

# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

“La gestión de mantenimiento correctivo y su incidencia en la disponibilidad de máquinas de la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato”

---

Trabajo de titulación bajo la modalidad Estudio Técnico previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

**HUGO XAVIER LIZANO CHICO**

**TUTOR:**

**ING. ANDRÉS CABRERA Mg.**

**AMBATO-ECUADOR**

**2016**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Director del Proyecto **“La gestión del mantenimiento correctivo y su incidencia en la disponibilidad de las máquinas en la Empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato”** presentado por el señor Hugo Xavier Lizano Chico, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne todos los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Ambato a los 01 días del mes de agosto del 2016

Ing. Andrés Cabrera Mg.

DIRECTOR

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Hugo Xavier Lizano Chico en calidad de estudiante de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica, declaro que los contenidos de éste informe de Estudio Técnico, requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos, personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Hugo Xavier Lizano Chico

C.I. 180197807-1

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

Yo, HUGO XAVIER LIZANO CHICO, declaro ser autor del Estudio Técnico, titulado “La gestión de mantenimiento correctivo y su incidencia en la disponibilidad de máquinas de la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. 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 obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra 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, a los 02 días del mes de agosto del 2016, firmo conforme:

**Autor:** Hugo Xavier Lizano Chico

**Firma:**

**Número de Cédula:** 1801978071

**Dirección:** Av. Julio Enrique Paredes y Gualberto Arcos Barrio Tambillo el Socavón.

**Correo Electrónico:** hugo\_lizano@yahoo.com

**Teléfono:** 2420108 - 0987988680

## **APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR**

El informe presentado de Estudio Técnico, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastada, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial por lo tanto autorizamos al postulante a la presentación a efecto de su sustentación pública. Para constancia firman:

Ambato 01 de agosto del 2016

EL TRIBUNAL

-----

Ing. Mg. Leonardo Cuenca.  
PRESIDENTE TRIBUNAL

-----

Ing. Mg. Lorena Cáceres.  
MIEMBRO TRIBUNAL

-----

Ing. Mauricio Salas.  
MIEMBRO TRIBUNAL

## **DEDICATORIA**

*A DIOS padre eterno por protegerme y bendecirme siempre con salud y sabiduría para poder culminar con éxito mis metas.*

*Y a mi familia por su ayuda incondicional y de manera especial a mi esposa e hijos quienes han sido mi mayor inspiración y mi pilar fundamental para alcanzar el camino de la superación.*

*Hugo Lizano*

## **AGRADECIMIENTO**

*De manera muy especial a la Universidad Tecnológica Indoamérica y a todo el Personal Docente, por haber impartido sus conocimientos durante el transcurso de mi preparación como estudiante. Además a la Empresa Carrocerías Jácome por su colaboración y apertura para poder desarrollar el presente trabajo*

*Agradezco también a mi familia, a mi esposa e hijos por el amor y apoyo durante el desarrollo del proyecto.*

*Hugo Lizano*

## INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Aprobación del Tutor .....	ii
Declaración de Autenticidad.....	iii
Autorización por parte del Autor para la Consulta, Reproducción Parcial o Total, y Publicación Electrónica del Trabajo de Titulación .....	iv
Aprobación del Jurado Examinador.....	v
Dedicatoria .....	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen .....	xiv
Abstract .....	xv

### CAPITULO I INTRODUCCIÓN

Tema:.....	1
Introducción: .....	1
Árbol de problemas .....	4
Antecedentes .....	5
Justificación.....	8
Objetivos .....	9
Objetivo General .....	9
Objetivos Específicos.....	9

### CAPÍTULO II METODOLOGÍA

Área de estudio.....	10
Enfoque .....	11
Justificación de la metodología.....	11
Población y muestra .....	12
Diseño del trabajo .....	15
Procedimientos para obtención y análisis de datos .....	17
Instrumentos:.....	18
Matriz de evaluación Covenin 2500-93 .....	18
Procedimientos para la evaluación:.....	18

Hoja de vida .....	20
Disponibilidad de máquinas .....	21
Hipótesis alterna: .....	21
Hipótesis nula: .....	21

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Análisis de la situación actual de la disponibilidad de las máquinas en la empresa Carrocerías Jácome. ....	28
Disponibilidad de equipos .....	33
Motivos de para .....	34

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Interpretación de resultados .....	35
VII.1 Planificación .....	35
VII.2 Programación e Implantación .....	36
VII.3 Control y evaluación .....	36
Contraste con otras investigaciones .....	36
Verificación de hipótesis .....	37
a) Modelo Lógico .....	37
b) Modelo Matemático .....	38
c) Nivel de significancia .....	38
d) Cálculo de las desviaciones estándar y de las medias de las muestras .....	38
Varianza muestral .....	38
e) Combinación de las varianzas de las muestras .....	39
Varianza combinada .....	39
f) Determinación “t” .....	39
g) Grados de libertad .....	39
Tabla T student .....	40

### **CAPÍTULO V**

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones: .....	42
Recomendaciones: .....	43

Bibliografía .....	45
Normas .....	45
Documentos Electrónicos.....	45
Libros .....	45
Trabajos de Titulación.....	46
Anexos .....	47

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Población de estudio .....	13
TABLA 2: Operacionalización de la Variable (Gestión de mantenimiento correctivo) .....	15
TABLA 3: Operacionalización de variable dependiente (Disponibilidad).....	16
TABLA 4: Procedimiento para la obtención y análisis de datos .....	17
TABLA 5: Evaluación gestión de mantenimiento correctivo.....	26
TABLA 6: Días laborables año 2015 “Carrocerías Jácome” .....	29
TABLA 7: Disponibilidad equipo de suelda.....	29
TABLA 8: Disponibilidad equipo de suelda.....	31
TABLA 9: Disponibilidad equipo de corte .....	32
TABLA 10: Disponibilidad equipo de cómputo.....	33
TABLA 11: Gestión de mantenimiento correctivo.....	38
TABLA 12: Disponibilidad de equipos. ....	38
TABLA 13: Tabla de distribución T student con n grados de libertad. ....	40

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Árbol de problemas .....	4
FIGURA 2: Mantenimiento correctivo "Planificación" .....	23
FIGURA 3: Mantenimiento correctivo "Programación e implantación. ....	24
FIGURA 4: Mantenimiento correctivo "Control y evaluación" .....	25
FIGURA 5: Estándares de evaluación. ....	28
FIGURA 6: Disponibilidad de equipos.....	33
FIGURA 7: Cálculo de disponibilidad.....	34
FIGURA 8: Motivos de para.....	34
FIGURA 9: Evaluación mantenimiento correctivo Covenin 2500-93 "Carrocerías Jácome" .....	35
FIGURA 10: T student.....	41

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Compromiso Carrocerías Jácome

ANEXO 2: Planos Carrocerías Jácome

ANEXO 3: Hoja de Vida

ANEXO 4: Hoja de Fallos

ANEXO 5: Estándares de Evaluación Mantenimiento Correctivo Covenin 2500-

93

ANEXO 6: Inventario General de Maquinaria y Equipos

ANEXO 7: Bitácora de Equipo de Corte "Tronzadora de Disco"

ANEXO 8: Bitácora de Equipo de Suelta

ANEXO 9: Responsable de Verificación de Mantenimiento

ANEXO 10: Personal Calificado

ANEXO 11: Verificación de Ejecución del Plan de Mantenimiento Preventivo

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“Estudio de la gestión de mantenimiento correctivo y su incidencia en la disponibilidad de máquinas de la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato”.

**Autor:** Hugo Xavier Lizano Chico

**Tutor:** Ing. Andrés Cabrera Mg.

**Fecha:** 01 de agosto del 2016

**Resumen**

El presente proyecto tiene como objetivo principal estudiar la gestión de mantenimiento correctivo y su incidencia en la disponibilidad de máquinas de la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato, para lo cual se utilizó como herramienta la norma Covenin 2500-93 y luego de realizar los estudios de los estándares de evaluación de mantenimiento correctivo de ésta norma se pudo demostrar los siguientes resultados: planificación = 35%, programación e implantación = 25 %, control y evaluación = 36 %, es decir que en carrocerías Jácome la gestión de mantenimiento correctivo se aplica únicamente el 32%.

El cálculo de disponibilidad se efectuó en base al mantenimiento correctivo realizado durante el año 2015, además se lo hizo por equipos los cuales son suelda, corte y cómputo, luego de aplicar la fórmula correspondiente se pudo comprobar que la disponibilidad de los equipos en la empresa es del 86,16%.

Además con la prueba T student se demuestra que el valor calculado se encuentra en la región de rechazo; y por lo tanto la hipótesis se rechaza y se concluye que la gestión de mantenimiento correctivo incide en la disponibilidad de las máquinas.

**Descriptores:** Control y evaluación, disponibilidad, gestión de mantenimiento correctivo, norma Covenin 2500-93, planificación, programación e implantación, T student.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“Estudio de la gestión de mantenimiento correctivo y su incidencia en la disponibilidad de máquinas de la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato”.

**Author:** Hugo Xavier Lizano Chico

**Advisor:** Ing. Andrés Cabrera Mg.

**Date:** 01 de agosto del 2016

**Abstract**

This project's main objective is to study corrective maintenance management and its impact on the availability of machines Body Jacome city of Ambato, for which was used as the standard tool Covenin 2500-93 and after making the studies evaluation standards corrective maintenance of this policy could be shown the following results: planning = 35%, programming and implementation = 25%, control and evaluation = 36%, is in Body Jacome management corrective maintenance applies only 32%.

The availability calculation was made on the basis of corrective maintenance performed during 2015, in addition it did for teams which are welded, cut and count, then apply the corresponding formula was found that the availability of equipment in the company is 86.16% of.

In addition to the student test it shows that the calculated value is in the rejection region; and therefore the hypothesis is rejected and it is concluded that the management of corrective maintenance affects the availability of the machines.

**Descriptors:** Monitoring and evaluation, availability, corrective maintenance, management, standard Covenin 2500-93, planning, programming and implementation, T student.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**Tema:**

“La gestión de mantenimiento correctivo y su incidencia en la disponibilidad de máquinas de la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato”

**Introducción:**

Según Oliverio Palencia (2014). “Actualmente se concede mucho más atención a las actividades de estímulo económico al crecimiento industrial de los países en desarrollo. Sin embargo el éxito no se reduce solo a la transferencia de modernas tecnologías, sino que es indispensable utilizar efectivamente, las instalaciones existentes, donde uno de los requisitos primordiales es establecer, un servicio integral de mantenimiento efectivo, seguro y económico de los activos empresariales. Pág. 1

En la actualidad las empresas a nivel mundial se preocupan por el adecuado funcionamiento de sus equipos de producción, de igual forma de obtener de ellos la máxima disponibilidad, por lo que se ha logrado que el mantenimiento industrial en las últimas décadas tenga una evolución significativa en todos sus aspectos.

