carpintería dedicado a la fabricación de muebles de dormitorio. Con el pasar del tiempo vio la necesidad de auto superarse para lo cual realizó un préstamo bancario en el año 2004 y se trasladó cantón Pujilí con la decisión de emprender su nuevo establecimiento aun produciendo muebles de dormitorio. Después de dos años surgió la necesidad de cambiar el tipo de producción debido a que la demanda de muebles de dormitorio no era tan alta, para lo cual implementó una nueva línea de fabricación de todos los tipos de muebles tales como de oficina, escolares, de dormitorio, etc., al paso de unos años tuvo la idea de innovar el mercado implementando un producto tal como la fabricación y comercialización de basureros metálicos. Para su fabricación fue necesario la implementación de nuevas maquinarias que realizan el proceso de forma tecnificada, hasta la fecha la empresa comercializa sus muebles y basureros metálicos a entidades e instituciones gubernamentales como los Municipios de los Cantones de Pujilí y La Maná e Instituciones Educativas de dichos cantones (Heredia, 2019).

La empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ ubicada en el cantón Pujilí, de la provincia de Cotopaxi desde el año 2000 demuestra un cierto crecimiento en el ámbito tanto productivo y comercial, debido a que ha generado una alta tasa de demanda de la fabricación y comercialización de sus distintos productos derivados de la madera. El cumplimiento de dicha demanda y al trabajo de forma artesanal han sido los causales para la falta de mantenimiento en las máquinas del taller,

motivo por el cual se han presentado fallos, averías y paros innecesarios de la producción causados por la fabricación de sus productos. La ausencia de un departamento de mantenimiento que cuente con personal profesional y capacitado en la rama de mantenimiento preventivo o en general del mantenimiento de las máquinas existentes en la empresa, se pueden generar daños que ocasionen el paro de la producción de sus muebles por días o en ciertos casos por semanas según sea el daño de la máquina (Heredia, 2019).

IDENTIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS

En la Tabla 1, a continuación, se muestra detalla la lista de las maquinarias, además de apreciar la falta de identificación de cada una de estas:

Tabla 1.- Clasificación de las Máquinas de Producción de Muebles

ABREVIATURA	MÁQUINA	MARCA	FICHA TÉCNICA
1	Máquina circular	DeWALT	No tiene
2	Cepilladora	DeWALT	No tiene
3	Máquina múltiple	ZICAR	No tiene
4	Regruesadora	DeWALT	No tiene
5	Sierra de cinta	Makita	No tiene
6	Tupi o trompo	LOMBARTE	No tiene
7	Tronzadora	DeWALT	No tiene
8	Canteadora	DELTA	No tiene
9	Torno de madera	Century	No tiene

Fuente: Semblantes I, 2019

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede manifestar que las máquinas de la empresa no poseen identificación, tampoco tienen una ficha técnica de mantenimiento.

PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción es definido como el conjunto de actividades mediante las cuales se transforman un producto. Dicha transformación crea riqueza, es decir añade valor a los componentes o inputs que adquiere la empresa. “El material

comprado es más valioso y aumenta su potencialidad para satisfacer las necesidades de los clientes a medida que avanza a través del proceso de producción” (Mayorga, y otros, 2015), esto quiere decir que es muy importante que en los procesos se identifiquen todos los componentes que se requieren para obtener el producto final u output.

De acuerdo a lo expuesto, en el Figura 1 se detalla el proceso de producción que mantiene la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ:

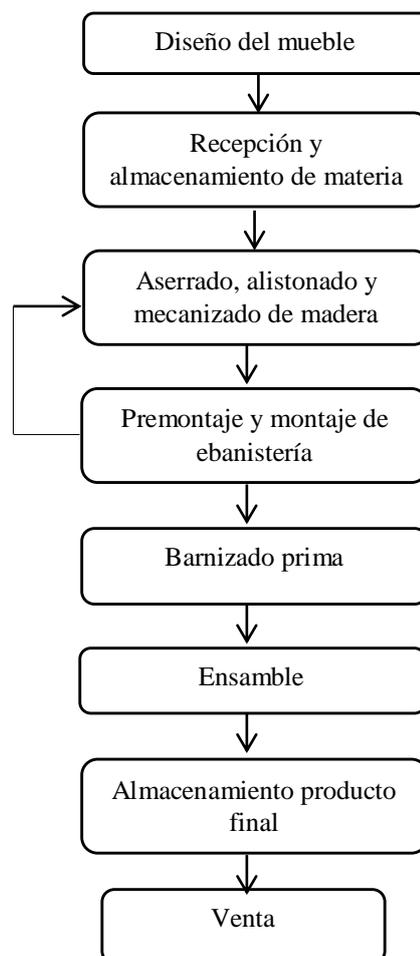


Figura 1.- Proceso productivo MULTIMUEBLES PUJILÍ
Fuente: Semblantes I, 2019

Descripción del proceso

1. Recepción de materia

La empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ posee una bodega donde se almacena la materia prima como la madera, tableros, barnices, tintes, disolventes, materiales

como las lijas, esponjas, colas, material de embalaje, entre otras, los cuales son utilizados de acuerdo al tipo de mueble que se va a confeccionar.

2. Mecanizado de la madera

El mecanizado de la madera permite obtener piezas o tablonces de diversas dimensiones y formas preestablecidas de acuerdo al mueble que se va a fabricar. Para este proceso se requiere de actividades como el marcaje, tronzado, aserrado, cepillado, regruesado, corte de acuerdo a la medida, taladrado, torneado, entre otras.

A continuación, se describe dichos procesos:

2.1. Marcaje

Este proceso permite marcar los defectos de la superficie de la madera que va a ser utilizada para la fabricación del mueble, las cuales son realizadas sobre la madera maciza y seca (Figura 2). Los tablonces se suministran de acuerdo a espesores que ya vienen previamente normalizados que son de: 22mm, 28mm, 32mm, 38mm, 50mm, 60mm, entre otros.



Figura 2.- Marcaje de madera
Fuente: Semblantes I, 2019

La elección del espesor del tablón depende exclusivamente del grueso de la pieza que se desea fabricar, considerando que hay que sobredimensionarlo debido a que durante el proceso de elaboración se pierde el grosor, pues la pieza es sometida a diversos procesos.

2.2.Tronzado

En este proceso se realiza el ajuste de la longitud del tablón o tabla, a través de un corte transversal al eje longitudinal del tablón y a la malla de madera, este proceso se puede visualizar en la figura 3.



Figura 3.- Tronzado
Fuente: Semblantes I, 2019

2.3.Aserrado

En este proceso se realiza el corte en sentido longitudinal con la finalidad de dar hilos, es decir, listones de ancho próximo al que debe poseer la pieza que se está fabricando, de acuerdo al marcaje previo.

2.4.Cepillado

Esta operación consiste en aplanar una superficie con la utilización de una herramienta de corte, con la finalidad de obtener una superficie lisa completamente. En este proceso se obtienen una cara plana de cada uno de los listones obtenidos; en ciertos casos, con referencia a esa misma cara, se cepilla otra cara perpendicular a la anterior, proceso que se puede visualizar en la figura 4. Para el caso de las piezas que proceden del troceado se aplanar una cara, sobre la que se va a asentar la pieza y sobre la cual se realizará posteriormente el reguesado, con lo cual se obtiene dos caras planas paralelas se acuerdo al espesor que se desea.



Figura 4.- Cepillado
Fuente: Semblantes I, 2019

2.5. Regruesado

Una vez que las caras de la pieza se encuentran lisa, se la lleva a la regruesadora para aplanar (Ver figura 5), con respecto a la cara o caras cepilladas, las demás caras que falta, dimensionando el grueso, ancho de acuerdo a las medidas adecuadas.

Para que no existan problemas en la regruesadora, se requiere que las piezas se encuentren perfectamente cepilladas, ya que los dispositivos de avance y de presión de la máquina las comprimen bajo el árbol portacuchillas contra la mesa, motivo por el cual, si existe alguna irregularidad en la parte inferior, la misma aparecerá en la parte superior regruesada.



Figura 5.- Regruesado
Fuente: Semblantes I, 2019

2.6. Corte a medida

Es la operación de corte de la cual se obtiene las dimensiones exactas, tanto en longitud, ancho o de acuerdo a la figura que se necesita obtener. Si se parte de las

piezas que han sido previamente cepilladas, regruesadas, dimensionadas tanto en espesor y anchura, el corte longitudinal dimensiona la pieza también en longitudinal obteniendo de esa forma la pieza a medida.

2.7.Moldurado y fresado

Este proceso consiste en el mecanizado en las superficies de las piezas, por medio de una herramienta de corte, para mejorar su estética, esta operación es llamada comúnmente fresado, mientras que el moldurado consiste en realizar mecanizados con relieve. Existen una variedad de procesos que se pueden realizar dependiendo del tipo de figura que se desee conseguir, para lo cual se requiere un tipo de fresa diferente para cada caso como se puede observar en la figura 6.



Figura 6.- Moldurado y fresado.

Fuente: Semblantes I, 2019

2.8.Taladrado y escopleado

Este proceso se realiza en las caras y cantos de las piezas con la utilización de herramientas como una broca o la fresa, el cual ejecuta un movimiento de rotación o traslación, un orificio o alargado (Iglesias, 2014). El proceso de taladrado consiste en el mecanizado de agujeros cilíndricos, mientras que el escopleado tienen que ver con el mecanizado de agujeros de forma alargada o corridos. Los taladros o escoplos como los que se observan en la figura 7, por lo general se utilizan con el objetivo de insertar los mechones para el encolado o para realizar el acoplamiento de otros elementos de ensamble, soporte, entre otros.



Figura 7.- Taladrado y escopleado
Fuente: Semblantes I, 2019

2.9. Torneado

Este proceso se realiza con la finalidad de darle forma redondeada a la pieza, obteniendo como resultado una sección circular de forma homogénea. Consiste principalmente en hacer girar la pieza a gran velocidad mientras una herramienta de corte se mueve en sentido longitudinal, la misma que se puede visualizar en la figura 8.



Figura 8.- Torneado
Fuente: Semblantes I, 2019

3. Pre-encolado

Una vez que las piezas han pasado por los procesos mencionados, se pre encolan entre sí, por lo general se utiliza cola blanca, aunque en ciertos casos no es necesario, como por ejemplo cuando se fabrica cajones. Después del proceso de pre-encolado ciertas piezas son sometidas a un segundo mecanizado, por ejemplo, para la fabricación de armarios y todo tipo de muebles.

4. Ensamble de las piezas

Este proceso consiste en unir dos piezas de madera, cada una con picos cuadrados sobresalientes diferentes de tal forma que puedan coincidir entrelazando sus puntas y formando una pieza uniforme. En el caso en que se construyan pequeños muebles y accesorios de madera se debe utilizar un ensamblaje sencillo, el cual resulta muy útil para dichos procesos.

5. Pintura y decoración

En la etapa final de elaboración del mueble dependerá de los gustos y exigencias de los clientes para la selección de colores y decoraciones, o el análisis de la demanda existente según la temporada, así también para los acabados no se deberá ser muy específico, sino que se debe realizar según las exigencias generales del mercado objetivo.

6. Expedición

Una vez culminado el proceso de elaboración de muebles, estos ya se encuentran listos para su expedición, por lo que se procede a almacenar de manera temporal en la zona de productos acabados, para cargar al vehículo para su transporte hasta su destino correspondiente.

REGISTROS DE FALLOS

Cada una de las máquinas que trabajan dentro de una empresa o sector están destinadas a cumplir funciones asignadas en determinadas condiciones de producción y explotación técnica, sin embargo cuando al menos un parámetro estructural sobrepasa su valor límite, esto puede provocar un deterioro o la pérdida de la capacidad del trabajo de la máquina o las partes que la componen, es por ello que el análisis de fallas tiene como finalidad determinar las causas que han provocado determinadas averías para adoptar medidas preventivas que las

eviten (Shkiliova, y otros, 2011). De acuerdo a este contexto se realizó una investigación del registro de fallas que presentan las máquinas de la empresa “MULTIMUEBLES PUJILÍ”, sin embargo, no se cuenta con el historial de mantenimiento con los repuestos que han sido cambiados de cada una, pues únicamente se pudo recopilar la información de cada cuanto tiempo presentan algún problema que generan paro en la producción. A continuación, en la Tabla 2 se aprecia dicha información.

Tabla 2.- Registro de Fallos

Nº	MAQUINARIA	Nº Fallas	PERIODO DE FALLA
1	Máquina circular	3	Cada 3 o cuatro meses
2	Cepilladora	2	Cada 5 meses
3	Máquina múltiple	3	Cada 4 o 5 meses
4	Regruesadora	1	Una vez al año
5	Sierra de cinta	3	Cada 3 o 4 meses
6	Tupi o trompo	1	Una vez al año
7	Tronzadora	1	Una vez al año
8	Canteadora	2	Cada 5 o 6 meses
9	Torno de madera	2	Dos veces al año

Fuente: Semblantes I, 2019

De acuerdo a estas estadísticas, se ha tomado la iniciativa de implementar un sistema de mantenimiento preventivo para todas las máquinas de la empresa, las cuales son utilizadas para la fabricación de todo tipo de muebles, ya que dichas máquinas al ser sometidas a muchas horas de trabajo continuo pueden desarrollar fallas en sus componentes o averías completas de las mismas, por lo cual sino se realiza un correcto mantenimiento en dicha máquina se puede generar un fallo temporal o en medidas más extremas el paro definitivo de la máquina, lo cual afecta de manera directa la producción y no se pueda cumplir con el pedido realizado por el cliente.

ÁREA DE ESTUDIO

El cantón Pujilí es una entidad territorial localizada en la región interandina del Ecuador, en la Zona Centro-Occidental de la provincia de Cotopaxi, a 10Km al Oeste de la ciudad de Latacunga. La cabecera cantonal se encuentra a 2.961 msnm, en las laderas del monte Sinchahuasín. Se encuentra asentada en un amplio valle con una gran producción agrícola, ganadera y artesanal debido a la fertilidad de su suelo y al trabajo de su gente. La elaboración de cerámica pintada y vidriada, trabajos en madera como puertas, muebles, closets, tallados y esculturas son entre las principales actividades que realizan los artesanos de la localidad (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Cotopaxi, 2015).