Según Diego Gutiérrez (2016). “El mantenimiento puede definirse de distintas formas de acuerdo al sentido que se le dé en cada caso”. El objetivo principal del mantenimiento es obtener un correcto funcionamiento de los equipos e instalaciones, produciendo un bien real que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

Para el desarrollo industrial del país, tiene vital importancia la ingeniería la misma que se encarga a cabo de todas aquellas acciones que son necesarias para obtener una producción continua y eficiente en máquinas con un alto rendimiento. La industria nacional ha crecido por encima del promedio regional. En la actualidad el reto de la industria ecuatoriana, es el aprovechamiento máximo de sus recursos para obtener la mayor calidad del producto en empresa de producción. Para ello es indispensable asegurar a través del mantenimiento y disponibilidad de los equipos, teniendo en cuenta los avances tecnológicos, los mismos que nos facilitan ideas innovadoras. s/n

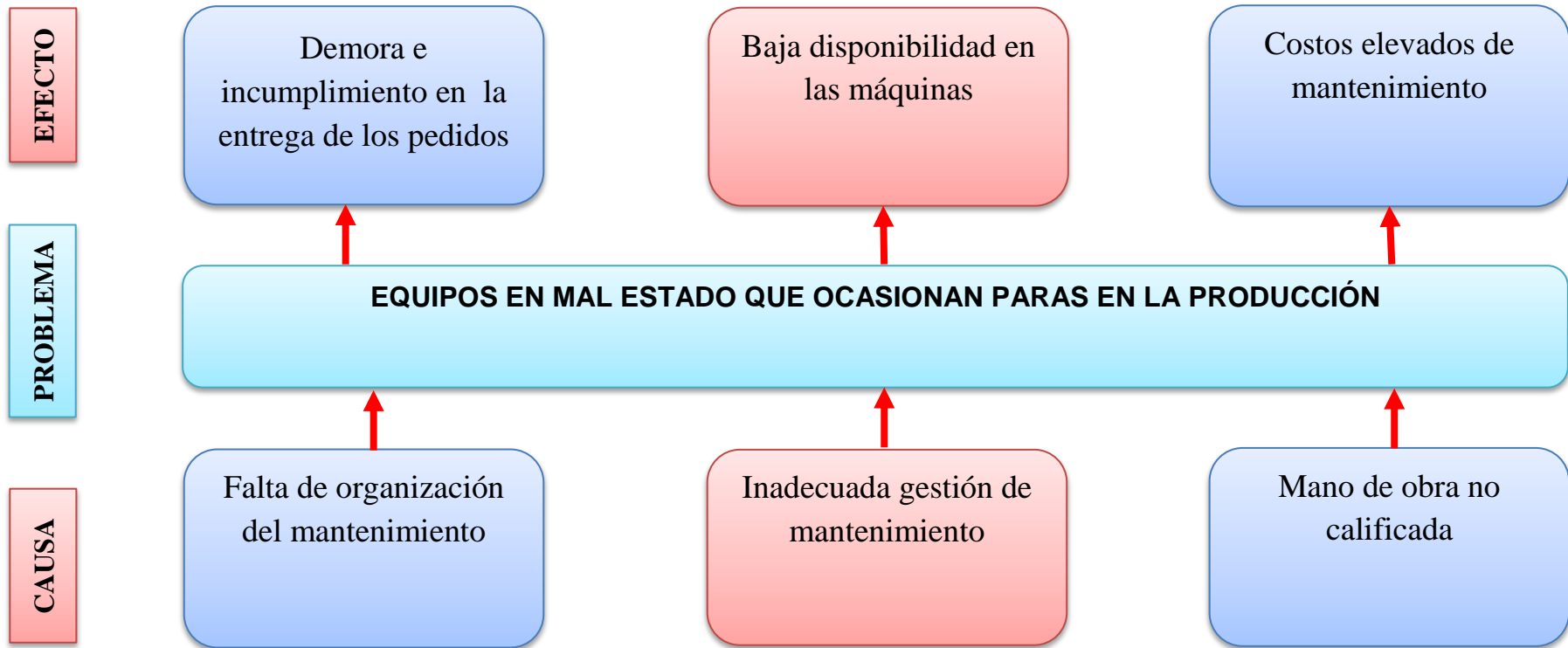
El plan de mantenimiento en Carrocerías Jácome es importante para tener una idea clara del normal funcionamiento de las máquinas, podemos manifestar que la falta de organización del mantenimiento correctivo da lugar a que no se realice un control adecuado de cada una de las máquinas exponiéndolas a sufrir fallas y provocar paros en la producción, esto induce a que la empresa tenga demoras e incumplimientos en sus pedidos, provocando problemas serios en la Empresa, estos inconvenientes se dan de forma repetitiva especialmente en las máquinas que están relacionadas en el proceso de producción de carrocerías, esto se está viendo reflejado en la baja disponibilidad de las mismas, la mano de obra no calificada con que cuenta el departamento de mantenimiento es otra de las causas principales para que en la empresa existan paros en sus maquinarias, debido a que el personal no cuenta con conocimientos técnicos necesarios para que se ejecute una gestión de mantenimiento correctivo adecuado que optimice la disponibilidad de las máquinas y así reducir los costos de mantenimiento.

Según Prandor R., (2007). “El hacer mantenimiento con un concepto actual no implica reparar tan pronto se pueda sino mantener el equipo en operación a los niveles especificados”

La gestión de mantenimiento correctivo es el proceso administrativo para controlar fallas en las máquinas, equipos etc.

Según Prando R. (1996) Disponibilidad es “Característica de un equipo, instalación, línea de fabricación, que expresa su habilad para operar sin problemas depende de los atributos del sistema técnico y de la eficiencia y eficacia de la gestión de mantenimiento, es el tiempo disponible en condiciones óptimas, para realizar sus actividades productivas.

### Árbol de problemas



**FIGURA 1:** Árbol de problemas  
Elaborado por: Hugo Lizano

## **Antecedentes**

Según Unzueta G, (2014) “Cada etapa del ciclo de industrialización de un activo influye en mayor o menor medida en los distintos costes de su ciclo de vida. Pero sin embargo, los gastos suceden durante la operación, a lo cual es necesario implementar una de disponibilidad a su ciclo de vida” Pág. 47

El RCM Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (Reliability Centered Maintenance,) Aquí nos indica que este sistema puede ser aplicado en el diseño como en la de operación y además que es muy útil para aprovechar los recursos comprometidos para el Mantenimiento Preventivo (MP) del programa. El proceso RCM está orientado a mejorar la seguridad y disponibilidad de los medios mediante la recomendación e implementación de mejoras, rediseños, tareas de mantenimiento y modificaciones en la operación. Para ello el RCM implica responder 7 preguntas básicas en el sistema operativo, las mismas que consisten en funciones y parámetros, maneras, causas, sucesos, sentido de importancia, qué hacer para prevenir o predecir, que se debe hacer si no se tiene una tarea proactiva adecuada en lo referente a las fallas. Para implementar este sistema resulta muy perjudicial para la mayoría de pequeñas y medianas empresas (PYMEs,) debido a su inversión no pueden invertir tanto, ya sea en recursos financieros muy ajustados, falta de personal y tiempo, poca o ninguna experiencia en la iniciativa, y una escasa confianza en la aplicación de nuevos sistemas.

Según J.Pistarelli, (2013) “Desde que el hombre comenzó a fabricar objetos para uso personal, le fue imprescindible llevar a cabo alguna restauración para volver a utilizarlos. Es así como evolucionó la tecnología y se evidenciaron muchos cambios en la forma de restaurar objetos, herramientas y máquinas” Pág. 15

A inicios del siglo XX la industria se hizo más mecanizada, desde entonces ya se practicaba lo que hoy se conoce como Correctivo. En la actualidad y con el avance de la electrónica, surge y se fortalece con mayor fuerza el Mantenimiento

basado en el monitoreo del estado de funcionamiento del equipo aprovechando al máximo el beneficio de cada activo antes de retirarlo de servicio, por ende la disponibilidad y eficiencia, obligan a optimizar y evaluar todas las herramientas para reducir tiempos muertos por paradas no programadas que son quienes perjudican la producción en su totalidad. Para ello existe, una batería de estrategias capaces de controlar las consecuencias de los fallos y asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente. Un ejemplo lo constituye el Mantenimiento Detectivo que puede ser una alternativa válida para el control de los fallos, sobre todo para aquellos que involucran un alto riesgo industrial.

Según IK4-TEKNIKER, (2015) “Las nuevas necesidades en productividad, flexibilidad y fiabilidad obligan a las empresas a buscar estrategias que mejoren sus procesos y servicios, con el objetivo de maximizar los resultados y minimizar los gastos”. s/n

En la actualidad el mantenimiento es parte fundamental para las empresas para poder obtener una rentabilidad aceptable aprovechando al máximo los recursos y eligiendo la forma más adecuada. No se puede esperar a que algo falle ya que su costo es muy elevado ya sea por la para inesperada o por su reparación. Por lo cual lo más recomendable es realizar un mantenimiento preventivo de forma sistemática, realizar ajustes o cambiar ciertos componentes de un sistema, algunos estudios que señalan que el 30% de las acciones de preventivo se podrían evitar y el otro 30% podría ser dañino para los equipos. El mantenimiento que está ganando terreno, gracias al avance de las tecnologías, es el mantenimiento basado en la condición. El objetivo es detectar los fallos, y así realizar el mantenimiento en el momento justo y de forma planificada.

Según John Moubray, (2013) “Desde mediados de los años setenta, el proceso de cambio en las empresas ha tomado incluso velocidades más altas” Pág. 3

Nuevas expectativas: Los procesos improductivos tienen un efecto más importante en la producción, costo total y servicio al cliente, hacen que pequeñas averías puedan causar el paro de toda una planta. Por ello está creciendo la demanda de mantenimiento. Una automatización más extensa significa que hay una relación más estrecha entre la condición de la maquinaria y la calidad del producto. Al mismo tiempo, favorece ya que se elevan los estándares de calidad. Esto crea mayores demandas en la función del mantenimiento. Otra característica en el aumento de la mecanización es que cada vez son más serias las consecuencias de las fallas de una instalación para la seguridad y/o el medio ambiente.

Nueva Investigación: Mucho más allá de las mejores expectativas, la nueva investigación está cambiando las creencias más básicas acerca del mantenimiento. En conclusión ahora se le da mucha importancia al mantenimiento y así no pensar en las posibilidades de falla. En la actualidad la totalidad de las empresas tratan de tener un proceso productivo lo más constante posible, es decir todas las áreas o estaciones de trabajo produciendo todo el año con la menor cantidad de paras imprevistas. Un buen mantenimiento puede resumirse en calidad, seguridad, eficiencia, eficacia y rentabilidad. Al inicio el mantenimiento era visto como un mal necesario para las empresas, ya que eran los destinado a efectuar las reparaciones necesarias al momento que ocurría el daño sin importar la paralización de la producción ya fuera por rotura parcial o total de uno o varios equipos. El mantenimiento ha tomado fuerza en los últimos tiempos, teniendo en cuenta que la demanda de los mercados, en función de la calidad y cantidad de los productos y/o servicios que brinda la empresa. Como la calidad es el factor importante para la venta de un producto o un servicio, esto requiere de un esfuerzo de todos en la empresa, donde el mantenimiento no puede quedar fuera. Con el fin de lograr este objetivo las Empresas planifican mantenimiento en algunas etapas o momentos del año mantenimiento preventivo o mantenimiento correctivo.

## **Justificación**

El presente trabajo es de mucho interés e impacto debido a que se centra en la aplicación de los conocimientos adquiridos, para fundamentar los procedimientos y lineamientos necesarios para detectar y corregir los equipos en mal estado que ocasionan paros en la producción de la Empresa carrocería Jácome de la ciudad de Ambato, debido a la inadecuada gestión de mantenimiento correctivo.

El mantenimiento industrial es muy **importante** en una empresa, no es factible hablar de producción que cumpla con los estándares de calidad si no existe una adecuada ejecución de mantenimiento que incluye procesos, maquinaria, equipos e instalaciones.

El presente trabajo es de gran **impacto** debido que a través del avance de esta investigación se facilitará los mecanismos y herramientas más adecuadas con la finalidad de evitar las paros inesperadas, las mismas que ocasionan retrasos en la entrega del producto final.