Dominio:	Tecnología Empresa, Empleados
Línea de Investigación:	Estudio de la relación entre el ser humano y la tecnología de su entorno
Campo:	Ingeniería Industrial
Área:	Departamento de Producción y Mantenimiento
Aspecto:	Mantenimiento Preventivo
Objetivo del Estudio:	Mantenimiento Preventivo Industrial y Control
Periodo de Análisis:	2019
Empresa	MULTIMUEBLES PUJILÍ
Área de ubicación de la Empresa:	Cotopaxi – Pujilí

A continuación, en el Figura 9 se puede apreciar un mapa del lugar de ubicación de la empresa que es en el cantón Pujilí:

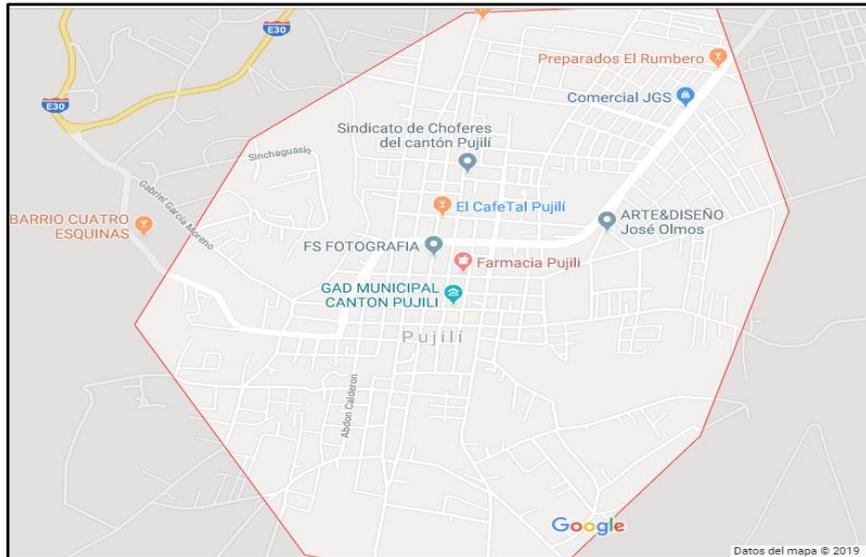


Figura 9: Ubicación de la Empresa
Fuente: Google Maps.

Tabla 3.-Datos de la empresa

N°	PERSONAL O ACCIÓN	SI O NO
1	Persona encargada del mantenimiento de las máquinas	SI
2	Sistema de Mantenimiento	NO
3	Herramientas necesarias para el mantenimiento	NO
4	Departamento de Mantenimiento	NO

Fuente: Semblantes I, 2019

MODELO OPERATIVO DE LA PROPUESTA

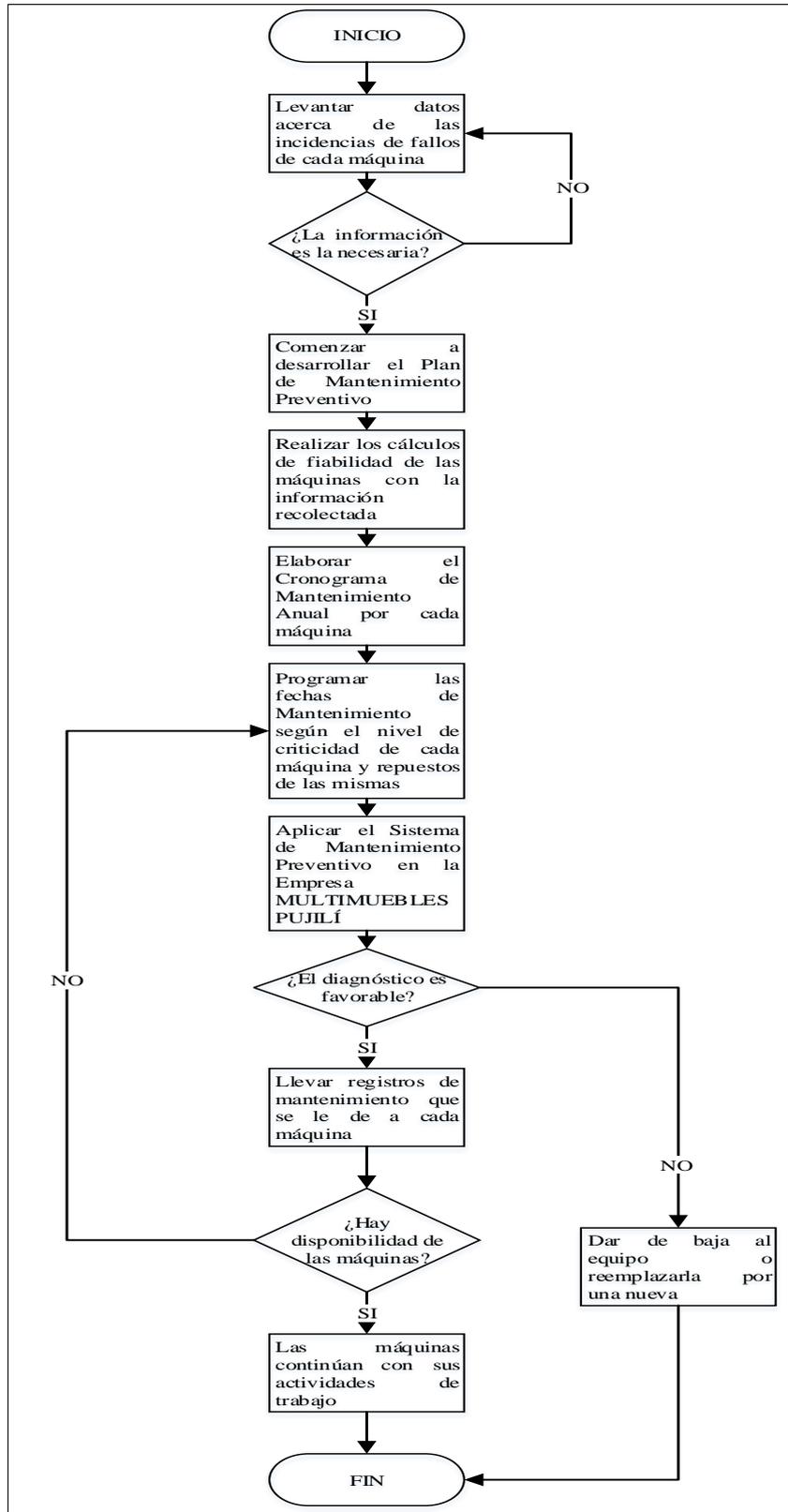


Figura 10.- Modelo Operativo

Fuente: Semblantes I, 2019

DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO

Se procede a las visitas técnicas periódicas a los talleres de la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ en donde se empezará por ir levantando los datos preliminares sobre el número de incidencias de fallos que se han suscitado dentro del proceso de producción de muebles de madera en las distintas máquinas que son utilizadas en dicha empresa.

Mediante los datos recolectados de cada una de las máquinas se procede a verificar si estos ya antes mencionados son los necesarios para poder seguir llevando acabo el desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo o en el caso de que no sean los suficientes se volverá nuevamente a la recolección de datos.

Una vez que ya se encuentren establecidos completamente los datos necesarios de cada una de las máquinas que son utilizadas en el proceso de producción de muebles de madera, se procede al desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo comenzando desde su estructura.

Posterior a ello se desarrolla los cálculos de fiabilidad de cada una de las máquinas que son utilizadas en este proceso con los datos anteriormente mencionados para poder clasificar e identificar de manera concreta y eficaz las máquinas que estén sometidas a un alto esfuerzo de trabajo para así comprobar cuales máquinas tienden a fallar o tener averías con frecuencia.

Luego se elabora un cronograma anual de mantenimiento para cada una de las máquinas, especificando en los mismos los repuestos más críticos que tienden a generar averías a las máquinas y el tiempo de vida útil que tiene cada uno.

Una vez establecidos los cronogramas anuales de mantenimiento de cada una de las máquinas, los cálculos y clasificación por niveles de criticidad, se programa las fechas que deberán ser sometidas dichas máquinas a un mantenimiento preventivo planificado, cumpliendo con los cambios ya establecidos en el cronograma anual mencionado.

Utilizando el cronograma anual de mantenimiento y las fechas establecidas se aplica de una manera correcta y precisa en la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ el Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo.

Mediante una toma de decisión al haber aplicado de una manera correcta y eficaz el mantenimiento de cada una de las máquinas, se verifica si las máquinas tienen un diagnóstico favorable para poder continuar con la aplicación de este Plan de Mantenimiento reemplazando los repuestos dañados de las mismas. En caso contrario de que el diagnóstico de las máquinas no se favorable después de aplicar el Plan de Mantenimiento, dichas maquinas tendrán que ser dadas de baja o ser reemplazadas por unas nuevas según sea el caso.

Se lleva a acabo registros reales del mantenimiento aplicado a cada una de las máquinas una vez que se haya aplicado el Sistema de Mantenimiento Preventivo.

Se procede a controlar cada una de las máquinas una vez que hayan sido sometidas a mantenimiento para verificar si su funcionamiento es el adecuado para que continúe con sus labores de trabajo. En el caso de que su funcionamiento no sea el adecuado para que continúe con sus labores se programará un nuevo mantenimiento para dichas máquinas.

Una vez que se hayan sido controladas y verificadas el buen funcionamiento de cada una de las máquinas, estas proceden a seguir realizando normalmente sus actividades diarias de trabajo.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Partiendo de la situación actual de la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ, se procede al planteamiento de la propuesta para dar cumplimiento a los objetivos y al modelo operativo que se ha establecido en el presente trabajo de investigación.

ANTECEDENTES

BASE LEGAL

En el apartado 6.3 de la norma ISO 9001 del sistema de gestión de calidad hace referencia a la manutención de la infraestructura necesaria para alcanzar y mantener los requisitos previstos para para el servicio o producto ofrecido por la organización, de acuerdo al siguiente apartado (Norma ISO 9001, 2010):

6.3 Infraestructura.

La organización debe establecer, proporcionar y mantener la infraestructura requerida para cumplir la conformidad con los requisitos del producto. La infraestructura incluye a:

- a) Edificios, servicios asociados y espacio de trabajo.
- b) Máquinas para los procesos, (tanto hardware como software), y
- c) Transporte o comunicación (servicios de apoyo).

En una empresa la maquinaria es el objeto más relevante de su infraestructura por lo cual se deja al margen del actual procedimiento de desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

Mediante la norma ISO 9001 apartado “6.3 infraestructura” promueve la aplicación en forma periódica de una política de mantenimiento adecuada a la infraestructura utilizada por la empresa, generando un descenso de paradas imprevistas, manejo adecuado del capital humano, compra sistemática de repuestos y alargamiento de la vida útil de los equipos, lo que concretamente aportan a asegurar el cumplimiento de la conformidad con los requisitos del producto (Norma ISO 9001, 2010).

UBICACIÓN Y CODIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA.

Todos los equipos deben estar dotados de un código que los identifique esto con el objetivo de relacionarlos en un plano (layout), asignarles documentación, crear órdenes de trabajo sobre ellos, etc.

En la Tabla 4 se detalla la lista y codificación de las maquinarias para lo cual se utilizó la abreviatura PMM (Producción de Muebles de Madera) y la numeración de cada una de las maquinarias con las que cuenta la empresa, y en el Anexo 1 se presenta el layout de la misma en donde se puede observar la distribución de la maquinaria dentro del espacio físico

Tabla 4.- Lista y codificación de las maquinarias con las que cuenta la empresa "MULTIMUEBLES PUJILÍ"

MÁQUINA	MARCA	CÓDIGO ALFANUMÉRICO
Máquina circular	DeWALT	PMM-1
Cepilladora	DeWALT	PMM-2
Máquina múltiple	ZICAR	PMM-3
Regruesadora	DeWALT	PMM-4
Sierra de cinta	<i>Makita</i>	PMM-5
Tupi o trompo	LOMBARTE	PMM-6
Tronzadora	DeWALT	PMM-7
Canteadora	DELTA	PMM-8
Torno de madera	Century	PMM-9

Fuente: Semblantes I, 2019

ANÁLISIS DE LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) es un sistema avanzado para la gestión del mantenimiento, se basa un análisis del sistema previo para definir los niveles de criticidad de los distintos equipos que constan cada sistema (Castillo, y otros, 2009).

El RCM impone la necesidad de desarrollar una metodología para el análisis de la criticidad que incluye la obtención de una expresión matemática lo cual permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones de manera acertada y efectiva, puntualizando los recursos y esfuerzos hacia áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional (Castillo, y otros, 2009). Esta metodología permite generar una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo estudiado obteniendo de esta manera tres zonas de clasificación: alta criticidad, media criticidad y baja criticidad.

La finalidad de este tipo de análisis es establecer una jerarquía de procesos, sistemas y equipos permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

DEFINICIÓN DE LA CRITICIDAD

Cálculo numérico determinístico de un sistema, que representa el impacto de falla en cuanto a seguridad, producción o ambiente del proceso al cual pertenece (Hourné, y otros, 2012).

La ecuación matemática de la criticidad más conocida es la que indica que esta es igual al producto entre la consecuencia y la frecuencia de ocurrencia como se indica en la ecuación siguiente:

$$\textit{Criticidad} = \textit{Consecuencia} \times \textit{frecuencia de ocurrencia}$$

(Hourné, y otros, 2012)

(Ec. 1)

Para calcular la criticidad se debe aplicar un criterio determinístico que convierta las características cualitativas del subsistema / equipo (flexibilidad, impacto en producción, costos de reparación, impacto ambiental, confiabilidad operacional, etc.) en un valor numérico que permita clasificarlo objetivamente, en relación al resto de los subsistemas/equipos del sistema o planta (Viveros, y otros, 2013).