La investigación tendrá la **utilidad teórica** porque contribuye con la ciencia, con temática relacionada al problema de investigación generada por el propio investigador o con el aporte de autores. Mientras que la **utilidad práctica** se lo demuestra con la presentación de una propuesta de solución al problema investigado. La investigación contribuye con el cumplimiento de la visión y misión de la empresa, entre lo que se destaca un sitio estelar en el mercado por la fabricación de carrocerías para autobuses.

La información obtenida **beneficiará** a la empresa, otras promociones de ingenieros en la Universidad Tecnológica Indoamérica Facultad de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas y a los lectores que requieran acrecentar sus conocimientos.

Por lo expuesto se concluye que el presente proyecto es **factible** debido a que se dispone con el tiempo necesario para desarrollar la investigación, adicionalmente se cuenta con los recursos económicos, tecnológicos, humanos, profesionales capacitados y el acceso a la información de la Empresa ya que se cuenta con un documento en el cual consta el compromiso de la Empresa para que el estudiante pueda realizar su trabajo sin ningún inconveniente.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

“Estudiar la gestión de mantenimiento correctivo y su incidencia en la disponibilidad de máquinas de la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato”

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar la gestión de mantenimiento correctivo que existe en la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato para mejorar más la vida útil de los equipos mediante la aplicación de la norma Covenin 2500-93.
- Analizar los niveles de disponibilidad para la determinación de la mantenibilidad en las máquinas utilizadas en la fabricación de autobuses de la Empresa Carrocerías Jácome.
- Formular posibles alternativas de solución al problema de frecuentes paros imprevistos de las máquinas de la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **Área de estudio**

<b>Dominio:</b>	Tecnología y Sociedad
<b>Línea de Investigación:</b>	Empresarialidad
<b>Campo:</b>	Ingeniería Industrial
<b>Área:</b>	Mantenimiento correctivo
<b>Aspecto:</b>	Disponibilidad de máquinas
<b>Objeto de estudio:</b>	“Mantenimiento correctivo y disponibilidad de las máquinas en la Empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato”
<b>Periodo de análisis:</b>	2015.

## **Enfoque**

El enfoque de la modalidad del presente trabajo de investigación está dentro del ámbito cualitativo-cuantitativo.

Según Gómez M. (2006), el enfoque **cuantitativo** utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo, y en el uso de estadística para intentar establecer con exactitud patrones en una población. El enfoque **cualitativo**, por lo común, utiliza primero para descubrir y refinar preguntas de investigación. A veces, pero no necesariamente se prueban hipótesis. Con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, sin conteo. Utiliza las descripciones y las observaciones. Por lo regular, las preguntas e hipótesis surgen como parte del proceso de investigación y éste es flexible, y se mueve entre los eventos y su interpretación, entre las respuestas y el desarrollo de la teoría. Pág. 60

En la presente investigación se utiliza el enfoque cualitativo debido a que se busca y se reúne toda la información existente en el departamento de mantenimiento con el fin de conocer la distribución de las máquinas existentes en la empresa.

De la misma forma se aplica el enfoque cuantitativo, debido a que, por medio de la aplicación de indicadores se obtienen datos exactos y reales que son de suma importancia.

## **Justificación de la metodología**

En el presente trabajo se utilizará la modalidad **Bibliográfica-documental** debido a que la información que se recolecte ya sea de libros, revistas, tesis, catálogos e internet, será de un apoyo fundamental para el desarrollo de la misma. Se investigará la documentación referente a, gestión de mantenimiento correctivo con el fin de tener las herramientas apropiadas para la elaboración de la investigación.

En la investigación de **campo** es donde obtendremos la información precisamente en el lugar del problema facilitando el contacto directo con el objeto de estudio y actores de la presente investigación, la cual nos permitirá estudiar la gestión de mantenimiento correctivo y su incidencia en la disponibilidad de máquinas de la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato.

Con el nivel **exploratorio** nos permitirá determinar todos los factores predominantes que influyen en el análisis de la gestión de mantenimiento correctivo de la empresa, puesto que nos facilitará sondear, reconocer y tener una idea en forma general del objeto a investigar. Para gestionar este trabajo se empezará con el análisis de la gestión de mantenimiento correctivo dentro de la empresa, determinando posibles problemas que atraviesa la misma y por ende sus efectos negativos que genera a la misma

Se aplicará una investigación **descriptiva** para conocer la situación predominante e identificar los motivos del problema a través de la descripción exacta de la gestión de mantenimiento de Carrocerías Jácome, así también describir las condiciones actuales de la empresa.

La presente investigación se realizará de forma **correlacional** por que tiene como propósito medir el grado de incidencia entre variables que se manipularon en el problema, de tal manera que se logre relacionar la variable independiente que se refiere esencialmente al estudio de la gestión del mantenimiento correctivo y la variable dependiente que es la disponibilidad de maquinaria y justificar el desarrollo del proyecto además orientada a la comprobación porque se verificará si se logra cumplir con cada uno de los objetivos planteados en la investigación.

### **Población y muestra**

La **población** en el presente trabajo de investigación se realizará en la línea de producción de la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato y se

analizará todas las máquinas existentes en la misma según catastro o inventario de máquinas o equipos como se observa en la tabla # 1.

La **muestra** en este caso de estudio, no se aplicó una ecuación de muestreo debido a que la población es menor a 100

**TABLA 1:** Población de estudio

Ubicación	Máquinas	Marca	Código	Horas O/d
Cuarto de máquinas	Compresor	Puma	CM-01	3
	Compresor	Cambell housefeld	CM-02	4
Área de estructura	Soldadora GMAW	Cebora	SM-01	5
	Soldadora GMAW	Cebora	SM-02	5
	Soldadora GMAW	Cebora	SM-03	5
	Soldadora GMAW	Cebora	SM-04	5
	Soldadora eléctrica	Lincoln	SE-01	5
	Soldadora eléctrica	Lincoln	SE-02	5
	Soldadora eléctrica	Lincoln	SE-03	5
	Soldadora eléctrica	Lincoln	SE-04	5
	Soldadora eléctrica	Lincoln	SE-05	5
	Soldadora eléctrica	Arcweld	SE-06	5
	Soldadora eléctrica	Arcweld	SE-07	5
	Plasma	Cebora	PL-01	4
Área de corte y doblado	Taladro de pedestal	Rong long	TP-01	2
	Esmeril	Rong long	ES-01	2
	Dobladora de lámina	Nacional	DB-01	2
	Cizalla	Nacional	CZ-01	2
	Cizalla	Nacional	CZ-02	2
	Cizalla	Nacional	CZ-03	2
	Plegadora hidráulica	Wonder	PGH-01	3
	Cizalla hidráulica	Wonder	CZH-01	3
	Dobladora de tubo cercha	Nacional	DT-01	2
	Dobladora de tubo redondo	Nacional	DT-02	2

Sigue pág.14

Viene pág. 13

Ubicación	Máquinas	Marca	Código	Horas O/d
Área de corte y doblado	Baroladora	Nacional	BT-01	2
	Torno	Banchi Lathe	TO-01	2
	Tronzadora de disco	Elektro	TD-01	3
	Entenalla	Nacional	ENT-01	3
Secretaria	Computador secretaria	Nacional	PC-01	8
Bodega	Computador bodega	Sony Vaio	PC-02	8
Gerencia	Computador gerencia	Súper power	PC-03	8
Gestión de calidad	Computador Mac Gestión de calidad	Compac 18	PC-05	8
	Computador gestión de calidad	ASUS	PC-04	8
	<b>TOTAL</b>	<b>33</b>		

**Elaborado por:** Hugo Lizano

## Diseño del trabajo

**TABLA 2:** Operacionalización de la Variable (Gestión de mantenimiento correctivo)

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS (T) INSTRUMENTALES (I)
<b>Gestión de mantenimiento correctivo.</b> Proceso administrativo para controlar fallas en las máquinas, equipos etc.	<b>Proceso administrativo</b>	✓ Indices de cumplimiento ✓ Covennin 2500-93	¿La empresa tiene establecido un plan de mantenimiento correctivo?	T=Verificación de documentos (Observación) I=Ficha evaluación de mantenimiento Covennin 2500-93
	<b>Control de fallas</b>	✓ Número de fallas anuales en los equipos	¿Existen controles de frecuencia de mantenimiento correctivo?	T=Verificación de documentos (Observación) I=Ficha evaluación de mantenimiento Covennin 2500-93
	<b>Máquinas y Equipos</b>	✓ Número de máquina, y/o equipo en el proceso de construcción de carrocerías para autobuses	¿Existen catastros o inventario de los equipos?	T=Verificación de documentos (Observación) I=Ficha evaluación de mantenimiento Covennin 2500-93

**Elaborado por:** Hugo Lizano.

**TABLA 3:** Operacionalización de variable dependiente (Disponibilidad)

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
<p><b>Disponibilidad.</b></p> <p>Tiempo disponible del equipo, en condiciones óptimas para realizar sus actividades productivas</p>	<p><b>Tiempo disponible</b></p>	<p>✓ Horas operativas de la maquinaria</p>	<p>¿Horas disponibles de las máquinas en el año?</p>	<p>T= Verificación de documentos (Observación)</p> <p>I= Hoja de vida de equipos</p>
	<p><b>Actividades productivas</b></p>	<p>✓ Número de proceso en paro debido a la falta de disponibilidad de las máquinas</p>	<p>¿Con qué frecuencia existen paros en la producción por alta de disponibilidad de las máquinas ?</p>	<p>T= Verificación de documentos (Observación)</p> <p>I= Hoja de vida de equipos</p>

**Elaborado por:** Hugo Lizano.

## Procedimientos para obtención y análisis de datos

Es muy importante obtener la mayor cantidad de información como se describe a continuación:

**TABLA 4:** Procedimiento para la obtención y análisis de datos

<b>PREGUNTAS BÁSICAS</b>	<b>EXPLICACIÓN</b>
1. - ¿Para qué?	Para alcanzar los objetos de la investigación
2.- ¿De qué personas u objetos?	Personal operativo.
3. - ¿Sobre qué aspectos?	Levantamiento técnico de equipos, para imprevistas de la maquinaria, gestión de mantenimiento correctivo y disponibilidad de equipo
4. - ¿Quién o quiénes?	Investigador.
5. - ¿Cuándo?	Junio-2015
6. - ¿Dónde?	Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato
7. - ¿Cuántas veces?	De 2 a 3
8. - ¿Qué técnicas de recolección?	Observación
9. - ¿Con qué?	Hoja de vida de máquinas, ficha de evaluación de mantenimiento correctivo Covenin 2500-93
10. - ¿En qué situación?	En la planta de producción.

**Elaborado por:** Hugo Lizano.

### **Instrumentos:**

Según el Comité Técnico de Normalización CT3: CONSTRUCCION (1993). Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó como técnica la verificación de documentos mediante la observación, que es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, caso o hecho, recopilar la información obtenida de los documentos que posee la empresa.

La observación es un elemento muy importante de un proceso investigativo en el cual se puede conocer la realidad mediante la percepción directa y tomar información de la misma para luego llenar la hoja de vida de los equipos para su posterior análisis, de esta forma es como se puede apoyar el investigador para reunir el mayor número de datos relacionados al mantenimiento de máquinas y así poder realizar la evaluación del sistema de gestión de mantenimiento correctivo aplicando la norma Covenin 2500-93

### **Matriz de evaluación Covenin 2500-93**

Según Almario, Fernández y Rivera L. (2005). Esta norma Venezolana contempla un método cuantitativo, para la evaluación de sistemas de mantenimiento, en empresas manufactureras para determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que respecta al mantenimiento mediante el análisis de los siguientes factores:

- Organización de la empresa.
- Organización de la función del mantenimiento.
- Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
- Competencia del personal.

### **Procedimientos para la evaluación:**

Es necesario disponer de la definición de los conceptos de principios básicos y deméritos, de igual manera que el establecimiento de los criterios para su ponderación.

**Principio básico.-** Es aquel concepto que refleja las normas de organización y funcionamiento, sistemas y equipos que deben existir y aplicarse en mayor o menor proporción para lograr los objetivos del mantenimiento.

**Deméritos.-** Es aquel aspecto parcial referido a un principio básico, que por omisión o su incidencia negativa origina que la efectividad de este no sea completa, disminuyendo en consecuencia la puntuación total de dicho principio.

**Criterios para la ponderación del principio básico.-** El evaluador debe mantener una entrevista con el sector dirigente de la empresa con el objeto de efectuar un análisis de los aspectos cualitativos recogidos en los distintos principios básicos.

En el contacto inicial no debe profundizarse en el análisis, por lo tanto no debe considerarse los posibles deméritos, limitando la investigación a los aspectos contemplados en el principio básico.

Si de este primer contacto se desprende que existe el principio básico, aun desconociendo su eficiencia real en la práctica, el evaluador asignará la puntuación completa correspondiente dependiendo del valor respectivo.

Si en la entrevista inicial se deduce la no existencia del principio básico el evaluador procederá a evaluarlo en cero puntos, en consecuencia no será necesario entrar en el análisis de los posibles deméritos del principio básico.

**Criterios para la ponderación de deméritos.-** Para determinar la existencia real de deméritos en cada principio básico que se haya contemplado su existencia, el investigador hará una investigación exhaustiva y minuciosa, en el mismo lugar en que cada aspecto pueda dar lugar a su existencia, considerando cada detalle que pueda contribuir a disminuir la eficacia del contenido del principio básico.

Los deméritos restantes al principio básico hasta la cantidad máxima que se indica para cada uno de ellos en la columna de cada capítulo, pueden restar cualquier valor comprendido entre cero y el valor máximo que se indica para cada uno de ellos, dependiendo de la intensidad con que el demérito se presenta. En el anexo

número 5 se detalla la matriz de evaluación de gestión de mantenimiento correctivo Covenin 2500-93.

### **Hoja de vida**

Se las conoce también como formato de registro histórico detallado de mantenimiento, debido a que lleva condensado el registro detallado y cronológico de todas las actividades que se realizan en cada equipo. Este registro es de suma importancia para la evaluación de indicadores de gestión, se basa fundamentalmente en la solicitud de trabajo y las órdenes de trabajo debido a que es ahí donde se indican las actividades que deben realizarse y por ende se puede llevar el control de cumplimiento de estas y de las estadísticas de fallas de equipos, éstas contienen en la parte superior el encabezado, luego información general de los equipos, el registro de la actividad:

Fecha, descripción de los mantenimientos realizados.

Localización de la avería, lugar o sitio de la máquina.

Número de orden de trabajo, número con la cual fue emitida la orden de trabajo.

Mecanismo, pueden ser mecánico, eléctrico, electrónico, neumático, hidráulico u otros.

Tipo de mantenimiento, describe el tipo de mantenimiento utilizado.

Horas máquinas parada, describe el tiempo de horas que dejó de operar la máquina.

Costo de mano de obra, descripción del precio por la mano de obra.

Costo de repuesto, describe el valor del repuesto utilizado.

En la parte inferior consta de las personas responsables del documento.

La hoja de vida es importante debido a que nos permite realizar las correcciones necesarias en lo posterior, permitiéndonos mantener en óptimas condiciones el funcionamiento de los equipos ya que la información recopilada es de forma

detallada y se puede realizar un análisis, clasificación y determinación de parámetros de mantenimiento.

El formato de la hoja de vida se puede observar en el anexo # 3.

### **Disponibilidad de máquinas**

Según José Arques (2009) “disponibilidad que se define como la probabilidad de que un equipo realice las funciones requeridas en un instante o período de tiempo determinado, siempre que funcione y se mantenga de acuerdo con los procedimientos establecidos” pág. 69. Es decir expresa su habilidad para operar sin problemas dependiendo de los atributos del sistema técnico y de la eficacia y eficiencia de la gestión de mantenimiento.

Para realizar este estudio se elaboró un formato en el cual consta toda información necesaria para aplicar la fórmula respectiva para su cálculo, véase en el anexo # 4.

### **Hipótesis**

**Hipótesis alterna:** La gestión del mantenimiento correctivo incide en la disponibilidad de las máquinas.

**Hipótesis nula:** La gestión del mantenimiento correctivo no incide en la disponibilidad de las máquinas.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.**

Actualmente carrocerías Jácome es una empresa que se dedica a la fabricación y reparación de carrocerías para buses, su parte productiva ha tenido muchos inconvenientes debido a las fallas en las máquinas existentes, las mismas que ocasionan pérdidas de tiempo y dinero.

Para este análisis e interpretación de resultados la norma Covenin 2500-93 es la herramienta que nos permitirá evaluar la gestión de mantenimiento correctivo, además con la ayuda y colaboración del personal de la empresa de carrocerías Jácome que son quienes nos facilitarán la documentación necesaria con la cual dispone la empresa para cumplir con el objetivo, los estándares de evaluación de la norma mencionada se detalla a continuación:

#### **VII.1 Planificación.**

##### **Principio Básico:**

La organización cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento correctivo se lleven en una forma planificada. El registro de información de fallas permite una clasificación y estudio que facilite su corrección.

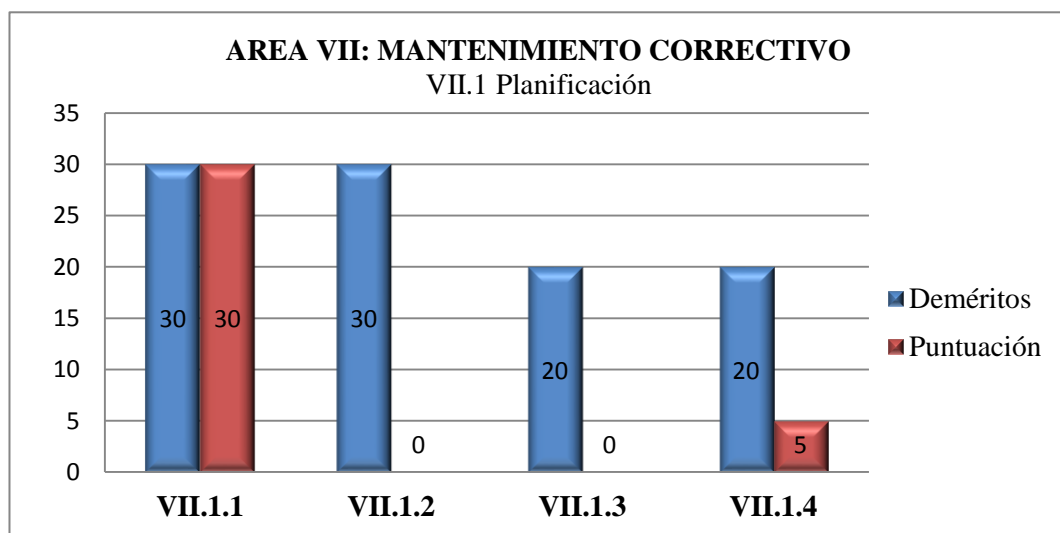
##### **Deméritos:**

VII.1.1 En la empresa si se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizar y evitar su futura presencia como se puede observar en el anexo # 7 y 8.

VII.1.2 No se clasifican las fallas para determinar cuales se van a atender o a eliminar por medio de la corrección.

VII.1.3 No se tiene establecido un orden de prioridades, con la participación de la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo.

VII.1.4 La distribución de las labores de mantenimiento correctivo no son analizadas por el nivel superior, a fin de que según la complejidad y dimensiones de las actividades a ejecutar se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga más importancia, simplemente se analiza si es correctivo y amerita reparar interna o externamente. Anexo # 9



**FIGURA 2:** Mantenimiento correctivo "Planificación"

**Elaborado por:** Hugo Lizano

## VII.2 Programación e Implantación

### Principio Básico:

Las actividades de mantenimiento correctivo se realizan siguiendo una secuencia programada, de manera que cuando ocurra una falla no se pierda tiempo ni se pare la producción.

La organización de mantenimiento cuenta con programas, planes, recursos y personal para ejecutar mantenimiento correctivo de la forma más eficiente y eficaz posible.

La implantación de los programas de mantenimiento correctivo se realiza en forma progresiva.

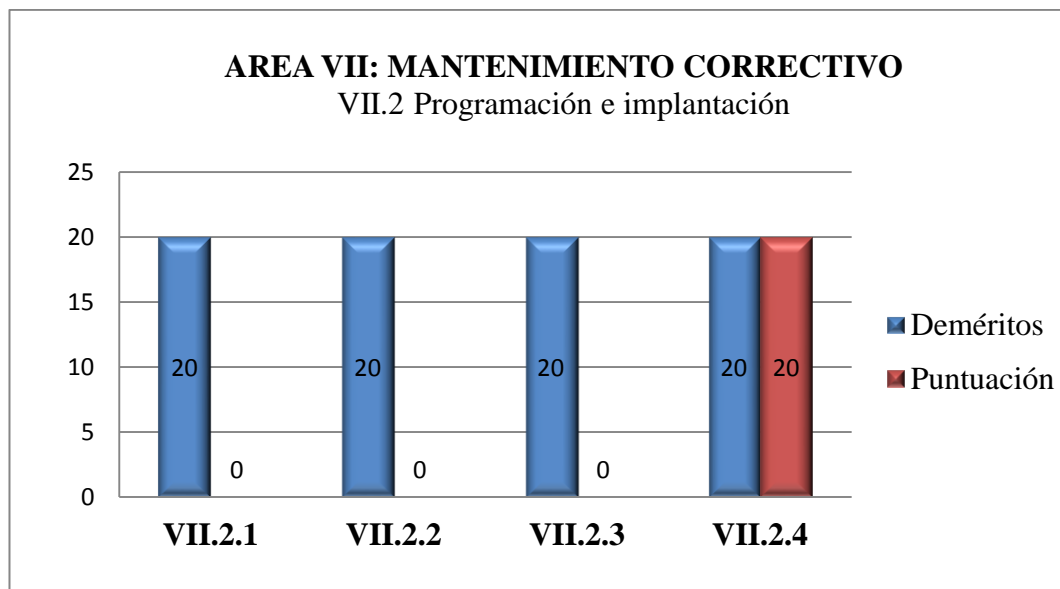
**Deméritos:**

VII.2.1 No tiene establecida la programación de ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo en un diagrama de flujo.

VII.2.2 La unidad de Mantenimiento no sigue los criterios de prioridad, según el orden de importancia de las fallas para la programación de las actividades de mantenimiento correctivo.

VII.2.3 No existe una buena distribución del tiempo para hacer mantenimiento correctivo.