Para desarrollar el presente estudio se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos (URUMAN, 2019):

- **Frecuencia de fallas.** - Está relacionada al número de fallas o eventos suscitados en el año que presenta el proceso o sistema evaluado.
- **Impacto operacional.** – Se define como las consecuencias que se producen en el área de producción originada de un fallo de un equipo o sistema.
- **Flexibilidad operacional.** - Indica la factibilidad de realizar un cambio inmediato para seguir con la producción sin incurrir en paros de planta con costos operacionales elevados debido a tiempos muertos.
- **Impacto de seguridad y medio ambiente.** - Considera la posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños a personas como consecuencia de un fallo, así como daños al medio ambiente.
- **Costo de mantenimiento.** – Evalúa el costo de la falla.

CÁLCULO DE LA CRITICIDAD

Criticidad Total

$$\begin{aligned} \text{Criticidad total} &= \text{Frecuencia de fallas} \times \text{Consecuencia} \\ \text{Crt} &= Fr.F \times C \end{aligned} \quad \text{(Ec. 2)}$$

$$C = (\text{Impacto operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costo de mantenimiento} + \text{Impacto salud y Ambiente} \quad \text{(Ec. 3)}$$

Dónde:

Crt = Criticidad

Fr. F = Frecuencia de Falla

C = Consecuencia

En base a los aspectos mencionados en el párrafo anterior es necesario conocer los criterios a evaluar y como se desarrolla su evaluación para obtener los valores de criticidad de cada equipo. En la Tabla 5 se aprecian los niveles y las puntuaciones asignadas a cada aspecto.

Tabla 5.- Niveles y puntuaciones asignadas a cada aspecto

Guía de criticidad		
1. <u>Frecuencia de fallo (todo tipo de fallo) (Fr.F)</u> Alto, mayor a 5 fallas/año. Promedio de 2 a 4 fallas/año. Buena, de 1 a 2 falla / año. Excelente, menos de una falla/año.		<u>Puntos</u>
		4
		3
		2
2. <u>Impacto Operacional (Im.O)</u> Para súbita de toda la planta de producción. Parada súbita de una sección de la línea productiva. Impacto a las variables de calidad o producción. Influye en costos operacionales adicionales asociados a la disponibilidad del equipo. No influye de manera significativa sobre operación y producción.		<u>Puntos</u>
		10
		6
		4
		2
3. <u>Flexibilidad operacional (Fl.O)</u> No existe posibilidad de producción y no existe plan de respaldo. Existe posibilidad de repuesto compartida. Existe opción de respaldo / repuesto disponible.		<u>Puntos</u>
		4
		2
4. <u>Impacto de seguridad y medio ambiente (I.S.M.A)</u> Afecta la seguridad human tanto externa como interna. Causa daños severos al medio ambiente. Causa daños severos a las instalaciones. Ocasiona daños menores (accidentes e incidentes) al personal. Provoca un impacto ambiental sin violar las normas ambientales. No provoca ningún daño al personal, instalaciones ni medio ambiente.		<u>Puntos</u>
		40
		32
		24
		16
		8
5. <u>Costo de mantenimiento (C.M)</u> \$5.000 a \$10.000 \$1.000 a \$5.000 \$500 a \$1.000 \$0.00 a \$500		<u>Puntos</u>
		20
		10
		5
	1	

Fuente: Semblantes I, 2019

APLICACIÓN DE LA EXPRESIÓN OBTENIDA PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Los resultados obtenidos de la evaluación de la criticidad de la maquinaria de la empresa “MULTIMUEBLES PUJILÍ” se muestran en la Tabla 6. Para un mejor entendimiento se muestra a continuación el vínculo de cada variable utilizada con los diferentes criterios de evaluación.

1. Frecuencia de fallo (todo tipo de fallo) (Fr.F)
2. Impacto Operacional (Im.O)
3. Flexibilidad operacional (Fl.O)
4. Impacto de seguridad y medio ambiente (I.S.M.A)
5. Costo de mantenimiento (C.M)

Los valores de las variables fueron establecidos con ayuda del personal administrativo y operativo de la empresa expertos en la actividad y la expresión obtenida permite en base de los criterios de evaluación, definir un valor de criticidad para cada tipo de equipo y una vez este se ordenado en forma descendente genera una lista jerarquizada de los mismos.

Tabla 6.- Resultados de evaluación de criticidad de la maquinaria de la empresa "MULTIMUEBLES PUJILÍ"

Código	Máquina	Fr.F	Im.O	Fl.O	I.S.M.A	C.M	Valor de la Criticidad
PMM-1	Máquina circular	4	10	4	16	5	244
PMM-2	Cepilladora	3	10	4	16	5	183
PMM-3	Máquina múltiple	3	10	4	16	5	183
PMM-4	Regruesadora	2	2	2	16	1	42
PMM-5	Sierra de cinta	3	10	4	40	1	243
PMM-6	Tupi o trompo	2	2	1	8	1	22
PMM-7	Tronzadora	2	2	1	16	1	38
PMM-8	Canteadora	3	6	4	40	5	207
PMM-9	Torno de madera	2	6	4	16	5	90

Fuente: Semblantes I, 2019.

MODELO DE CRITICIDAD SEMICUANTITATIVO “MCR” (MATRIZ DE CRITICIDAD POR RIESGO)

Parra y Crespo (2012) determinan que el modelo de Matriz de Criticidad por Riesgo (MCR), es un proceso semi-cuantitativo práctico y sencillo basado en el concepto de riesgo resultado de multiplicar la frecuencia de un fallo por la consecuencia del mismo.

Los resultados de los criterios de evaluación se presentan en una matriz de criticidad 4 x 5 (Ver Tabla 7), donde el eje vertical está formado por 4 niveles de frecuencia de fallos, mientras que el eje horizontal está formado por cinco niveles resultados de fallos.

La matriz está dividida en cuatro zonas que indican cuatro niveles de criticidad.

Tabla 7.- Matriz de Criticidad propuesta por el Modelo MCR.

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	C	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		20	40	60	80	100
		CONSECUENCIA				

Fuente: Parra y Crespo (2012)

Dónde:

- NC: Área de No Críticos.
- MC: Medianamente Críticos.
- C: Críticos.

En la Tabla 8 se determina finalmente la criticidad del equipamiento productivo a partir de los resultados obtenidos en las etapas anteriores.

El resultado que se obtiene del estudio es una lista jerarquizada de los equipos a partir de la comparación, a través de una matriz, entre los criterios que intervienen en el índice de criticidad y el de complejidad de cada activo.

Tabla 8.- Criticidad de las máquinas.

Código	Máquina	Frecuencia	Consecuencia	Nivel de Criticidad
PMM-1	Máquina circular	4	61	Crítico
PMM-2	Cepilladora	3	61	Crítico
PMM-3	Máquina múltiple	3	61	Crítico
PMM-4	Regruesadora	2	21	No crítico
PMM-5	Sierra de cinta	3	81	Crítico
PMM-6	Tupi o trompo	2	11	No crítico
PMM-7	Tronzadora	2	19	No crítico
PMM-8	Canteadora	3	69	Crítico
PMM-9	Torno de madera	2	45	No crítico

Fuente: Semblantes I, 2019

SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

(Gómez, y otros, 2016) mencionan que la base del programa de mantenimiento preventivo se encuentra en el sistema de información, el cual ayuda a llevar el mantenimiento de una manera organizada y programadas. Esta información permite controlar las intervenciones y actividades realizadas a la maquinaria como también los repuestos utilizados y sus costos, conocer al personal adecuado para realizar estas actividades o si su número es suficiente.

Para elegir el tipo de mantenimiento idóneo para cada máquina se debe realizar una lista de los equipos como se describe anteriormente y el siguiente paso es la elaboración de una ficha técnica para cada uno de ellos.

FICHA TÉCNICA

Es el registro donde se incluyen las características técnicas y variables físicas de cada máquina como los datos del fabricante, modelo, serie, año de fabricación, dimensiones, amperaje potencia del motor, etc.

El formato de las fichas técnicas de las maquinarias del presente proyecto se muestra en los Anexos 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25.

CARTA Y CONTROL DE LUBRICACIÓN

La carta de lubricación indica las instrucciones sobre el proceso y las tareas de lubricación que se deben realizar con determinada periodicidad sobre el equipo mientras que el control de lubricación permite llevar el registro de las tareas de lubricación realizadas a la maquinaria. Ver Anexos 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 26, 27

HOJA DE ANÁLISIS DE MODOS DE EFECTOS Y FALLOS (AMEF)

Para Álvarez (2017), “Es una sistemática que identifica los modos de falla potenciales en un sistema, producto de manufactura causadas por deficiencias en los procesos de mantenimiento ya que identifica características de diseño o de procesos críticos que requieren controles especiales para prevenir o detectar los modos de falla”.

Álvarez (2017) El AMEF es “una herramienta utilizada para prevenir los problemas antes de que se materialicen, por lo tanto, puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar los problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causadas asociadas con el diseño y manufactura de un producto; determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema; identificar las acciones que podrían eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial; analizar la confiabilidad del sistema”.

El Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, AMEF es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a la misma., para ello se referencia la Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11.

Tabla 9.- Modo de Fallo

MODO DE FALLO	CRITERIOS	VALORACIÓN
Muy bajas Repercusiones imperceptibles	No es muy razonable que este tipo de fallo de pequeña importancia origine algún efecto real sobre el rendimiento del sistema. Muy probablemente, el cliente no se dé cuenta de este tipo de fallo.	1
Bajas Repercusiones sin importancia que apenas son perceptibles	El tipo de fallo origina un ligero contratiempo al cliente. Probablemente, este observara un pequeño deterioro en el rendimiento en el sistema sin importancia.	de 2 a 3
Moderada Defectos de mínima importancia	El fallo produce un cierto desajuste e insatisfacción en el cliente. El cliente es capaz de observar el deterioro en el rendimiento del sistema.	de 4 a 6
Alto	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de inconformidad elevado en el cliente.	de 7 a 8
Muy Alto	Modalidad de fallo de un potencial muy crítico que puede afectar el funcionamiento de seguridad del producto o el proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de las normas reglamentarias. Si dichos incumplimientos nombrados son graves su valoración corresponde a 10.	de 9 a 10

Fuente: (Jiménez, 2018)

Tabla 10.- Clasificación de la frecuencia/probabilidad de ocurrencia del modo de fallo

FRECUENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi iguales, ni se ha nunca tiempo atrás, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es de poca probabilidad que suceda.	de 2 a 3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del sistema.	de 4 a 6

FRECUENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en tiempos atrás en el proceso o previos procesos que también han fallado.	de 7 a 8
Muy Alta	Fallo de manera casi inevitable. Es seguro que el fallo aparecerá frecuentemente.	de 9 a 10

Fuente: (Jiménez, 2018)

Tabla 11.- Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALORACIÓN
Muy Alta	El defecto es obvio a simple vista. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles que existen.	1
Alta	El defecto, aunque sea obvio y de fácil detección, podría en alguna ocasión pasar desapercibido a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad posteriormente.	de 2 a 3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue a ser visualizado por el cliente. Posiblemente se detecte en las últimas estaciones de producción.	de 4 a 6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta muy difícil que se lo detecte con los procedimientos establecidos en el proceso.	de 7 a 8
Improbable	El defecto no puede ser detectado. Casi de seguro que el cliente puede ser el que lo detecte.	de 9 a 10

Fuente: (Jiménez, 2018)

PROPUESTA DEL ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA EMPRESA.

Para la asignación de funciones se procede a realizar el organigrama de la empresa, que se presenta en el Figura 11, y con este se realiza la propuesta de asignación para el cronograma de mantenimiento que se presenta en el siguiente punto. En este cronograma de mantenimiento se asignaron funciones al personal

que posee la empresa, donde se va a realizar la propuesta y el mecanismo general de la planta.

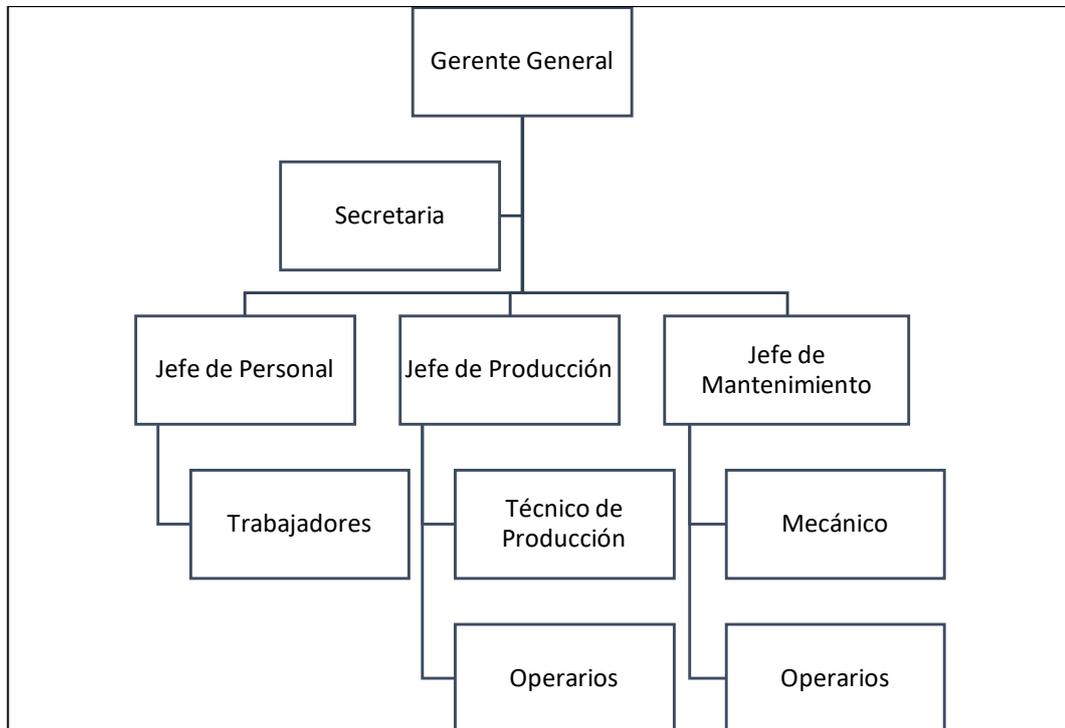


Figura 11. Organigrama Estructural
Fuente: Semblantes I, 2019

HISTORIAL DE FALLAS

El historial de fallas es una herramienta que se utiliza para reconocer cuales son los equipos que presentan mayor cantidad de fallas y por tal motivo demandan mayor cantidad de correctivos. Este historial indica la frecuencia de los eventos de falla, ya sea al año, semestral, trimestral o mensual, esto se puede observar en la Tabla 12.