VII.2.4 El personal encargado para la ejecución del mantenimiento correctivo si está calificado para tal fin. Anexo # 10



**FIGURA 3:** Mantenimiento correctivo "Programación e implantación.

**Elaborado por:** Hugo Lizano

### VII.3 Control y evaluación

#### Principio Básico:

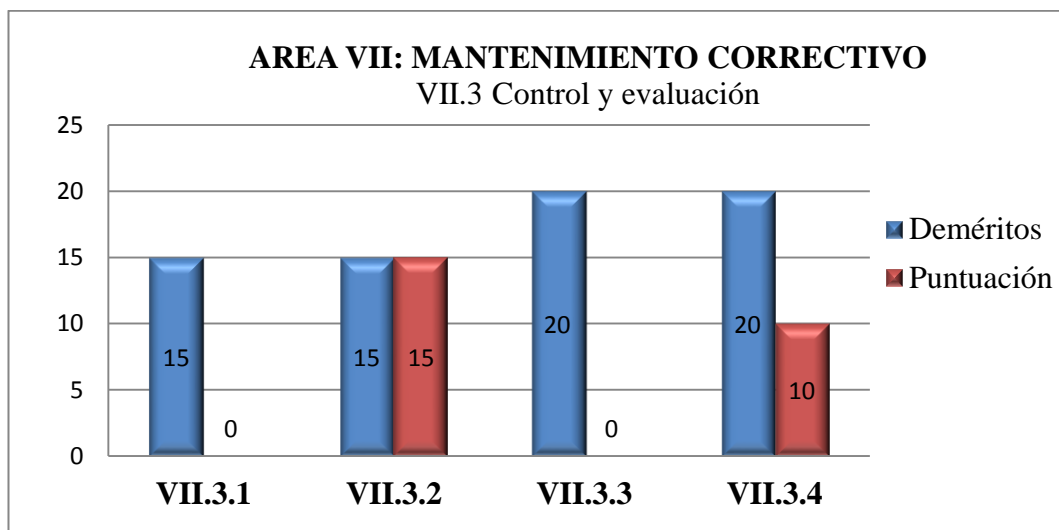
La organización de mantenimiento posee un sistema de control para conocer cómo se ejecuta el mantenimiento correctivo. Posee todos los formatos, planillas o fichas de control de materiales, repuestos y horas-hombre utilizadas en este tipo de mantenimiento. Se evalúa la eficiencia y cumplimiento de los programas establecidos con la finalidad de introducir los correctivos necesarios.

#### Deméritos:

VII.3.1 No existen mecanismos de control periódicos que señalen el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo.

VII.3.2 La Empresa lleva registros del tiempo de ejecución de cada operación.  
Anexo # 7 y 8

VII.3.4 La recopilación de la información si permite la evaluación del mantenimiento correctivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.  
Anexo # 7 y 11




**FIGURA 4:** Mantenimiento correctivo "Control y evaluación"

**Elaborado por:** Hugo Lizano


A continuación en la tabla # 5 estándares de evaluación mantenimiento correctivo Covenin 2500-93 se puede observar la puntuación máxima, los deméritos, las calificaciones obtenidas y los anexos que se obtuvieron luego de realizar las calificaciones correspondientes a cada ítem de acuerdo a los respaldos para cada uno de ellos basándose exclusivamente en la documentación que dispone la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato:

**TABLA 5:** Evaluación gestión de mantenimiento correctivo.

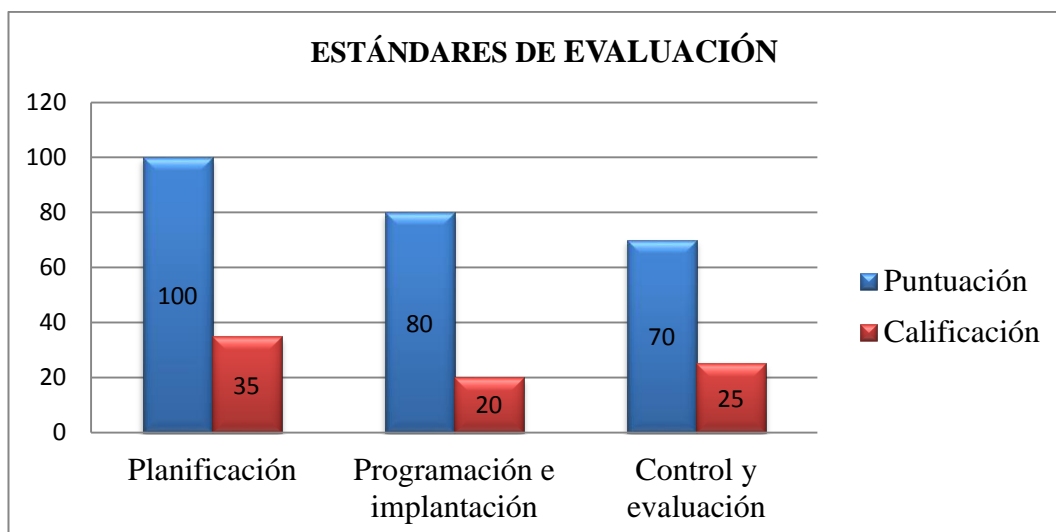
ESTANDARES DE EVALUACIÓN MANTENIMIENTO CORRECTIVO COVENIN 2500-93				
	Puntuación máxima	Deméritos	Calificación	Anexos
<b>VII.1 Planificación</b>				
Principio Básico:				
La organización cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento correctivo se lleven en una forma planificada. El registro de información de fallas permite una clasificación y estudio que facilite su corrección.	<b>100</b>			
<b>Deméritos:</b>				
VII.1.1 No se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizar y evitar su futura presencia.		<b>30</b>	30	7/8
VII.1.2 No se clasifican las fallas para determinar cuales se van a atender o a eliminar por medio de la corrección.		<b>30</b>	0	
VII.1.3 No se tiene establecido un orden de prioridades, con la participación de la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo.		<b>20</b>	0	
VII.1.4 La distribución de las labores de mantenimiento correctivo no son analizadas por el nivel superior, a fin de que según la complejidad y dimensiones de las actividades a ejecutar se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga más importancia		<b>20</b>	5	9
<b>VII.2 Programación e Implantación</b>				
Principio Básico				
Las actividades de mantenimiento correctivo se realizan siguiendo una secuencia programada, de manera que cuando ocurra una falla no se pierda tiempo ni se pare la producción. La organización de mantenimiento cuenta con programas, planes, recursos y personal para ejecutar mantenimiento correctivo de la forma más eficiente y eficaz posible. La implantación de los programas de mantenimiento correctivo se realiza en forma progresiva.	<b>80</b>			
<b>Deméritos</b>				
VII.2.1 No se tiene establecida la programación de ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo.		<b>20</b>	0	

Sigue pág. 27

Viene pág. 26

	Puntuación máxima	Deméritos	Calificación	Anexos
VII.2.2 La unidad de Mantenimiento no sigue los criterios de prioridad, según el orden de importancia de las fallas para la programación de las actividades de mantenimiento correctivo.		20	0	
VII.2.3 No existe una buena distribución del tiempo para hacer mantenimiento correctivo		20	0	
VII.2.4 El personal encargado para la ejecución del mantenimiento correctivo está calificado para tal fin.		20	20	10
<b>VII.3 Control y evaluación</b>				
<b>Principio básico</b>				
La organización de mantenimiento posee un sistema de control para conocer cómo se ejecuta el mantenimiento correctivo. Posee todos los formatos, planillas o fichas de control de materiales, repuestos y horas-hombre utilizadas en este tipo de mantenimiento. Se evalúa la eficiencia y cumplimiento de los programas establecidos con la finalidad de introducir los correctivos necesarios.	70			
<b>Deméritos</b>				
VII.3.1 No existen mecanismos de control periódicos que señalen el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo.		15	0	
VII.3.2 No se llevan registros del tiempo de ejecución de cada operación		15	15	4
VII.3.3 No se llevan registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de mantenimiento correctivo.		20	0	
VII.3.4 La recopilación de la información no permite la evaluación del mantenimiento correctivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.		20	10	4 7
<b>TOTAL</b>		<b>250</b>	<b>80</b>	

**Elaborado por:** Hugo Lizano



**FIGURA 5:** Estándares de evaluación.

**Elaborado por:** Hugo Lizano

### **Análisis de la situación actual de la disponibilidad de las máquinas en la empresa Carrocerías Jácome.**

La disponibilidad de la maquinaria es el principal indicador de su eficiencia e indica el tiempo real que la máquina estaba disponible respecto al tiempo total que debería haber estado en operación.

La disponibilidad está basada únicamente en la distribución de fallas y la distribución de tiempo de reparación. Esta puede ser además usada como un parámetro para el diseño (Ebeling, 1997, 255)

A continuación se detalla la información recopilada de las paras por mantenimiento correctivo acontecidos durante el año 2015 en la empresa carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato.

Con la información obtenida se procederá al cálculo de la disponibilidad del año 2015, para lo cual se tomará en cuenta las horas de operación diarias de cada una de las máquinas que en este caso los hemos clasificado por equipos los mismos que son: de suelda, corte y cómputo, los días de trabajo laborados en el transcurso del año 2015l podemos observar en las siguiente tabla:

**TABLA 6:** Días laborables año 2015 “Carrocerías Jácome”

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
21	19	21	22	21	22	23	21	22	22	21	22

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Hugo Lizano

Para calcular la disponibilidad aplicaremos la siguiente fórmula:

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + MTTR} * 100$$


En donde:

D = Disponibilidad

TMEF = Tiempo medio entre fallos

MTTR = Tiempo total de reparación

**TABLA 7:** Disponibilidad equipo de suelda.

 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO “CARROCERÍAS JÁCOME” HOJA DE FALLOS DE MAQUINAS								
# Fallos	Equipo de suelda (código)	Fecha de fallo	Fecha de mto.		Horas tiempo falla	Horas tiempo reparación	Actividad mantenimiento	Operación
			Inicio	Fin				
1	SM-02	08-17-15	08-17-15	08-17-15	0	2.5	Cambio de contactor	TMEF = $\frac{45}{2} = 22.5$
2	SM-02	08-27-15	08-27-15	08-27-15	45	4	Arreglo de válvula para gases	
Total				45	6.5			MTTR = $\frac{6.5}{2} = 3.25$
d = 9 ; T.O.=5 h/d			$D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100$		$D = \frac{22.5}{22.5+3.25} \times 100 = D = 87\%$			
1	SM-03	08-18-15	08-18-15	08-18-15	0	2.5	Cambio de contactor	TMEF = $\frac{30}{3} = 10$
2	SM-03	08-19-15	08-19-15	08-19-15	10	4	Cambio de antorcha	MTTR = $\frac{10.5}{3} = 3.5$
3	SM-03	08-24-15	08-24-15	08-24-15	20	4	Arreglo y calibración (guías alambre)	
TOTAL				30	10.5			
d = 6 ; T.O.=5 h/d			$D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100$		$D = \frac{10}{10+3.5} \times 100 = D = 74\%$			


Sigue pág. 30

Viene pág. 29

# Fallas	Equipo de suelda(código)	Fecha de fallo	Fecha de mtto.		Horas tiempo falla	Horas tiempo reparación	Actividad mantenimiento.	Operación
			Inicio	fin				
1	SM-04	08-17-15	08-17-15	08-17-15	0	2.5	Cambio de contactor	TMEF = $\frac{85}{3} = 28.33$
2	SM-04	08-31-15	08-31-15	08-31-15	55	4	Arreglo y calibración (guías alambre)	MTTR = $\frac{7.5}{3} = 2.5$
3	SM-04	09-24-15	09-24-15	09-24-15	30	3	Arreglo y acople de válvula para gases	
TOTAL					85	7.5		
$d = 17; T.O.=5 \text{ h/d}$ $D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100$ $D = \frac{28.33}{28.33+2.5} \times 100 = \mathbf{D = 92\%}$								
1	SE-01	08-18-15	08-18-15	08-18-15	0	0.25	Cambio de porta electrodo	TMEF = $\frac{60}{3} = 20$
2	SE-01	08-20-15	08-20-15	08-20-15	15	2	Cambio de cable entrada de energía	MTTR = $\frac{6.25}{3} = 2.08$
3	SE-01	09-01-15	09-01-15	09-01-15	45	4	Arreglo ventilador( interno)	
TOTAL					60	6.25		
$d = 12 ; T.O.=5 \text{ h/d}$ $D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100$ $D = \frac{20}{20+2.08} \times 100 = \mathbf{D = 90\%}$								
1	SE-03	08-18-15	08-18-15	08-18-15	0	0.25	Cambio de porta electrodo	TMEF = $\frac{50}{2} = 25$
2	SE-03	08-31-15	08-31-15	08-31-15	50	2	Cambio de cables (porta electrodo y tierra)	MTTR = $\frac{2.25}{2} = 1.125$
TOTAL					50	25		
$d = 10 ; T.O.=5 \text{ h/d}$ $D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100$ $D = \frac{25}{25+1.125} \times 100 = \mathbf{D = 95\%}$								
1	SE-04	08-18-15	08-18-15	08-18-15	0	0.25	Cambio de porta electrodo	TMEF = $\frac{180}{4} = 45$
2	SE-04	08-24-15	08-24-15	08-24-15	25	0.25	Cambio de pinza contacto	MTTR = $\frac{6}{4} = 1.5$
3	SE-04	09-17-15	09-17-15	09-17-15	95	3.5	Arreglo de aspas del ventilador	
4	SE-04	10-02-15	10-02-15	10-02-15	60	2	Cambio de cables (porta electrodo y tierra)	
TOTAL					180	6		
$d=36 ; TO=5\text{h/d}$ $D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100$ $D = \frac{45}{45+1.5} \times 100 = \mathbf{D = 97\%}$								


Elaborado por: Hugo Lizano

**TABLA 8:** Disponibilidad equipo de suelda

 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO "CARROCERÍAS JÁCOME" HOJA DE FALLOS DE MAQUINAS								
# Fallas	Equipo de suelda(código)	Fecha de fallo	Fecha de mto.		Horas tiempo falla	Horas tiempo reparación	Actividad mantenimiento.	T.O.
			Inicio	fin				
1	SM-01	08-17-15	08-17-15	08-17-15	1285	2.5	Cambio de contactor	257*5= 1285
$D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100 \quad D = \frac{1285}{1285+2.5} * 100 = \mathbf{D = 99\%}$								
1	SM-05	08-17-15	08-17-15	08-17-15	1285	2.5	Cambio de contactor	
$D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100 \quad D = \frac{1285}{1285+2.5} * 100 = \mathbf{D = 99\%}$								
1	SE-01	08-17-15	08-17-15	08-17-15	1285	0.25	Cambio de porta electrodo	257*5= 1285
$D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100 \quad D = \frac{1285}{1285+0.25} * 100 = \mathbf{D = 99\%}$								
1	SE-03	08-17-15	08-17-15	08-17-15	1285	0.25	Cambio de porta electrodo	
$D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100 \quad D = \frac{1285}{1285+0.25} * 100 = \mathbf{D = 99\%}$								
1	SE-04	08-17-15	08-17-15	08-17-15	1285	0.25	Cambio de porta electrodo	257*5= 1285
$D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100 \quad D = \frac{1285}{1285+0.25} * 100 = \mathbf{D = 99\%}$								


**Elaborado por:** Hugo Lizano

**TABLA 9:** Disponibilidad equipo de corte

 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO “CARROCERÍAS JÁCOME” HOJA DE FALLOS DE MAQUINAS								
# Fallas	Equipo de corte (código)	Fecha de fallo	Fecha de mtto.		Horas tiempo falla	Horas tiempo reparación	Actividad mantenimiento.	Operación
			Inicio	fin				
1	PL-01	08-21-15	08-21-15	08-21-15	0	4	Cambio de cabeza de plasma	$TMEF = \frac{40}{2} = 20$
2	PL-01	09-17-15	09-17-15	09-17-15	40	5	Arreglo de motor ventilador	
Total					40	9		$MTTR = \frac{9}{2} = 4.5$
$d=20 ; TO=2h/d$ $D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100$ $D = \frac{20}{20+4.5} * 100 = D = 81\%$								
1	CZH-01	11-05-15	11-05-15	11-05-15	0	8	Reparación de cuchillas	$TMEF = \frac{22}{2} = 11$
2	CZH-01	11-19-15	11-19-15	11-19-15	22	16	Limpieza de electro válvula	$MTTR = \frac{24}{2} = 12$
TOTAL				22	24			
$d=11 ; TO=2h/d$ $D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100$ $D = \frac{11}{11+12} * 100 = D = 48\%$								
1	TD-01	03-16-15	03-16-15	03-17-15	0	16	Reparación de motor	$TMEF = \frac{39}{2} = 19.5$
2	TD-01	04-01-15	04-01-15	04-01-15	39	3	Cambio de swich	$MTTR = \frac{19}{2} = 9.5$
Total					39	19		
$d=13 ; TO=3h/d$ $D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100$ $D = \frac{19.5}{19.5+9.5} * 100 = D = 67\%$								
1	CZ-02	08-19-15	08-19-15	08-19-15	514	1	Cambio de pernos	$d=257 ; TO=2h/d$
$D = \frac{TMEF}{TMEF+MTTR} * 100$ $D = \frac{514}{514+1} * 100 = D = 99\%$								

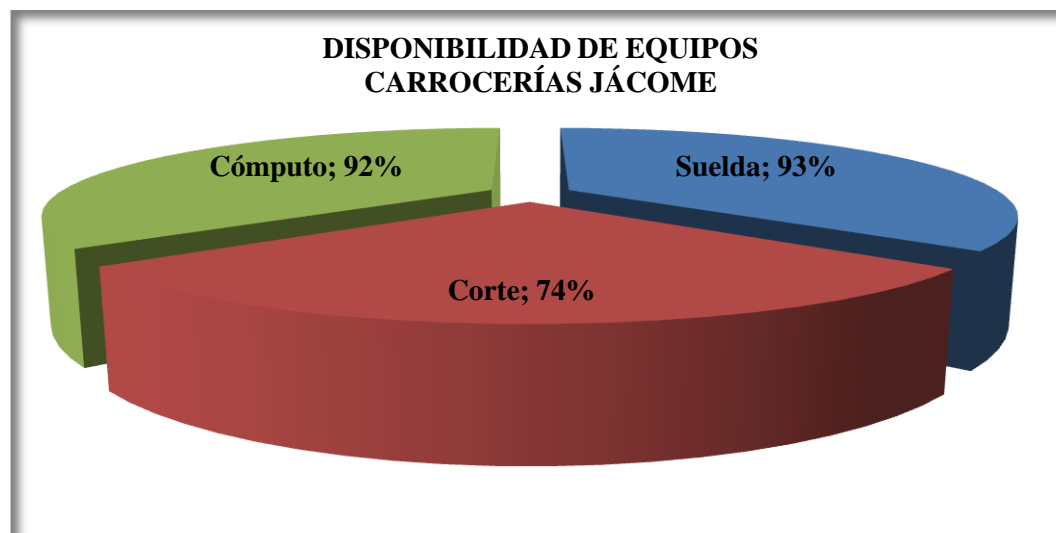
**Elaborado por:** Hugo Lizano.

**TABLA 10:** Disponibilidad equipo de cómputo.

 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO “CARROCERÍAS JÁCOME” HOJA DE FALLOS DE MAQUINAS								
# Fallas	Equipo de cómputo	Fecha de fallo	Fecha de mtto.		Horas tiempo falla	Horas tiempo reparación	Actividad mantenimiento	Operación
			Inicio	fin				
1	PC-01	03-05-15	03-05-15	03-05-15	0	4	Recuperación de información	$TMEF = \frac{152}{2} = 76$
2	PL-01	03-29-15	03-29-15	03-29-15	19	8	Reseteo	
TOTAL					152	12		$MTRR = \frac{12}{2} = 6$
$d=19 ; TO=8h/d$ $D = \frac{TMEF}{TMEF+MTRR} * 100$ $D = \frac{76}{76+6} x 100 = D = 92\%$								

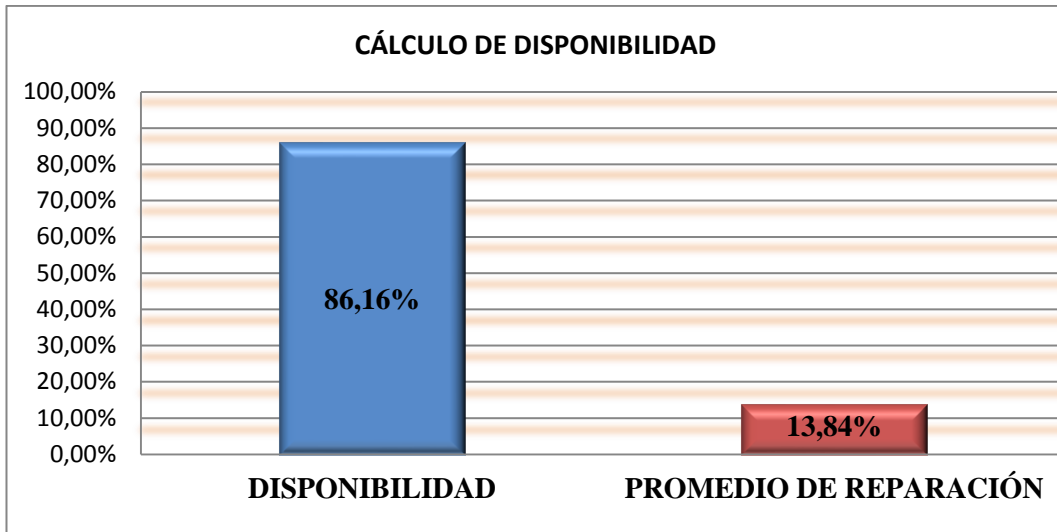
**Elaborado por:** Hugo Lizano

**Disponibilidad de equipos.**



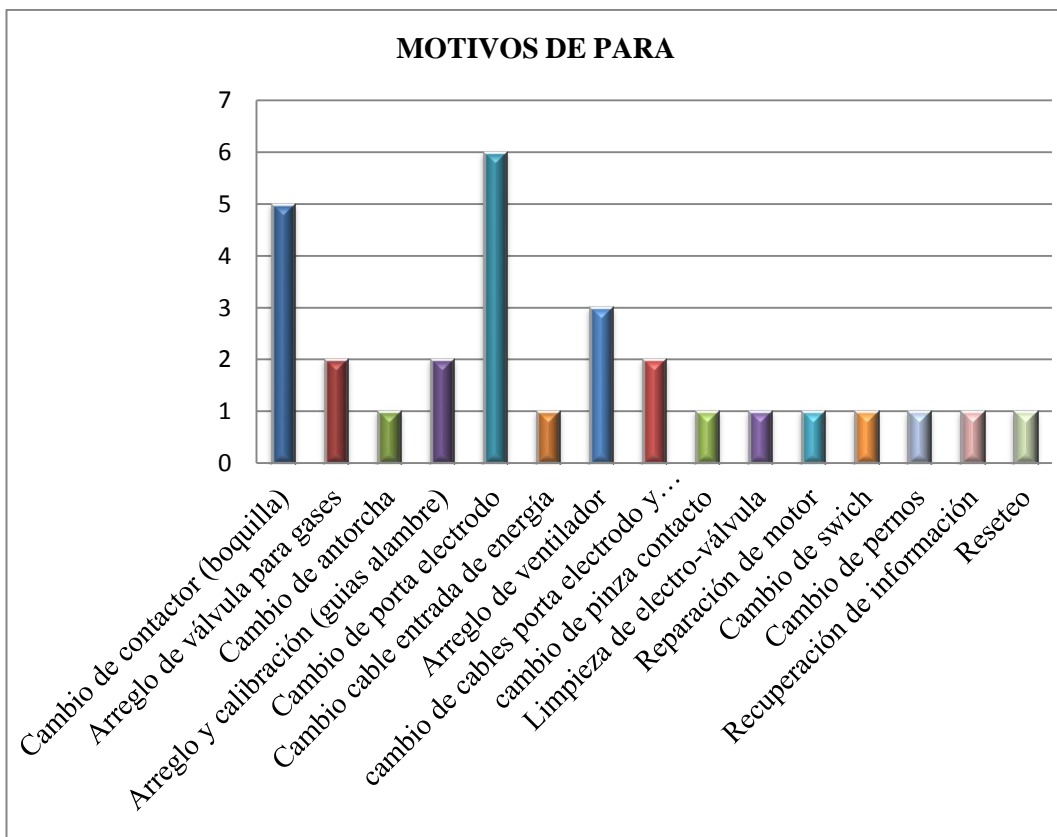
**FIGURA 6:** Disponibilidad de equipos.