HISTORIAL DE FALLOS DE LA MAQUINARIA

Tabla 12.- Historial de fallos de la maquinaria

REGISTROS DE HORAS DE FALLO DE LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA "MULTIMUEBLES PUJILÍ"																																	
MES DE ABRIL DEL 2019																																	
MÁQUINA	HORAS TRABAJADAS POR JORNADA	ACTIVIDADES	SEMANA 14						SEMANA 15						SEMANA 16						SEMANA 17						SEMANA 18						HORAS DE FALLO AL MES
			L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	
Máquina Circular	8	Realizar cortes en tablonos	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	1	-	8	8	8	8	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48
Cepilladora	8	Aplanar la pieza de madera	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	8	-	-	1	-	-	1	-	-	-	16
Máquina Múltiple	8	Realizar cortes en madera	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	6	6	6	6	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49
		Alisado de madera	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	2	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Regresadora	8	Dar el grosor exacto a la madera	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	5	5	5	5	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
		Cepillar la madera	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3	3	3	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

REGISTROS DE HORAS DE FALLO DE LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA "MULTIMUEBLES PUJILÍ"																																		
MES DE ABRIL DEL 2019																																		
MÁQUINA	HORAS TRABAJADAS POR JORNADA	ACTIVIDADES	SEMANA 14					SEMANA 15					SEMANA 16					SEMANA 17					SEMANA 18					HORAS DE FALLO AL MES						
			L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L		M	M	J	V	S	
Sierra de Cinta	8	Realizar cortes rectilíneos	-	-	2	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
		Realizar cortes curvilíneos	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Tupi	8	Perfilar	4	4	4	4	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	50	
		Realizar molduras	4	4	4	4	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tronzadora	8	Cortar la madera	-	1	-	4	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	3	-	-	-	1	-	1	15	
Canteadora	8	Alisar el material abombado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	6	-	-	1	-	6	-	-	1	20	
		Cepillado de piezas cortas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	2	-	-	-	-	
Tomo de Madera	8	Tornear la pieza de madera	-	-	2	-	-	2	-	-	1	-	1	-	6	7	7	7	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	
		Pulido de piezas	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	1	1	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOTA: Los datos se consideran para 8/h de trabajo Los turnos de trabajo en los días sábados son de media jornada (4 horas)																																		

Fuente: Semblantes I, 2019

GESTIÓN DE REPUESTOS

Los repuestos son aquellas herramientas o materiales que se utilizan para reemplazar las piezas originales en las máquinas que se desgastaron o deterioraron por causa del uso constante exigido por los procesos de producción. Por tal motivo las empresas actualmente tiene gran preocupación por tener en sus inventarios gran cantidad de piezas o repuestos y de igual forma definir políticas óptimas para los repuestos de sus equipos y maquinarias, ya que se han convertido en uno de los aspectos más importantes dentro de la gestión de mantenimiento (Martínez, y otros, 2018).

En base a lo expuesto se puede determinar que la gestión de repuestos reparables es diferente a la gestión de repuestos o inventarios consumibles, ya que los repuestos consumibles se encuentran asociados a varios equipos y tienen una frecuencia de cambio mayor y forman parte de un activo o repuesto reparable tal como se referencia en la Tabla 13.

En la presente investigación no se va a gestionar la administración de un almacén en la empresa, sino que se enfoca a tener los repuestos necesarios en stock para cada máquina y así mantener el funcionamiento de las mismas y no tener paros innecesarios de producción.

Tabla 13.- Lista de repuestos de producción de muebles

MÁQUINA	REPUESTOS	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
MÁQUINA CIRCULAR	Hoja de corte	4	\$40	\$160
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Rotor	2	\$50	\$100
	Manguera extractora de polvos	4	\$25	\$100
	Engranajes	8	\$12	\$96
CEPILLADORA	Cuchillas	8	\$8	\$64
	Rotor	2	\$50	\$100
	Árbol portacuchillas	2	\$80	\$160
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Engranajes	8	\$12	\$96
MÁQUINA MÚLTIPLE	Cuchillas	8	\$8	\$64
	Árbol portacuchillas	2	\$80	\$160
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Engranajes	8	\$12	\$96

MÁQUINA	REPUESTOS	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
	Rotor	2	\$50	\$100
REGRUESADORA	Engranajes	8	\$12	\$96
	Rotor	2	\$50	\$100
	Cuchillas	8	\$8	\$64
	Lijas	4	\$12	\$48
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
SIERRA DE CINTA	Engranajes	8	\$12	\$96
	Sierra	3	\$15	\$45
	Poleas	4	\$12	\$48
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Rotor	2	\$50	\$100
TUPI	Engranajes	8	\$12	\$96
	Rotor	2	\$50	\$100
	Poleas	8	\$12	\$96
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Cuchillas	8	\$8	\$64
TRONZADORA	Engranajes	8	\$12	\$96
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Rotor	2	\$50	\$100
	Disco de corte	4	\$9	\$36
	Regulador gradual	2	\$6	\$12
CANTEADORA	Engranajes	8	\$12	\$96
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Rotor	2	\$50	\$100
	Cuchillas	8	\$8	\$64
	Poleas	8	\$12	\$96
TORNO DE MADERA	Cuchillas	8	\$8	\$64
	Rotor	2	\$50	\$100
	Engranajes	8	\$12	\$96
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Regulador de tamaño	2	\$20	\$40
			ΣT	\$3.221

Fuente: Semblantes I, 2019

FIABILIDAD

Una de las principales características que debe cumplir un test es la de Fiabilidad. La fiabilidad de un test es el grado o la precisión con que el test mide un

determinado rasgo psicológico, independientemente del hecho de si es capaz o no de medirlo (validez). Es decir, se dice que un test es fiable cuando "mide bien aquello que está midiendo". Se refiere a la constancia de la medida, al grado en que un instrumento de medida psicológica no deformará el resultado de una medición debido a cambios, fluctuaciones o variaciones del instrumento mismo (Chiner, 2005).

La fiabilidad tiene dos grandes componentes:

- La consistencia interna: se refiere al grado en que los distintos ítems, partes o piezas de un test miden la misma cosa. Significa la constancia de los ítems para operar sobre un mismo constructo psicológico de un modo análogo.
- La estabilidad temporal: se refiere al grado en que un instrumento de medida arrojará el mismo resultado en diversas mediciones concretas midiendo un objeto o sujeto que ha permanecido invariable (Chiner, 2005).

Una vez que se obtienen los datos del historial de fallos de la maquinaria se procede a calcular la fiabilidad de cada uno de los equipos en una jornada de 8 horas para posteriormente calcular la fiabilidad total del sistema. Las fórmulas que se utilizan son las que se mencionan a continuación:

Tiempo medio hasta haber reparada la avería (MTTR)

“El tiempo medio de reparación (Inglés: Mean Time To Repair, MTTR), que toma consideración cuando el tiempo de reparación es consecuencia de un estudio de tiempos de múltiples fallos y se hace el valor medio.” (Sierra, y otros, 2018)

$$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{N^{\circ} averías}$$

(Sierra, y otros, 2018)

(Ec. 4)

Dónde:

MTTR= Medium Time to Repair o tiempo medio hasta haber reparada la avería.

ΣTTR= Tiempo total empleado en restaurar la operación después de cada falla

Tiempo Medio entre falla (MTBF)

“Es el parámetro fundamental por medio del cual se mide la fiabilidad de los elementos no reparables. Corresponde al tiempo medio esperado hasta que tiene lugar el primer (y como no es reparable también el último) fallo”. (Sierra, y otros, 2018). Este indicador es más difícil de utilizar, ya que el usuario tiene que poseer un cierto número de datos procedentes del servicio de producción, como el tiempo de apertura de cada funcionamiento, el tiempo de parada, el tiempo de micro parada, etc.

$$MTBF = \frac{\Sigma TBF}{N^{\circ} \text{ averías} + 1}$$

(Sierra, y otros, 2018)

(Ec. 5)

MTBF= Tiempo Medio entre falla

TBF= Time between failures (Tiempo entre fallas)

Tasa de fallos (λ)

Es el parámetro básico con el cual se puede medir la fiabilidad de un sistema. “El número total de fallas dentro de una población de elementos, dividido por el número total de unidades de vida gastadas por esa población, durante un intervalo de medición particular en las condiciones establecidas” (Sierra, y otros, 2018).

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

(Sierra, y otros, 2018)

(Ec. 6)

Función de fiabilidad R(t)

“Llamada función de supervivencia, es la complementaria a la unidad de la función de distribución acumulada F(t). R(t) es la probabilidad de que un componente nuevo (o asimilado a nuevo después de una reparación importante) sobreviva más del tiempo t.” (Sierra, y otros, 2018)

$$R(t) = e^{-t*\lambda}$$

(Sierra, y otros, 2018)

(Ec. 7)

Cálculos

Tabla 14.- Datos de Fiabilidad maquina circular

MÁQUINA	Máquina Circular
HORAS TRABAJADAS EN EL MES DE ABRIL	180
TIEMPO DE REPARACIÓN (h)	48
TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (h)	132
Nº FALLOS	9

Fuente: Semblantes I, 2019

$$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{N^{\circ} averías}$$

$$MTTR = \frac{48}{9}$$

$$MTTR = 5,33$$

$$MTBF = \frac{\Sigma TBF}{N^{\circ} averías + 1}$$

$$MTBF = \frac{132}{9 + 1}$$

$$MTBF = 13,2$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{13,2}$$

$$\lambda = 0,07575$$

$$R(t) = e^{-t*\lambda}$$

$$R(t) = e^{-8*0,07575}$$

$$R(t) = 0,5455$$

$$R(t) = 54,55\%$$

Tabla 15.- Datos de Fiabilidad Cepilladora

MÁQUINA	Cepilladora
HORAS TRABAJADAS EN EL MES DE ABRIL	180
TIEMPO DE REPARACIÓN (h)	16
TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (h)	164
N° FALLOS	7

Fuente: Semblantes I, 2019

$$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{N^{\circ} averías}$$

$$MTTR = \frac{16}{7}$$

$$MTTR = 2,28$$

$$MTBF = \frac{\Sigma TBF}{N^{\circ} averías + 1}$$

$$MTBF = \frac{164}{7 + 1}$$

$$MTBF = 20,5$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{20,5}$$

$$\lambda = 0,04878$$

$$R(t) = e^{-t*\lambda}$$

$$R(t) = e^{-8*0,04878}$$

$$R(t) = 0,6768$$

$$R(t) = 67,68 \%$$

Tabla 16.- Datos de Fiabilidad Máquina Múltiple

MÁQUINA	Máquina Múltiple
HORAS TRABAJADAS EN EL MES DE ABRIL	180
TIEMPO DE REPARACIÓN (h)	49
TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (h)	131
N° FALLOS	8

Fuente: Semblantes I, 2019

$$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{N^{\circ} averías}$$

$$MTTR = \frac{49}{8}$$

$$MTTR = 6,125$$

$$MTBF = \frac{\Sigma TBF}{N^{\circ} averías + 1}$$

$$MTBF = \frac{131}{8 + 1}$$

$$MTBF = 14,55$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{14,55}$$

$$\lambda = 0,06872$$

$$R(t) = e^{-t*\lambda}$$

$$R(t) = e^{-8*0,06872}$$

$$R(t) = 0,5770$$

$$R(t) = 57,70 \%$$

Tabla 17.- Datos de Fiabilidad Regruesadora

MÁQUINA	Regruesadora
HORAS TRABAJADAS EN EL MES DE ABRIL	180
TIEMPO DE REPARACIÓN (h)	50
TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (h)	130
N° FALLOS	8

Fuente: Semblantes I, 2019

$$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{N^{\circ} averías}$$

$$MTTR = \frac{50}{8}$$

$$MTTR = 6,25$$

$$MTBF = \frac{\Sigma TBF}{N^{\circ} averías + 1}$$

$$MTBF = \frac{130}{8 + 1}$$

$$MTBF = 14,44$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{14,44}$$

$$\lambda = 0,06925$$

$$R(t) = e^{-t*\lambda}$$

$$R(t) = e^{-8*0,06925}$$

$$R(t) = 0,5746$$

$$R(t) = 57,46 \%$$

Tabla 18.- Datos de Fiabilidad Sierra de Cinta

MÁQUINA	Sierra de Cinta
HORAS TRABAJADAS EN EL MES DE ABRIL	180
TIEMPO DE REPARACIÓN (h)	16
TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (h)	164
Nº FALLOS	6

Fuente: Semblantes I, 2019

$$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{N^{\circ} averías}$$

$$MTTR = \frac{16}{6}$$

$$MTTR = 2,66$$

$$MTBF = \frac{\Sigma TBF}{N^{\circ} averías + 1}$$

$$MTBF = \frac{164}{6 + 1}$$

$$MTBF = 23,42$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{23,42}$$

$$\lambda = 0,04268$$

$$R(t) = e^{-t*\lambda}$$

$$R(t) = e^{-8*0,04268}$$

$$R(t) = 0,7107$$

$$R(t) = 71,07 \%$$

Tabla 19.- Datos de Fiabilidad Tupi o trompo

MÁQUINA	Tupi o Trompo
HORAS TRABAJADAS EN EL MES DE ABRIL	180
TIEMPO DE REPARACIÓN (h)	50
TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (h)	130
N° FALLOS	10

Fuente: Semblantes I, 2019

$$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{N^{\circ} averías}$$

$$MTTR = \frac{50}{10}$$

$$MTTR = 5$$

$$MTBF = \frac{\Sigma TBF}{N^{\circ} averías + 1}$$

$$MTBF = \frac{130}{10 + 1}$$

$$MTBF = 11,81$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{11,81}$$

$$\lambda = 0,08467$$

$$R(t) = e^{-t*\lambda}$$

$$R(t) = e^{-8*0,08467}$$

$$R(t) = 0,5079$$

$$R(t) = 50,79 \%$$

Tabla 20.- Datos de Fiabilidad Tronzadora

MÁQUINA	Tronzadora
HORAS TRABAJADAS EN EL MES DE ABRIL	180
TIEMPO DE REPARACIÓN (h)	15
TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (h)	165
Nº FALLOS	9