**Elaborado por:** Hugo Lizano.



**FIGURA 7:** Cálculo de disponibilidad.  
**Elaborado por:** Hugo Lizano.

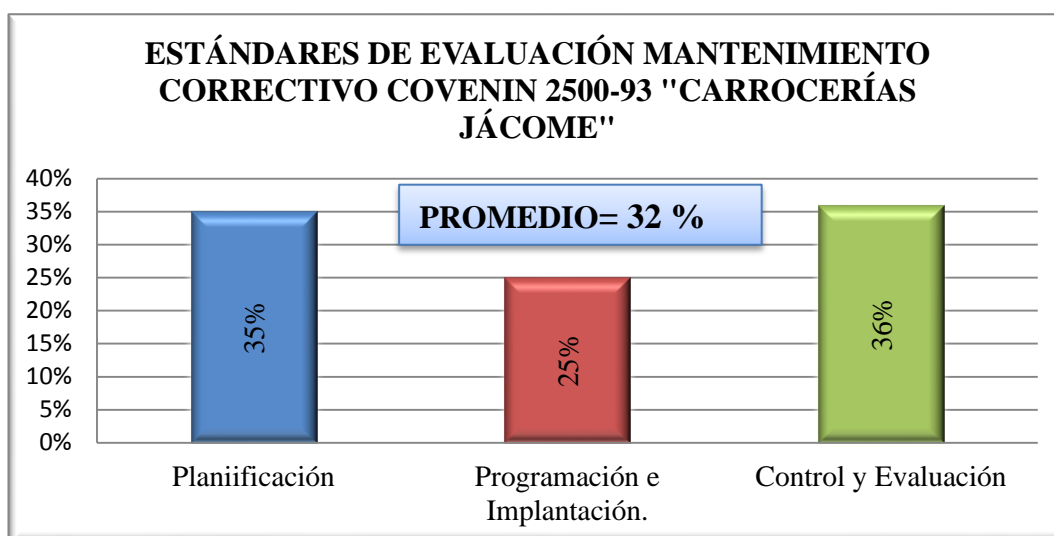
**Motivos de para.**



**FIGURA 8:** Motivos de para.  
**Elaborado por:** Hugo Lizano

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN



**FIGURA 9:** Evaluación mantenimiento correctivo Covenin 2500-93 "Carrocerías Jácome".

**Elaborado por:** Hugo Lizano

#### Interpretación de resultados

##### VII.1 Planificación.

La gestión de mantenimiento correctivo desarrollada actualmente en la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato cuenta con una infraestructura adecuada pero no dispone de procedimientos para que las acciones de mantenimiento correctivo se lleven en una forma planificada. En el anexo # 7 y 8 se puede observar claramente el registro de información de fallas que permite una clasificación y estudio que facilite su corrección.

## **VII.2 Programación e Implantación**

Las actividades de mantenimiento correctivo no se realizan siguiendo una secuencia programada, de manera que cuando ocurra una falla no se pierda tiempo ni se pare la producción.

El departamento de mantenimiento en Carrocería Jácome no cuenta con programas, planes, recursos y personal para ejecutar mantenimiento correctivo de la forma más eficiente y eficaz posible.

La implantación de los programas de mantenimiento correctivo no se realiza en forma progresiva.

## **VII.3 Control y evaluación**

En Carrocerías Jácome el departamento de mantenimiento posee un sistema de control para conocer cómo se ejecuta el mantenimiento correctivo. No dispone de todos los formatos, planillas o fichas de control de materiales, repuestos y horas-hombre utilizadas en este tipo de mantenimiento. No se evalúa la eficiencia y cumplimiento de los programas establecidos con la finalidad de introducir los correctivos necesarios.

### **Contraste con otras investigaciones**

Según Geovanny Maza (2014), manifiesta en el estudio realizado de la gestión de mantenimiento y su incidencia en la disponibilidad del sistema de bombeo en la planta potabilizadora “el cambio” ubicada en la ciudad de Machala que se encontró una desorganización en cuanto a la estructura, planificación y seguimiento del mantenimiento que se debe realizar al sistema de bombeo y además que el mantenimiento que se aplica es correctivo y se lo hace de una forma empírica.

El nivel de disponibilidad en el sector es del 75% al momento el mismo que no es aceptable debido a que su misión es abastecer a las viviendas de la ciudad de Machala con el líquido vital las 24 horas del día, esto se debe principalmente a las paradas por daños en la bomba y la falta de un plan de mantenimiento.

En la actualidad no cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento que se lo pueda realizar de una forma técnica y así poder evitar las paras de dicho sistema.

Pág. 109

Según Marco Quinga (2014) en su trabajo realizado sobre la gestión de mantenimiento y su incidencia en la disponibilidad de máquinas de la empresa Curtiduría Tungurahua S.A. ubicada en el parque industrial de la ciudad de Ambato manifiesta que:

La gestión de mantenimiento que se ejecuta en la empresa es del 55% la cual no es el mejor debido a que no cuenta con personal capacitado y se lo realiza de forma empírica o por experiencia razón por la cual se ve afectada la disponibilidad de las máquinas en la producción.

Es imposible evaluar la gestión de mantenimiento debido a que no se aplica ningún tipo de indicador.

La disponibilidad de las máquinas es del 70% la misma que no es óptima debido a la deficiente gestión (planificación, organización y control) por parte del departamento de mantenimiento ya sean éstos por falta de conocimiento o de tiempo.

Concluye que la falta de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo está generando un deterioro prematuro de la maquinaria involucrada en el proceso de producción. Pág.77

### **Verificación de hipótesis**

Para la verificación de hipótesis utilizaremos la prueba de T student.

#### **a) Modelo Lógico**

$H_0$  = La gestión del mantenimiento correctivo no incide en la disponibilidad de las máquinas.

$H_1$  = La gestión del mantenimiento correctivo incide en la disponibilidad de las máquinas.

**b) Modelo Matemático**

Ho:  $\mu_1 = \mu_2$

H1:  $\mu_1 \neq \mu_2$

**c) Nivel de significancia**

$\alpha = 0.10$

**d) Cálculo de las desviaciones estándar y de las medias de las muestras**

**TABLA 11:** Gestión de mantenimiento correctivo **TABLA 12:** Disponibilidad de equipos.

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO			DISPONIBILIDAD (EQUIPOS)		
Estándares	X1	X1 <sup>2</sup>	Equipos	X2	X2 <sup>2</sup>
Planificación	0,35	0,12	Suelda	93	8649
Programación	0,25	0,06	Corte	74	5476
Control	0,36	0,13	Computación	92	8464
	<b>0,96</b>	<b>0,31</b>		<b>259</b>	<b>22589</b>

Elaborado por: Hugo Lizano

Elaborado por: Hugo Lizano

**Varianza muestral**

$$S^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$$

$$S^2 = \frac{0,31 - \frac{(0,96)^2}{3}}{3-1}$$

$$S_1^2 = 0,0014$$

$$S_1 = 0,037$$

$$\bar{x}_1 = \frac{0,96}{3}$$

$$\bar{x}_1 = 0,32$$

$$S_2^2 = \frac{22589 - \frac{(259)^2}{3}}{3-1} \qquad S_2^2 = 114,33$$

$$S_2 = 10,69$$

$$\bar{x}_2 = \frac{259}{3}$$

$$\bar{x}_2 = 86,33$$

e) **Combinación de las varianzas de las muestras**

**Varianza combinada**

$$Sp^2 = \frac{(n_1-1)(S_1)^2 + (n_2-1)(S_2)^2}{(n_1+n_2)-2}$$

$$Sp^2 = \frac{(3-1)(0,037)^2 + (3-1)(10,69)^2}{(3+3)-2}$$

$$Sp^2 = 57,13$$

f) **Determinación "t"**

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{Sp^2 \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

$$t = \frac{0,32 - 86,33}{\sqrt{57,13 \left[ \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \right]}}$$

$$t = \frac{-86,01}{\sqrt{38,08}}$$

$$t = \frac{-86,01}{6,17}$$

$$t = -13,94$$

g) **Grados de libertad**

$$gl = (n_1 + n_2) - 2$$

$$gl = (3 + 3) - 2$$

gl = 4 grados de libertad

$$\alpha = \frac{0.10}{2} = 0.05$$

**T tabular = -2.01 y +2.01**

**Tabla T student**

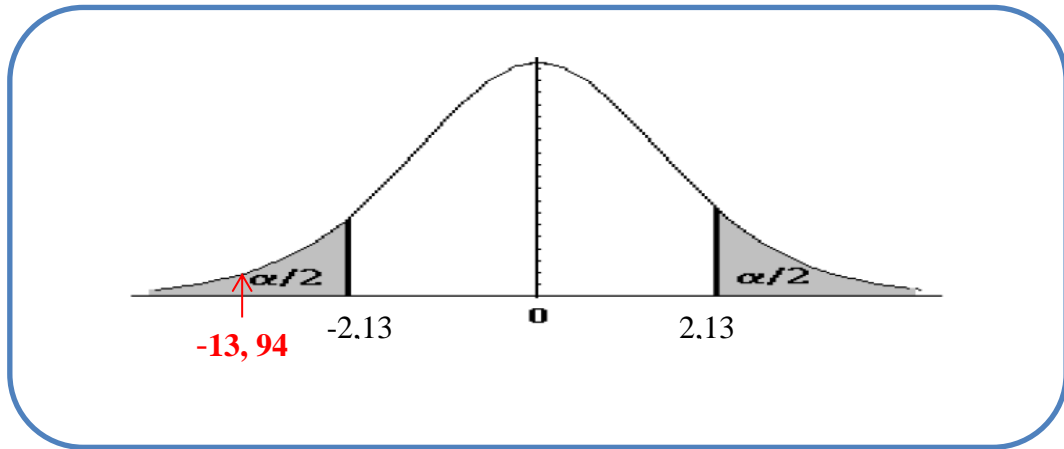
**TABLA 13: Tabla de distribución T student con n grados de libertad.**

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7414	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787