Fuente: Semblantes I, 2019

$$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{N^{\circ} averías}$$

$$MTTR = \frac{15}{9}$$

$$MTTR = 1,66$$

$$MTBF = \frac{\Sigma TBF}{N^{\circ} averías + 1}$$

$$MTBF = \frac{165}{9 + 1}$$

$$MTBF = 16,5$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{16,5}$$

$$\lambda = 0,06060$$

$$R(t) = e^{-t*\lambda}$$

$$R(t) = e^{-8*0,06060}$$

$$R(t) = 0,6158$$

$$R(t) = 61,58 \%$$

Tabla 21.- Datos de Fiabilidad Canteadora

MÁQUINA	Canteadora
HORAS TRABAJADAS EN EL MES DE ABRIL	180
TIEMPO DE REPARACIÓN (h)	20
TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (h)	160
N° FALLOS	6

Fuente: Semblantes I, 2019

$$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{N^{\circ} averías}$$

$$MTTR = \frac{20}{6}$$

$$MTTR = 3,33$$

$$MTBF = \frac{\Sigma TBF}{N^{\circ} averías + 1}$$

$$MTBF = \frac{160}{6 + 1}$$

$$MTBF = 22,85$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{22,85}$$

$$\lambda = 0,04376$$

$$R(t) = e^{-t*\lambda}$$

$$R(t) = e^{-8*0,04376}$$

$$R(t) = 0,7046$$

$$R(t) = 70,46 \%$$

Tabla 22.- Datos de Fiabilidad Torno de madera

MÁQUINA	Torno de Madera
HORAS TRABAJADAS EN EL MES DE ABRIL	180
TIEMPO DE REPARACIÓN (h)	53
TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (h)	127
Nº FALLOS	10

Fuente: Semblantes I, 2019

$$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{N^{\circ} averías}$$

$$MTTR = \frac{53}{10}$$

$$MTTR = 5,3$$

$$MTBF = \frac{\Sigma TBF}{N^{\circ} averías + 1}$$

$$MTBF = \frac{127}{10 + 1}$$

$$MTBF = 11,54$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{11,54}$$

$$\lambda = 0,08665$$

$$R(t) = e^{-t*\lambda}$$

$$R(t) = e^{-8*0,08665}$$

$$R(t) = 0,4999$$

$$R(t) = 49,99 \%$$

Resumen de fiabilidad

Una vez realizado el cálculo de fiabilidad de las nueve maquinarias de la empresa se presenta el resumen en la Tabla 23:

Tabla 23.- Resumen de fiabilidad de las maquinarias

Maquinaria	Fiabilidad
Máquina Circular	54,55%
Cepilladora	67,68 %
Máquina Múltiple	57,70 %
Regruesadora	57,46 %
Sierra de Cinta	71,07 %
Tupi o Trompo	50,79 %
Tronzadora	61,58 %
Canteadora	70,46 %
Torno de Madera	49,99 %

Fuente: Semblantes I, 2019

La Figura 12 representa el diagrama de subsistemas que permiten el cálculo correspondiente total de la fiabilidad que posee la maquinaria.

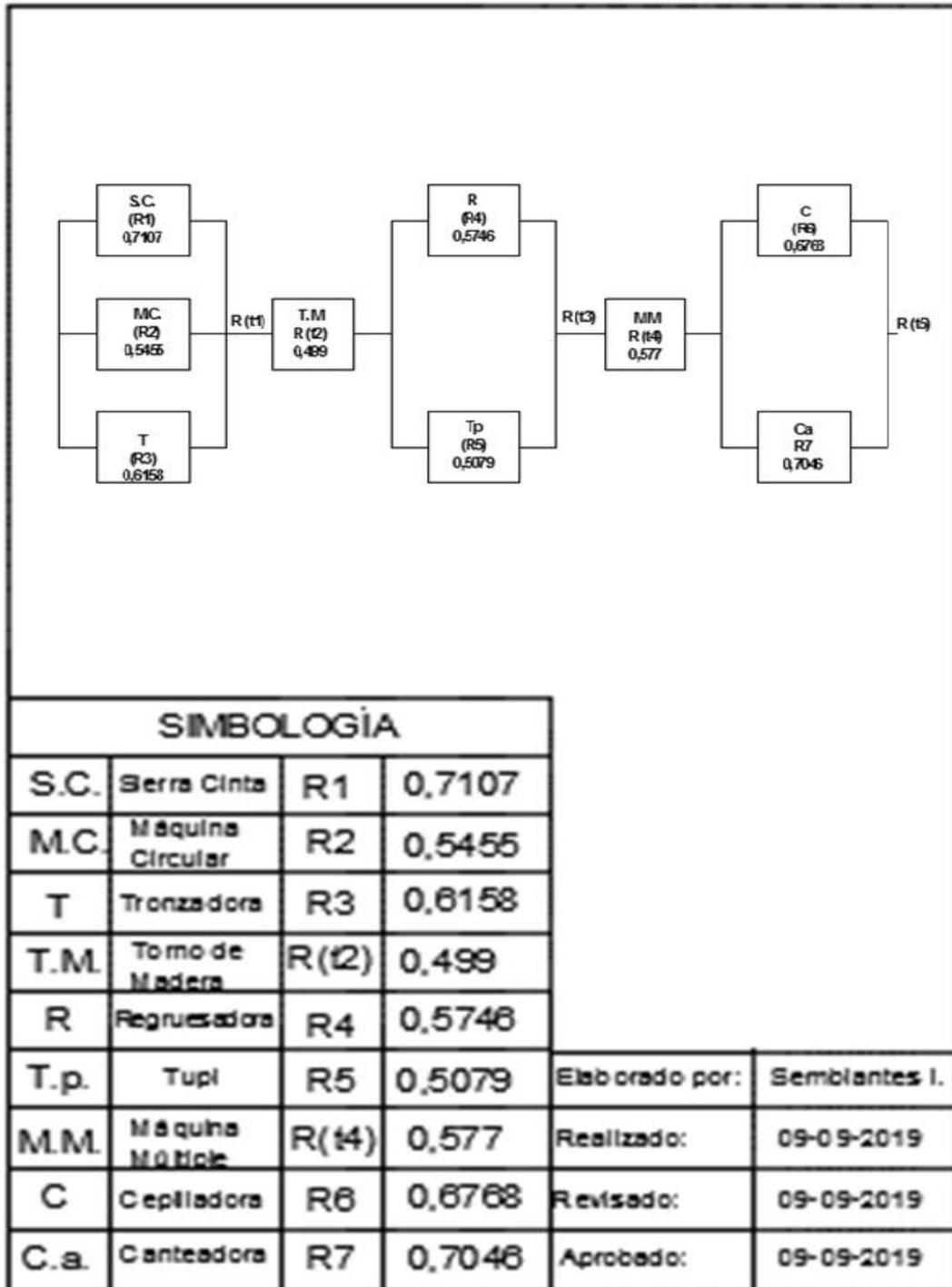


Figura 12.- Subsistemas para el cálculo de fiabilidad
Fuente: Semblantes I, 2019

La fiabilidad total resulta del cálculo a través de todos los subsistemas considerando si estos se encuentran en serie o paralelo.

El subsistema $R(t_1)$ está formado por la sierra de cinta (R_1), maquina circular (R_2) y la tronadora (R_3) las cuales se encuentran en funcionamiento en paralelo.

El subsistema $R(t_3)$ está formado por la regruesadora (R_4) y el tupi (R_5), los cuales igualmente se encuentran en funcionamiento en paralelo.

El subsistema $R(t_5)$ está formado por la cepilladora (R_6) y la canteadora (R_7), los cuales cumplen los papeles finales en los procesos realizados en la fabricación de muebles.

Los subsistemas $R(t_2)$ y $R(t_4)$ se encuentran en serie con los subsistemas $R(t_1)$, $R(t_3)$ y $R(t_5)$

CÁLCULOS DE FIABILIDAD

$$R(t) = R(t_1) * R(t_2) * R(t_3) * R(t_4) * R(t_5) \quad (\text{Ec. 8})$$

$$R(t_1) = 1 - [(1 - R_1) * (1 - R_2)(1 - R_3)]$$

$$R(t_1) = 1 - [(1 - 0,7107) * (1 - 0,5455)(1 - 0,6158)]$$

$$R(t_1) = 0,9494$$

$$R(t_3) = 1 - [(1 - R_4) * (1 - R_5)]$$

$$R(t_3) = 1 - [(1 - 0,5746) * (1 - 0,5079)]$$

$$R(t_3) = 0,7906$$

$$R(t_5) = 1 - [(1 - R_6) * (1 - R_7)]$$

$$R(t_5) = 1 - [(1 - 0,6768) * (1 - 0,7046)]$$

$$R(t_5) = 0,9045$$

$$R(t) = R(t_1) * R(t_2) * R(t_3) * R(t_4) * R(t_5)$$

$$R(t) = 0,9494 * 0,4999 * 0,7906 * 0,577 * 0,9045$$

$$R(t) = 0,1958$$

$$R(t) = 19,58\%$$

Evaluándola para una jornada de trabajo de 8 horas al día se tiene un fiabilidad del 19,58%.

RESULTADOS ESPERADOS

La elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa “MULTIMUEBLES PUJILÍ” tiene como finalidad alargar la vida útil de la maquinaria, obtener un registro de fallas, así como un historial de mantenimiento considerando los costos y el rendimiento mediante el establecimiento de indicadores.

De igual forma con la información antes descrita se puede contar con un inventario de repuestos, herramientas y otros accesorios que eviten el paro de los procesos productivos, lo cual permite la optimización de tiempo y recursos tanto humanos como económicos los cuales se constituyen en piezas clave para incrementar la eficiencia y eficacia de la empresa, pues los resultados se reflejarán en los costos financieros, lo cual facilitará la toma de decisiones por parte de la gerencia. Dentro de los resultados que se esperan alcanzar con el diseño del plan de mantenimiento preventivo se encuentran los siguientes:

- Listado de Maquinas con su respectiva codificación
- Fichas técnicas
- Listado de Repuestos
- Análisis de Modos y Efectos de Fallos
- Cronograma de Mantenimiento
- Presupuesto de Mantenimiento para el área de producción de muebles de madera

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Este cronograma representa todas las actividades, fechas de ejecución del proyecto, como evidencia esta la Tabla 24.

De igual forma en la Tabla 25 se muestra el cronograma de actividades de mantenimiento de las nueve maquinarias de la empresa, el cual está programado para un año. Se encuentra dividido en secciones que parten desde el nombre, la descripción de la máquina, su lista de actividades a reparar con su determinada frecuencia, ya que estas podrían ser semanales, quincenales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales

Tabla 24.- Cronograma de Actividades

N°	ACTIVIDAD	2019										2020			COSTO (\$)	
		ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.			
1	Desarrollar y presentar la propuesta del proyecto a las Autoridades Respectivas															\$100,00
2	Listar las Máquinas con su respectiva codificación															\$100,00
3	Desarrollar las fichas técnicas de las máquinas de la empresa															\$150,00
4	Realizar la lista de repuestos existentes en la bodega de la empresa (Inventario)															\$600,00
5	Realizar el análisis de modos y efectos de fallos en la empresa															\$450,00
6	Definir la intervención de la Mano de Obra en la empresa															\$500,00
7	Analizar y diseñar el sistema de mantenimiento de "MULTIMUEBLES PUJILÍ"															\$100,00
8	Analizar los diferentes costos de mantenimiento															\$250,00
9	Planificar las actividades del plan de mantenimiento															\$350,00
10	Establecer los requisitos finales para la implementación del plan de mantenimiento preventivo															\$350,00
11	Culminar y presentar el proyecto de investigación															\$150,00
TOTAL															\$3100,00	

Fuente: Semblantes I, 2019

CÓDIGO AVM	EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
				PMM-7	TRONZADOR A	Realizar limpieza exterior	Diario	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lubricar rodamientos	Semanal	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Cambiar disco	Quincenal	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Inspeccionar la parte eléctrica	Trimestral																																																		
Inspeccionar la parte mecánica	Trimestral																																																		
Realizar una revisión general, limpieza interna y cambio de repuestos	Anual																																																		
PMM-8	CANTEADOR A	Realizar limpieza exterior	Diario	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
		Lubricar rodamientos	Semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
		Cambiar cuchillas	Quincenal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
		Inspeccionar la parte eléctrica	Trimestral																																																
		Inspeccionar la parte mecánica	Trimestral																																																
		Realizar una revisión general, limpieza interna y cambio de repuestos	Anual																																																
PMM-9	TORNO DE MADERA	Realizar limpieza exterior	Diario	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
		Lubricar rodamientos	Semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
		Cambiar cuchillas	Quincenal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
		Inspeccionar la parte eléctrica	Trimestral																																																
		Inspeccionar la parte mecánica	Trimestral																																																
		Realizar una revisión general, limpieza interna y cambio de repuestos	Anual																																																

Fuente: Semblantes I, 2019

ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO

El costo de mantenimiento es el precio que se considera por concepto de las acciones que se realizan para conservar o restaurar un bien a un estado específico. A pesar que proyectar los costos de mantenimiento no es una tarea fácil, es muy importante realizarlo debido a que significa anticiparse a sucesos futuros. Una correcta planificación produce ahorros significativos para la empresa, lo cual se traduce en mayores ganancias (Grupo RPP, 2018).

Para el presente trabajo se hace particular énfasis en los costos de almacenamiento y de repuesto y se discuten consideraciones sobre la información que ofrece el análisis de los costos en la toma de decisiones.

COSTOS FIJOS

Los costos fijos están conformados por la mano de obra, el listado de materiales que concierne al esfuerzo físico y que se utiliza en el proceso de elaboración de los bienes que produce la empresa, de ahí deriva la mano de obra directa como se aprecia en la Tabla 26.

Tabla 26.- Mano de obra directa de la empresa

N°	NOMBRES	CARGO	SALARIO	N° DE MESES	TOTAL
1	Nelson Bonilla	Mecánico	\$460	12	\$5.520

Fuente: Semblantes I, 2019

Así también en la Tabla 27 se muestra lista de materiales que se utilizan durante el proceso de elaboración del producto, las mismas que se consideran como costos fijos, tomando en cuenta que no se van a adquirir cada año, sino que tendrán su vida útil dependiendo del uso y cuidado que se le dé a cada uno.

Tabla 27.- Lista de Herramientas de la empresa

HERRAMIENTAS	VALOR EN USD
Clavadora automática	\$320
Engrampadora automática	\$250
Esmeriladora	\$100
SERRUCHO	\$15
Flexómetro	\$8
Escuadra	\$8
Calibrador pie de rey	\$25

HERRAMIENTAS	VALOR EN USD
Juego de formones de 6 piezas	\$60
Martillo	\$15
Lápiz	\$0.75
Pulidora	\$250
TOTAL	\$1.051

Fuente: Semblantes I, 2019

COSTOS VARIABLES

Estos costos están representados por la mano de obra profesional contratada externamente a la empresa, así como también la diferente materia prima que es utilizada en la fabricación de muebles de madera y a su vez los servicios básicos que son utilizados en la empresa. En la Tabla 28 se puede apreciar dichos costos variables.

Tabla 28.- Costos variables de la empresa

COSTOS VARIABLES				
MANO DE OBRA	CANTIDAD	COSTO	TOTAL	ΣT
Técnico Eléctrico	1	\$447,29	\$447,29	\$3.261,94
Técnico Mecánico	1	\$407,51	\$407,51	
Carpinteros	2	\$401,19	\$802,38	
Pintor	1	\$401,19	\$401,19	
Ayudantes	3	\$401,19	\$1.203,57	
MATERIA PRIMA				
Madera (Laurel)	7 tn	\$451	\$3.157	\$4.793
Clavos	20 kg	\$47	\$930	
Masilla	1 lt	\$5	\$5	
Laca	5 gl	\$22	\$110	
Sellador	3 gl	\$15	\$45	
Tapizado	70 m	\$7	\$501	
Goma	5 gl	\$9	\$45	
SERVICIOS				
Agua	3	\$40	\$120	\$291
Luz Eléctrica	3	\$35	\$105	
Internet	3	\$22	\$66	
TOTAL				\$8.345,44

Fuente: Semblantes I, 2019

COSTOS FINANCIEROS

Detalla todos los materiales existentes en la bodega de la empresa, así como la cantidad y el costo que tienen los mismos. En la Tabla 29 se puede apreciar los diferentes repuestos y el costo de los mismos.

Tabla 29.- Costos financieros de la empresa

LISTA DE REPUESTOS				
MÁQUINA	REPUESTOS	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
MÁQUINA CIRCULAR	Hoja de corte	4	\$40	\$160
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Rotor	2	\$50	\$100
	Manguera extractora de polvos	4	\$25	\$100
	Engranajes	8	\$12	\$96
CEPILLADORA	Cuchillas	8	\$8	\$64
	Rotor	2	\$50	\$100
	Árbol portacuchillas	2	\$80	\$160
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Engranajes	8	\$12	\$96
MÁQUINA MÚLTIPLE	Cuchillas	8	\$8	\$64
	Árbol portacuchillas	2	\$80	\$160
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Engranajes	8	\$12	\$96
	Rotor	2	\$50	\$100
REGRUESADORA	Engranajes	8	\$12	\$96
	Rotor	2	\$50	\$100
	Cuchillas	8	\$8	\$64
	Lijas	4	\$12	\$48
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
SIERRA DE CINTA	Engranajes	8	\$12	\$96
	Sierra	3	\$15	\$45
	Poleas	4	\$12	\$48
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Rotor	2	\$50	\$100
TUPI	Engranajes	8	\$12	\$96
	Rotor	2	\$50	\$100
	Poleas	8	\$12	\$96
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Cuchillas	8	\$8	\$64

MÁQUINA	REPUESTOS	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
TRONZADORA	Engranajes	8	\$12	\$96
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Rotor	2	\$50	\$100
	Disco de corte	4	\$9	\$36
	Regulador gradual	2	\$6	\$12
CANTEADORA	Engranajes	8	\$12	\$96
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Rotor	2	\$50	\$100
	Cuchillas	8	\$8	\$64
	Poleas	8	\$12	\$96
TORNO DE MADERA	Cuchillas	8	\$8	\$64
	Rotor	2	\$50	\$100
	Engranajes	8	\$12	\$96
	Interruptor encendido/apagado	2	\$4,00	\$8
	Regulador de tamaño	2	\$20	\$40
TOTAL				\$3.221

Fuente: Semblantes I, 2019

COSTO DE FALLO

Los costos de fallo representan el valor por tiempo perdido, lo cual se detalla a continuación y en la Tabla 30.

Valor pérdida por suministro energético = (\$0,93) (320)

Valor pérdida por suministro energético = \$297,6

Pérdida por paro de maquinaria = (\$12) (90)

Pérdida por paro de maquinaria = \$1,080

Tabla 30.- Costo de falla anual

COSTO DE FALLA ANUAL			
Pérdida por suministro energético	Costo Kw/h	Consumo Kw/ Anual	Costo \$
Luz eléctrica	\$0,93	320	297,6
Pérdida por paro de maquinaria	Horas de falla al año	Unidades de producción	Costo \$
Por fallos en la máquina	\$12	90	1,080
Total			\$1377,6

Fuente: Semblantes I, 2019

Resumen de costos de mantenimiento

En la Tabla se puede evidenciar los costos que se han descrito anteriormente.

Tabla 31.- Resumen de costos de mantenimiento

COSTO DIRECTO	VALOR (\$)
COSTOS FIJOS	
Mano de obra (anual)	\$5.520
Herramientas	\$1.051
COSTO VARIABLE	
Materiales y repuestos	\$3.221
COSTO FINANCIERO	
Materiales Indirectos imprevisibles (10%)	\$322,1
COSTO DE FALLO	
Costo por tiempo perdido	\$1377,6
TOTAL	\$11491,7

Fuente: Semblantes I, 2019

Relación de costos

Luego de realizar el análisis de los costos de mantenimiento que tiene actualmente la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ, es decir sin plan de mantenimiento preventivo se determinó que asciende a los \$11491,7, ya que no posee un inventario confiable de los repuestos necesarios para la revisión y reparación, lo cual origina gastos excesivos. Mientras que al elaborar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa obtuvo un costo de \$3100,00, con lo cual se puede determinar que con el plan diseñado se obtendrá una reducción considerable de costos, como se evidencia en el Figura 13.

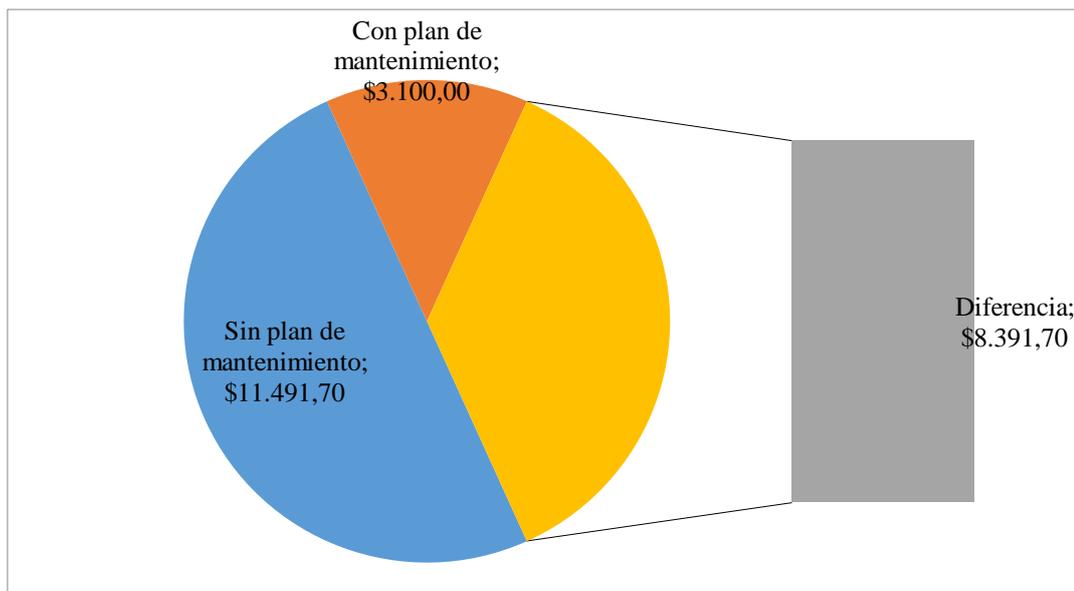


Figura 13.- Relación de costos
Fuente: Semblantes I, 2019

CURVA “S” DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

De acuerdo a lo que menciona Willard (2015), la curva “S” permite monitorear gráficamente el status de un proyecto, a medida que va progresando, desplegando los valores históricos reales a la fecha, con lo cual se puede identificar de forma rápida el aumento, desfase y problemas potenciales del proyecto que pueden ocasionar impacto contra los resultados exitosos.

En relación a tal concepto se elaboró la curva “S” del proyecto considerando las actividades detalladas en el cronograma de la Tabla 32.

Tabla 32.- Progreso del proyecto

ACTIVIDADES	Fecha de inicio	Duración	Fecha de culminación	COSTO	% FIN
Desarrollar y presentar la propuesta del proyecto a las Autoridades Respectives	1/4/2019	30	1/5/2019	\$100,00	3%
Listar las Máquinas con su respectiva codificación	1/5/2019	31	1/6/2019	\$100,00	6%
Desarrollar las fichas técnicas de las máquinas de la empresa	1/6/2019	61	1/8/2019	\$150,00	11%
Realizar la lista de repuestos existentes en la bodega de la empresa (Inventario)	1/7/2019	62	1/9/2019	\$600,00	30%
Realizar el análisis de modos y efectos de fallos en la empresa	1/8/2019	31	1/9/2019	\$450,00	45%
Definir la intervención de la Mano de Obra en la empresa	1/9/2019	30	1/10/2019	\$500,00	61%

ACTIVIDADES	Fecha de inicio	Duración	Fecha de culminación	COSTO	% FIN
Analizar y diseñar el sistema de mantenimiento de "MULTIMUEBLES PUJILÍ"	1/10/2019	61	1/12/2019	\$100,00	64%
Analizar de los diferentes costos de mantenimiento	1/11/2019	61	1/1/2020	\$250,00	72%
Planificar las actividades del plan de mantenimiento	1/11/2019	92	1/2/2020	\$350,00	84%
Establecer los requisitos finales para la implementación del plan de mantenimiento preventivo	1/1/2020	60	1/3/2020	\$350,00	95%
Culminar y presentar el proyecto de investigación	1/3/2020	31	1/4/2020	\$150,00	100%
				\$3.100,00	

Fuente: Semblantes I, 2019

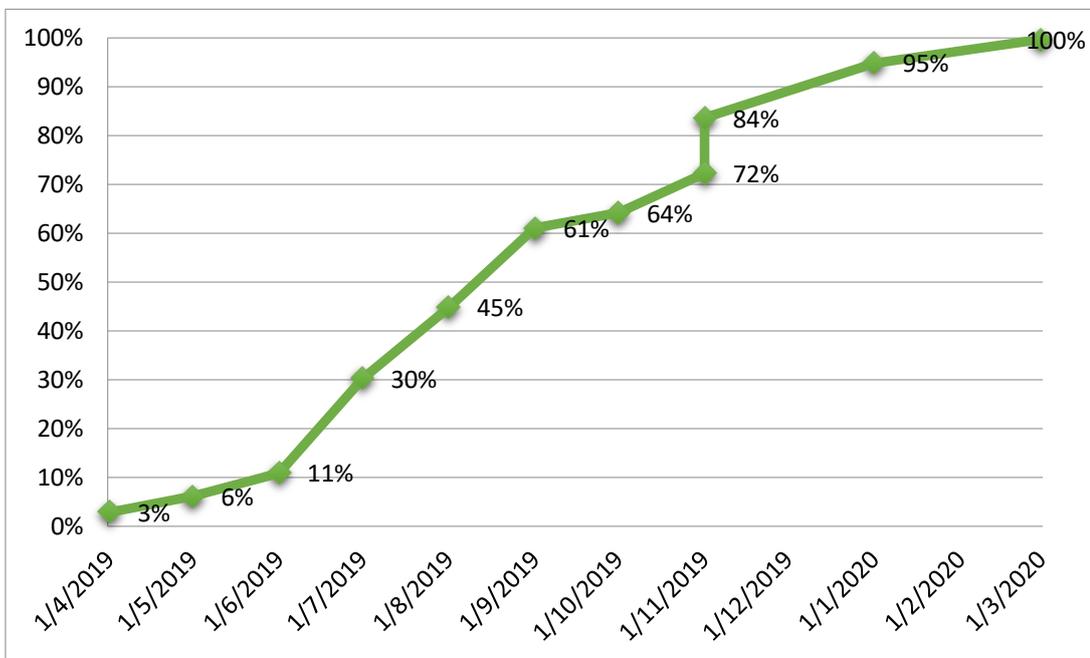


Figura 14.- Curva "S" del desarrollo del proyecto

Fuente: Semblantes I, 2019

Como se puede observar en el Figura 14, el proyecto comenzó el 01 de abril del 2019 y culminará en marzo del 2020, cada mes se irá registrando el porcentaje de avance, tal es el caso que de abril a mayo se tuvo un progreso del 3% y de esa forma de manera progresiva, hasta alcanzar al mes de marzo donde se deberá cumplir el 100% de la realización del proyecto hasta implementarlo en la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ.

CURVA “S” PROGRESO DE LOS COSTOS

Al igual que el Figura anterior, se aplicó la curva “S” para determinar el progreso de los costos en la ejecución del proyecto. De acuerdo a ello en la Figura 15 se puede evidenciar que en el mes de abril se realizó un gasto de \$101,00, de igual forma en el mayo se involucró un gasto acumulado de \$201,00, progresivamente en el mes de junio los costos ascendieron a \$274,80; mientras que para el mes de julio estos ascendieron \$651,00; de igual forma para el mes de agosto se invirtió \$1401,00; de manera ascendente, para el mes de septiembre el gasto acumulado representará 1901,00; y así progresivamente hasta llegar al mes de marzo donde se obtendrá un gasto acumulado de \$3100,00 que es el valor total del costo del proyecto.

Tabla 33. Progreso de los costos

ACTIVIDADES	Fecha de inicio	Fecha de culminación	% FIN	COSTO
Desarrollar y presentar la propuesta del proyecto a las Autoridades Respectivas	1/4/2019	1/5/2019	3%	\$ 101,00
Listar las Máquinas con su respectiva codificación	1/5/2019	1/6/2019	6%	\$ 201,00
Desarrollar las fichas técnicas de las máquinas de la empresa	1/6/2019	1/8/2019	11%	\$ 274,80
Realizar la lista de repuestos existentes en la bodega de la empresa (Inventario)	1/7/2019	1/9/2019	30%	\$ 651,00
Realizar el análisis de modos y efectos de fallos en la empresa	1/8/2019	1/9/2019	45%	\$ 1.401,00
Definir la intervención de la Mano de Obra en la empresa	1/9/2019	1/10/2019	61%	\$ 1.901,00
Analizar y diseñar el sistema de mantenimiento de "MULTIMUEBLES PUJILÍ"	1/10/2019	1/12/2019	64%	\$ 1.951,80
Analizar de los diferentes costos de mantenimiento	1/11/2019	1/1/2020	72%	\$ 2.238,10
Planificar las actividades del plan de mantenimiento	1/11/2019	1/2/2020	84%	\$ 2.483,10
Establecer los requisitos finales para la implementación del plan de mantenimiento preventivo	1/1/2020	1/3/2020	95%	\$ 2.781,80
Culminar y presentar el proyecto de investigación	1/3/2020	1/4/2020	100%	\$ 2.951,00
TOTAL				\$3.100,00



Figura 15.- Curva "S" progreso de los costos
Fuente: Semblantes I, 2019

PLAN DE MANTENIMIENTO

Con todo lo que se ha descrito anteriormente se puede resumir las distintas actividades que supone establecer un plan de mantenimiento, entre las cuales se mencionan:

1. Clasificación e Identificación de equipos

En primer lugar, se requiere disponer de un inventario donde se encuentren identificados de manera clara y clasificados todos los equipos, para lo cual se establece un código que identifique la planta y la unidad, además de los datos específicos de las unidades, equipos y componentes.

2. Recopilación de información

Se requiere recopilar los datos importantes para el mantenimiento, entre los cuales se encuentran:

- Condiciones de trabajo
- Diseño de la empresa
- Recomendaciones del fabricante
- Bases legales

3. Selección de políticas de mantenimiento

Consiste en decidir el tipo de mantenimiento que se va a aplicar a los equipos, para lo cual se utilizan métodos cuantitativos como cualitativos. Para la decisión se considera la opinión y recomendación de los fabricantes.

4. Programa de mantenimiento preventivo

Una vez que se ha completado el análisis individual de los equipos es importante coordinar un programa de mantenimiento agrupando por familias, tipos de equipos, periodos, entre otros para lograr optimizar la mano de obra. Este programa proporciona las rutinas de inspección y lubricación.

Control diario

- Limpiar el exterior de todas las maquinarias de la empresa
MULTIMUEBLES PUJILÍ

Semanalmente

- Lubricar los rodamientos de máquina circular, tronadora, canteadora, torno de madera.
- Revisar cuchillas, y lubricación de rodamientos cepilladora, máquina múltiple, regruesadora, tupi
- Revisar cinta, y lubricación de rodamientos de sierra cinta.

Quincenal

- Cambiar el disco máquina circular, tronadora
- Cambiar cuchilla tupi, canteadora y torno de madera

- Afilar cuchilla cepilladora, máquina múltiple, regruesadora.

Trimestral

- Inspeccionar la parte eléctrica de todas las maquinarias
- Inspeccionar la parte mecánica de todas las maquinarias

Anual

- Realizar una revisión general, limpieza interna y cambio de repuestos de todas las maquinarias de la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ

5. Organización del mantenimiento

El plan de mantenimiento se completa definiendo la organización necesaria:

- La estructura de recursos humanos, tanto propia como ajena.
- La estructura administrativa

6. Capacitación

La capacitación en el área de trabajo es muy importante para la productividad, debido que a través de este se puede adquirir conocimientos teóricos, técnicos y prácticos para mejorar el desempeño de los empleados en sus tareas laborales.

De acuerdo a ello se plantea la capacitación semestral de las personas encargadas del mantenimiento de la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ en temas mecánicos, eléctricos, electrónicos y equipos industriales.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Con el historial de fallos de las maquinarias de la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ se pudo determinar que la mayoría de estas tienen entre 40 y 50 horas de fallo al mes, lo cual representa paro en la producción y pérdidas significativas para la empresa, pero a pesar de ello no se maneja un historial de mantenimiento con los repuestos que han sido cambiados.
- Una vez obtenida la información de la incidencia de fallas de las maquinarias de MULTIMUEBLES PUJILÍ se calculó la fiabilidad de cada uno de los equipos evaluándolos para una jornada de 8 horas, dando como resultado una fiabilidad total del 19,58%.
- El plan de mantenimiento preventivo que se diseñó para la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ se basó en el análisis estadístico de la vida útil de las maquinarias, con la finalidad de alcanzar un mejor desempeño en los procesos productivos de la organización, logrando alargar la vida útil de la maquinaria, disponer de un registro de fallas y así también de un historial de mantenimiento que involucra los costos y el rendimiento mediante indicadores.

RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar una revisión periódica del plan de mantenimiento preventivo para ir modificando los ciclos de acuerdo a los requerimientos de operación e ir añadiendo procesos para el mejoramiento continuo del sistema.
- En base a la evaluación realizada se determina que se deben generar documentos como fichas técnicas y cartas de lubricación para facilitar la recolección de información de las maquinarias y de esa forma llevar un control del mantenimiento adecuado.
- Es importante que la empresa MULTIMUEBLES PUJILÍ aplique todas las actividades de mantenimiento que se han establecido y de acuerdo al cronograma, ya que las ejecuciones de las mismas garantizan el funcionamiento adecuado de los equipos y consecuentemente una mayor producción.

BIBLIOGRAFÍA

15331:2012, UNE EN. *Criterios para el diseño, la gestión y el control de servicios de mantenimiento de edificios*. España : s.n., 2012.

ALVAREZ, Linder. *El AMEF para aumentar la disponibilidad de la flota vehicular de la empresa EMTRAFESA SAC*. Perú : Universidad Nacional de Trujillo, 2017.

ANGARITA, Juan. *Propuesta de implementación de plan de mantenimiento preventivo orientado para mobliformas S.A.S*. Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016.

BARCO, Diana. *Aplicación del mantenimiento prventivo para mejorar la productividad en la empresa tejidos Global S.A.C del distrito de ATE Vitarte, Lima 2017*. Lima : Universidad César Vallejo, 2017. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12268/Barco_SDT.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

BENAVIDES, Pauth. *Estudio comparativo del efecto del espesor del corte en el rendimiento y rentabilidad entre un aserradero con sierra circular de dientes fijos y un aserradero con sierra de banda vertical*. Somoto : s.n., 2011.

CASTILLO, A, Brito, M y Fraga, E. *Análisis de criticidad personalizados*. 2009. Vol. 12. ISSN 1815-5944.

CHINER, Esther. *La Fiabilidad*. 2005.

DALUZ, Mónica. *Mantenimiento preventivo, pieza clave en la productividad*. s.l. : Interempresas, 2010.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE COTOPAXI. Cantón Pujilí . [En línea] septiembre de 2015. <https://www.cotopaxi.gob.ec/index.php/2015-09-20-00-13-36/2015-09-20-00-15-41/pujili>.

GÓMEZ, Gustavo y GÓMEZ, Jesús. *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo (LEM) y software de administración para los equipos de las sùper tiendas y driguertas OLIMPICAS en el eje Cafetero*. Pereira : Universidad Tecnològica de Pereira, 2016.

GONZÁLEZ, Gustavo. 2011. *Realizar el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria del departamento de marcos y molduras en la empresa Antiguo arte Europeo S.A de A.C*. Hidalgo : Universidad Tecnològica TULA-TEPEJI, 2011.

GRUPO RPP. *¿Qué son los costos de mantenimiento?* Nueva York : Shutterstock, 2018.

HEREDIA, Henry. *Situación actual de la empresa en cuanto al mantenimiento preventivo de la maquinaria*. Pujilí, 01 de junio de 2019.

HOURNÉ, y otros. *Análisis de criticidad de grupos electrógenos de la tecnología fuel oil en Cuba*. La Habana, Cuba : Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 2012. págs. 55-61. Vol. 21.

IGLESIAS, Javier. *Estudio para el mejoramiento de los procesos de fabricación de muebles en la empresa Colinel*. Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana, 2014.

JIMÉNEZ, Diego. *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de confección y estampado de la empresa D'Christian Maryuri*. Ambato : Universidad Tecnológica Indoamérica, 2018.

NAVAS, M.J. *La fiabilidad como criterio métrico de la calidad global del test*. Madrid, España : s.n., 2002.

MARTÍNES, Nathaly y OSORIO, Juan. *Gestión de inventario de repuestos considerando el riesgo*. s.l. : Espacios, 2018. pág. 29. Vol. 39.

MAYORGA, César, y otros. *Los procesos de producción y la productividad en la industria de calzado ecuatoriana: Caso empresa Mabelyz*. Ambato : I Congreso Iberoamericano de Investigación sobre MIPyME, 2015.

MORALES, Antonio Onieva. *Mantenimiento Preventivo*. Granada : s.n., 2008.

Norma ISO 9001. *Manual de Calidad de procedimientos ISO 9001*. 2010.

OLARTE, William, BOTERO, Marcela y CAÑÓN, Benhur. *Importancia del mantenimiento industrial dentro del proceso de producción*. Pereira : s.n., 2010. Vol. 16. ISSN 0122-1701.

SHKILIOVA, Liudmila y FERNÁNDEZ, Manuel. *Sistemas de Mantenimiento Técnico y Reparaciones*. La Habana : s.n., 2011.

SIERRA, Carlos y ANDREA, Emilio. *Capítulo 2: Introducción a la ingeniería de la fiabilidad*. s.l. : Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía, 2018.

SIERRA, Gabriel. *Programa de mantenimiento preventivo para la empresa Metalmecánica Industrial AVM S.A*. Bucaramanga : Universidad industrial de Santander, 2004.

URUMAN. Desarrollando un Plan de Mantenimiento apoyados en RCM. *Reability*. [En línea] 2019. <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/desarrollando-un-plan-de-mantenimiento-apoyados-en-rcm>.

VÁSQUEZ, Walter y Guadalupe, Víctor. *Mejora de la productividad mediante la elaboración de un plan de mantenimiento predictivo a una planta de laminación en caliente*. Guayaquil : ESPOL , 2015. págs. 136-149. Vol. 28.

VIVEROS, Pablo, y otros. *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo*. Chile : Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 2013. ISSN 0718-3305.

WILLARD, Andrew. *sando Curvas-Spara mejorar la performance del proyecto*. s.l. : Project Tracker, 2015.

ANEXOS

Anexo 1.- Ficha Técnica de Mantenimiento Máquina Circular

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA						
FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS						
	CÓDIGO	MP-1	VERSIÓN	1	FECHA VIGENTE	15/6/2019
	Nombre del Equipo:		MÁQUINA CIRCULAR			
Marca	DeWALT	Modelo	DW713 - B3			
Serie:		Ubicación	TALLERES "MULTIMUEBLES PUJILÍ"			
Fecha de compra:	10/2/2000					
Garantía :	3 años					
Valor de compra:	\$1.310					
FICHA TÉCNICA						
ESPECIFICACIONES		DW713-B3	DW715			
Potencia		1600W	1600W			
Velocidad sin carga		5,000 rpm	4,000 rpm			
Diámetro del disco		10"	12"			
Tamaño del eje		5/8"	5/8" ó 1"			
Capacidad vertical: Tablero con guía		3-1/2"	6-1/2"			
Capacidad vertical: Moldura corona cortada vertical		4-1/2"	5-1/4"			
Capacidad horizontal: tablero plano		6"	8"			
Capacidad horizontal: Moldura corona cortada horizontal		5-1/4"	6-1/2"			
Capacidad de corte biselado a 45°		2x6	2x8			
Capacidad de corte transversal a 90°		4x4	4x8			
RECOMENDACIONES DE USO :		Mover la sierra lentamente y avanzar con regularidad según sea este el sonido; si el ruido del motor disminuye, quiere decir que el motor se está cansando y hay que bajar la velocidad. Por el contrario, si el sonido del motor se mantiene parejo se puede aumentar la fuerza de empuje.				
Proveedor:	DeWALT Center Ecuador – Quito					
Teléfono:	0995367791					
E-mail:	http://www.dewaltcenter.com.ec/contacto.php	Nombre de Contacto:	Jonathan Baraona			

Fuente: Semblantes I, 2019

Anexo 4.- Ficha Técnica de Mantenimiento Cepilladora

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA																		
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS																		
	CÓDIGO	MP-2	VERSIÓN	1	FECHA VIGENTE	15/6/2019													
Nombre del Equipo:		CEPILLADORA																	
Marca	DeWALT	Modelo	DW734																
Serie:		Ubicación	TALLERES "MULTIMUEBLES PUJILÍ"																
Fecha de compra:	10/2/2000																		
Garantía :	3 años																		
Valor de compra:	\$1.150																		
FICHA TÉCNICA																			
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th style="background-color: black; color: yellow;">ESPECIFICACIONES</th> <th style="background-color: black; color: yellow;">DW734</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Amperios</td> <td style="background-color: yellow;">15.0</td> </tr> <tr> <td>Velocidad sin carga</td> <td style="background-color: yellow;">10,000</td> </tr> <tr> <td>Máxima profundidad de corte</td> <td style="background-color: yellow;">0-3,000</td> </tr> <tr> <td>Capacidad de profundidad</td> <td style="background-color: yellow;">Sí</td> </tr> <tr> <td>Capacidad de ancho</td> <td style="background-color: yellow;">1-1/8"</td> </tr> <tr> <td>Peso de la herramienta</td> <td style="background-color: yellow;">Sí</td> </tr> </tbody> </table>						ESPECIFICACIONES	DW734	Amperios	15.0	Velocidad sin carga	10,000	Máxima profundidad de corte	0-3,000	Capacidad de profundidad	Sí	Capacidad de ancho	1-1/8"	Peso de la herramienta	Sí
ESPECIFICACIONES	DW734																		
Amperios	15.0																		
Velocidad sin carga	10,000																		
Máxima profundidad de corte	0-3,000																		
Capacidad de profundidad	Sí																		
Capacidad de ancho	1-1/8"																		
Peso de la herramienta	Sí																		
RECOMENDACIONES DE USO :	<p>Para el uso de esta herramienta es necesariamente obligatorio el uso de un Equipo de Protección Personal y verificar si la Cepilladora cumple con las normas de seguridad necesarias para su utilización como son las protecciones necesarias de la máquina.</p>																		
Proveedor:	DeWALT Center Ecuador – Quito																		
Teléfono:	0995367791																		
E-mail:	http://www.dewaltcenter.com.ec/contacto.php	Nombre de Contacto:	Jonathan Baraona																

Fuente: Semblantes I, 2019

Anexo 7.- Ficha Técnica de Mantenimiento Máquina Múltiple

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA					
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS					
	CÓDIGO	MP-3	VERSIÓN	1	FECHA VIGENTE	15/6/2019
Nombre del Equipo:		MÁQUINA MÚLTIPLE				
Marca	ZICAR	Modelo	ML310K			
Serie:		Ubicación	TALLERES "MULTIMUEBLES PUJILÍ"			
Fecha de compra:	10/2/2000					
Garantía :	2 años					
Valor de compra:	\$3.200					
FICHA TÉCNICA						
<p>Longitud de las mesas de cepillo 2000 mm Eje de cepillo de sistema Felder Altura de regreso 250 mm Eje de tupí inclinable entre 90° y 45° Sistema de cambio rápido del eje de tupí Tope de fresado „240” Sierra inclinable 90°–45° Carro desplazable de formatos en alu “X-Roll” con guías de precisión Longitud de corte 2500–3200 mm</p>						
RECOMENDACIONES DE USO :		<p>Para el uso de esta herramienta es necesariamente obligatorio el uso de un Equipo de Protección Personal y verificar si la máquina múltiple cumple con las normas de seguridad necesarias para su utilización como son las protecciones necesarias de la máquina.</p>				
Proveedor:		Jinan Jaya Internacional de Economía y Industry Co., Ltd.				
Teléfono:		66699158				
E-mail:		sales@jayacn.com	Nombre de Contacto:		NA	

Fuente: Semblantes I, 2019

Anexo 10.- Ficha Técnica de Mantenimiento Regruesadora

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA						
FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS						
	CÓDIGO	MP-4	VERSIÓN	1	FECHA VIGENTE	15/6/2019
	Nombre del Equipo:	REGRUESADORA				
Marca	DeWALT	Modelo	DW625			
Serie:		Ubicación	TALLERES "MULTIMUEBLES PUJILÍ"			
Fecha de compra:	10/2/2000					
Garantía :	3 años					
Valor de compra:	\$1.230					
FICHA TÉCNICA						
ESPECIFICACIONES		DW621	DW625			
Amperios		10.0	15.0			
Caballos de potencia		2 HP	3 HP			
Velocidad sin carga		8,000 - 24,000 rpm	8,000 - 24,000 rpm			
Diámetro del collet		1/2", 1/4"	1/2", 1/4"			
Recorrido vertical		2-1/8"	2-7/16"			
Regulador de profundidad		Ajustable a 3 etapas	Ajustable a 3 etapas			
Dimensión de la base		4-5/16 x 6-1/4"	5-5/8 x 6-11/16"			
Traba de eje		Sí	Sí			
Peso de la herramienta		9.0 lbs.	11.2 lbs.			
RECOMENDACIONES DE USO :		Para el uso de esta herramienta es necesariamente obligatorio el uso de un Equipo de Protección Personal y verificar si la Regruesadora cumple con las normas de seguridad necesarias para su utilización como son las protecciones necesarias de la máquina.				
Proveedor:	DeWALT Center Ecuador – Quito					
Teléfono:	0995367791					
E-mail:	http://www.dewaltcenter.com.ec/contacto.php	Nombre de Contacto:	Jonathan Baraona			

F Semblantes I, 2019

Anexo 13.- Ficha Técnica de Mantenimiento Sierra de cinta

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA																				
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS																				
	CÓDIGO	MP-5	VERSIÓN	1	FECHA VIGENTE	15/6/2019															
Nombre del Equipo:		SIERRA CINTA																			
Marca	MAKITA	Modelo	LB1200F																		
Serie:		Ubicación	TALLERES "MULTIMUEBLES PUJILÍ"																		
Fecha de compra:	10/2/2000																				
Garantía :	24 meses																				
Valor de compra:	\$705																				
FICHA TÉCNICA																					
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS																					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Potencia de entrada:</td> <td style="text-align: right;">900W</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Capacidad:</td> <td style="text-align: right;">Profundidad de corte: 165mm (6-1/2")</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Entrada: 305mm (12")</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Velocidad de cinta:</td> <td style="text-align: right;">Alta : (50Hz)1.000 (60Hz)1.200m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">(50Hz)3.280 (60Hz) 3.936ft) / min</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Baja : (50Hz)500 (60Hz)600m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">(50Hz)1.640 (60Hz) 1.968ft) / min</td> </tr> <tr> <td>Dimensiones (L x W x H):</td> <td style="text-align: right;">615 x 775 x 1.660mm (24-1/4" x 30-1/2" x 65-1/2")</td> </tr> <tr> <td>Peso neto:</td> <td style="text-align: right;">82,9kg (181,9lbs)</td> </tr> <tr> <td>Cable de conexión:</td> <td style="text-align: right;">2,5m (8,2ft)</td> </tr> </table>						Potencia de entrada:	900W	Capacidad:	Profundidad de corte: 165mm (6-1/2")	Entrada: 305mm (12")	Velocidad de cinta:	Alta : (50Hz)1.000 (60Hz)1.200m	(50Hz)3.280 (60Hz) 3.936ft) / min	Baja : (50Hz)500 (60Hz)600m	(50Hz)1.640 (60Hz) 1.968ft) / min	Dimensiones (L x W x H):	615 x 775 x 1.660mm (24-1/4" x 30-1/2" x 65-1/2")	Peso neto:	82,9kg (181,9lbs)	Cable de conexión:	2,5m (8,2ft)
Potencia de entrada:	900W																				
Capacidad:	Profundidad de corte: 165mm (6-1/2")																				
	Entrada: 305mm (12")																				
Velocidad de cinta:	Alta : (50Hz)1.000 (60Hz)1.200m																				
	(50Hz)3.280 (60Hz) 3.936ft) / min																				
	Baja : (50Hz)500 (60Hz)600m																				
	(50Hz)1.640 (60Hz) 1.968ft) / min																				
Dimensiones (L x W x H):	615 x 775 x 1.660mm (24-1/4" x 30-1/2" x 65-1/2")																				
Peso neto:	82,9kg (181,9lbs)																				
Cable de conexión:	2,5m (8,2ft)																				
RECOMENDACIONES DE USO :	<p>Verificar antes de comenzar el trabajo que las protecciones se encuentren instaladas y que el operario lleve los equipos de protección personal Individual (EPI), En caso de calentamiento excesivo de la Sierra se debe detener el proceso y esperar a que se enfríe para evitar roturas de la misma.</p>																				
Proveedor:	Makita Chile, Santiago de Chile																				
Teléfono:	225400400																				
E-mail:	http://www.makita.cl/	Nombre de Contacto:	NA																		

Fuente: Semblantes I, 2019

Anexo 16.- Ficha Técnica de Mantenimiento Tupi

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA					
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS					
	CÓDIGO	MP-6	VERSIÓN	1	FECHA VIGENTE	15/6/2019
Nombre del Equipo:		TUPI				
Marca	LOMBARTE	Modelo	MR40V			
Serie:		Ubicación	TALLERES "MULTIMUEBLES PUJILÍ"			
Fecha de compra:	10/2/2000					
Garantía :	12 meses					
Valor de compra:	\$405,60					
FICHA TÉCNICA						
<p>MOTOR: 1.500 W DC = corriente continua / motor escobillas) VELOCIDAD: 11.500 a 24.000 rpm MESA (EN FUNDICIÓN GRIS): 610 x 360 mm EXTENSIONES (2): 210 x 360 mm Regulación eje en altura: de 0,1 a 40 mm Diámetro máximo de fresa: 50 mm Dimensiones 980x300x300 mm Peso: 30 / 35 kg</p>						
RECOMENDACIONES DE USO :		<p>Para el uso de esta herramienta es necesariamente obligatorio el uso de un Equipo de Protección Personal y verificar que todas las guardas de protección del Tupi estén en su lugar y en buen estado. Es importante que nunca se coloque las manos en la zona de trabajo de la herramienta.</p>				
Proveedor:		DeWALT Center Ecuador – Quito				
Teléfono:		91 179 78 12				
E-mail:		https://lombarteonline.com/	Nombre de Contacto:		NA	

Fuente: Semblantes I, 2019

Anexo 19.- Ficha Técnica de Mantenimiento Tronzadora

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA						
FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS						
	CÓDIGO	MP-7	VERSIÓN	1	FECHA VIGENTE	15/6/2019
Nombre del Equipo:		TRONZADORA				
Marca	DeWALT	Modelo	D28715			
Serie:		Ubicación	TALLERES "MULTIMUEBLES PUJILÍ"			
Fecha de compra:	10/2/2000					
Garantía :	24 meses					
Valor de compra:	\$285					
FICHA TÉCNICA						
ESPECIFICACIONES						
Potencia	2200 W					
Potencia de salida	1350 W					
Velocidad sin carga	4000 rpm					
Diámetro del disco	355x2.5 mm					
Máx. Capacidad de corte a 90° [perfil cuadrado]	120x120 mm					
Máx. Capacidad de corte a 90° [perfil rectangular]	100x200 mm					
Máx. Capacidad de corte a 90° [perfil en forma de L]	140x140 mm					
Máx. Capacidad de corte a 90° [perfil circular]	130 mm					
Máx. Capacidad de corte a 45° [perfil cuadrado]	113x113 mm					
Máx. Capacidad de corte a 45° [perfil rectangular]	100x140 mm					
Máx. Capacidad de corte a 45° [perfil en forma de L]	120x120 mm					
Máx. Capacidad de corte a 45° [perfil circular]	130 mm					
Peso	18 kg					
Longitud	520 mm					
Alto	435 mm					
RECOMENDACIONES DE USO :	Para el uso de esta herramienta es obligatorio el uso de un Equipo de Protección Personal. Será necesario tener todas las medidas de seguridad al trabajar con la tronzadora, porque se trabaja a un número de revoluciones muy elevado del disco.					
Proveedor:	DeWALT Center Ecuador – Quito					
Teléfono:	995367791					
E-mail:	http://www.dewaltcenter.com.ec/contacto.php	Nombre de Contacto:	Jonathan Baraona			

Fuente: Semblantes I, 2019

Anexo 22.- Ficha Técnica de Mantenimiento Canteadora

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA					
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS					
	CÓDIGO	MP-8	VERSIÓN	1	FECHA VIGENTE	15/6/2019
Nombre del Equipo:		CANTEADORA				
Marca	DELTA	Modelo	Delta Invicta			
Serie:		Ubicación	TALLERES "MULTIMUEBLES PUJILÍ"			
Fecha de compra:	10/2/2000					
Garantía :	24 meses					
Valor de compra:	\$1.630					
FICHA TÉCNICA						
<p>Canteadora 8" Delta Invicta 195 x 25 cm Canteadora de 8" marca Delta Invicta Modelo Hecho en Brasil Cubiertas de 20 X 195 cm 3 cuchillas Motor 3 HP Volts 220 Trifásico Dimensiones Peso estimado 180 kilos</p>						
RECOMENDACIONES DE USO :		Para el uso de esta herramienta es necesariamente obligatorio el uso de un Equipo de Protección Personal y verificar si la Canteadora cumple con las normas de seguridad necesarias para su utilización como son las protecciones necesarias de la máquina.				
Proveedor:	Máquinas para madera-México DF					
Teléfono:	55 5352 1182 / 5352 1282					
E-mail:	http://maquinasparamadera17.mercadoshops.com.mx/	Nombre de Contacto:	NA			

Fuente: Semblantes I, 2019

Anexo 25.- Ficha Técnica de Mantenimiento Torno de Madera

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA				
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				
	CÓDIGO	MP-9	VERSIÓN	1	FECHA VIGENTE
Nombre del Equipo:		TORNO			
Marca	CENTURY	Modelo	TMC-1000		
Serie:		Ubicación	TALLERES "MULTIMUEBLES PUJILÍ"		
Fecha de compra:	10/2/2000				
Garantía :	12 meses				
Valor de compra:	\$150				
FICHA TÉCNICA					
MODELO: TMC-1000 MOTOR: 3/4HP RPM: 3400 VOLTAJE: 110V LARGO 1MT ANCHO 34CM					
RECOMENDACIONES DE USO :		Para el uso de esta herramienta es necesariamente obligatorio el uso de un Equipo de Protección Personal. El torno deberá diseñarse de forma que permitan obtener una máxima producción con un mínimo de esfuerzo por parte de la persona encargada de operarlo.			
Proveedor:		S&B Import. Quito-Ecuador			
Teléfono:		0987725043 / 02 6038329.			
E-mail:		https://www.facebook.com/SBIM-PORT1/?tn-str=k*F	Nombre de Contacto:	NA	

Fuente: Semblantes I, 2019