**Fuente:** Tabla de distribución T student con n grados de libertad

**Elaborado por:** Hugo Lizano

### Gráfica "T student"



**FIGURA 10:** T student.

**Elaborado por:** Hugo Lizano

Se compara el parámetro muestral estandarizado y los parámetros críticos

**Por lo tanto:**

-13.94 es  $<$  -2,13; por lo que, el valor calculado se encuentra en la región de rechazo; por lo tanto la Hipótesis nula se RECHAZA, y se concluye que la gestión del mantenimiento correctivo incide en la disponibilidad de las máquinas.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones:

- Evaluada la gestión de mantenimiento correctivo que existe en la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato y mediante la aplicación de la norma Covenin 2500-93, se puede observar en la tabla #5 y el gráfico #9 los resultados finales obtenidos en la evaluación los mismos que son los siguientes: en lo referente a planificación de los 100 puntos de deméritos únicamente se cumple con 35 puntos como se puede observar el detalle en el gráfico # 2, de éstos valores se obtiene un promedio del 35%, en la programación e implantación de 80 puntos solo se obtiene una calificación 20 los cuales se pueden observar en el gráfico # con los valores obtenidos se obtuvo un promedio del 25% y en control y evaluación se califica con 25 puntos de los 70 que exige la norma lo cual consta en el gráfico # 4 los mismos que representa un porcentaje promedio del 36%, es decir se cumple con un porcentaje promedio del 32% de la gestión de mantenimiento correctivo razón por la cual incide en la vida útil de los equipos en la empresa.
- Se comprobó que la disponibilidad de las máquinas en la empresa Carrocerías Jácome es del 86% como se puede observar en el gráfico # 7, para lo cual se realizaron los cálculos correspondientes por equipos siendo estos, suelda con un 93% de disponibilidad los cuales se detallan en la tabla # 7 y 8, corte con 74% de disponibilidad los mismos que se pueden observar en la tabla # 9 y cómputo con 92% de disponibilidad que constan en la tabla # 10. En el gráfico # 6 se puede observar los porcentajes

obtenidos de los equipos en lo referente a disponibilidad. Además se puede precisar que los motivos de para en los equipos son específicamente por cambio de contactor, cambio de porta electrodo y arreglo de ventilador como consta en el gráfico # 8.

- Luego de la verificación de hipótesis en la cual se aplicó la prueba T student se concluye que la gestión del mantenimiento correctivo incide en la disponibilidad de las máquinas en la empresa carrocerías Jácome debido a que  $-13.94 < -2.01$  como se muestra en la tabla # 10 y el gráfico # 9, además se puede observar en el gráfico # 8 los diferentes motivos de paros por fallas en los equipos que ocasionan paros imprevistos en la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato

#### **Recomendaciones:**

- Un alto porcentaje de las horas hombre dedicadas a mantenimiento se emplea en la solución de fallos en los equipos que no han sido detectados, para realizar una gestión de mantenimiento correctivo eficiente en la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato se recomienda aplicar la norma Covenin 2500-93 de una forma adecuada y cumpliendo con los principios básicos y deméritos que exige la norma como es en lo referente a planificación, programación e implantación, control y evaluación.
- Con la recomendación sugerida anteriormente para aplicar la norma Covenin 2500-93 se puede mejorar la disponibilidad de las máquinas que en la actualidad es del 86%, realizando los trabajos de una forma planificada, con registros de información de fallas que facilite su corrección, siguiendo una secuencia programada para no perder tiempo ni se pare la producción, disponer de todos los formatos planillas o fichas de control de materiales, repuestos y horas hombre utilizadas en este tipo de mantenimiento con lo cual se podría mejorar la vida útil de las máquinas en la empresa.

Además con la aplicación de la norma Covenin 2500-93 se podría comprobar que la gestión de mantenimiento correctivo en la empresa Carrocerías Jácome no incide en la disponibilidad de las máquinas y por ende se lograría tener un adecuado sistema de control de las fallas en los equipos que ocasionan paros imprevistos, gestionar con eficacia el mantenimiento correctivo significa: realizar intervenciones con rapidez, lo cual permite la puesta en marcha del equipo en menor tiempo (MTTR), tiempo medio de reparación bajo, intervenciones fiables, consumir la menor cantidad posible de recursos tanto mano de obra como materiales, se tendría un stock necesario de los repuestos u accesorios necesarios para realizar un mantenimiento correctivo adecuado, rápido y oportuno.

## **Bibliografía**

### **Normas**

- CONSTRUCCION, C. T. (01 de Diciembre de 1993). Norma Venezolana Covenin 2500-93. Obtenido de Manual para evaluar los sistemas de Mantenimiento en la industria I revisión.

### **Documentos Electrónicos**

- Tendencias actuales en mantenimiento industrial: disponible en: <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Tendencias-actuales-en-antenimiento-industrial+97221>
- Sistema de gestión de mantenimiento: disponible en:  
<http://es.slideshare.net/musicf/sistema-de-gestion-de-mantenimiento-empresa-sant-ex-almeida-santiago>

### **Libros**

- BACA, U. Introducción a la Ingeniería Industrial. 2da. ed. México: Patria, 2014. 34 p.  
ISBN: 978-607-438-919-7
- OLIVERIO, Palencio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial “Principios Fundamentales” Ira. Ed. Ediciones de la U. 2012. 168p.  
ISBN: 9789587620511
- PRANDO, Raúl. Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida. Ira. ed. Guatemala. 1996. 89 p.  
ISBN: 8483773996.

## **Trabajos De Titulación**

- MAZA Geovanny H. Estudio de la gestión de mantenimiento y su incidencia en la disponibilidad del sistema de bombeo en la planta potabilizadora “El Cambio” ubicada en la ciudad de Machala. Tesis (Ingeniero Industrial). Ambato, Ecuador. Universidad Tecnológica Indoamérica, Facultad Ingeniería Industrial, 2014. P.167
- QUINGA Jerez, Marco V. La gestión de mantenimiento y su incidencia en la disponibilidad de Máquinas de la empresa Curtiduría Tungurahua S.A. ubicada en el Parque Industrial de la ciudad de Ambato. Tesis (Ingeniero Industrial). Ambato, Ecuador. Universidad Tecnológica Indoamérica, Facultad Ingeniería Industrial, 2014. P.239
- ALMEIDA Belduma, Santiago X. Estudio de la gestión de mantenimiento y su incidencia en la disponibilidad de los equipos y maquinaria en la empresa Santex del Cantón Pelileo. Tesis (Ingeniero Industrial). Ambato, Ecuador. Universidad Tecnológica Indoamérica, Facultad Ingeniería Industrial, 2014. P.190

# ANEXOS

## ANEXO 1: Compromiso Carrocerías Jácome

R.U.C. 1801878701001  
**fabricación, reparación y mantenimiento de carrocerías**   
[www.carroceriasjacomе.com](http://www.carroceriasjacomе.com)

### CERTIFICACION

YO, JACOME CRUZ LUIS ANTONIO con C.I. 1801878701, PROPIETARIO de CARROCERIAS JACOME

Certifico que:

Por petición del SR. Hugo Xavier Lizano Chico con C.I. 1801978071, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial modalidad Semipresencial, he dado apertura para la realización del Trabajo de titulación con el tema: “Análisis del estado actual de las máquinas y su incidencia en la disponibilidad de las mismas en la Empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato”; para lo cual, facilitaremos la información necesaria y relativa al tema.

Atentamente:

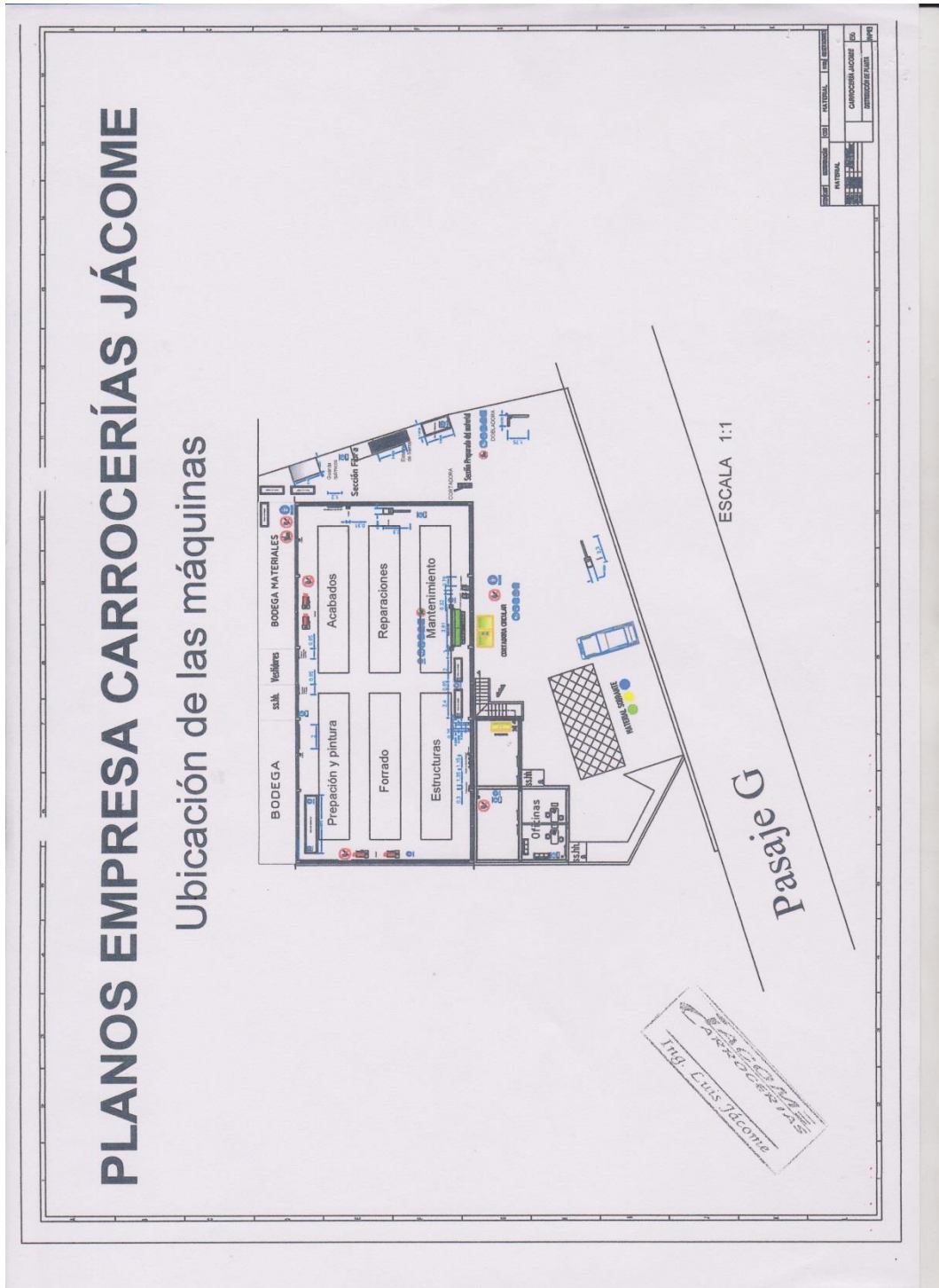
  
Ing. Luis Jácome  
GERENTE

---

HUACHI GRANDE BARRIO GRAN COLOMBIA ALABAMA Y HAWAI VIA RIOBAMBA  
TELFOS: 2440389 - 0999206811 FAX: 2440389  
e-mail ilaj2001@yahoo.com.  
AMBATO - ECUADOR


**Fuente:** Carrocerías Jácome  
**Elaborado por:** Hugo Lizano

ANEXO 2: Planos Carrocerías Jácome




Fuente: Carrocerías Jácome  
Elaborado por: Hugo Lizano

**ANEXO 3: Hoja de vida**

		<b>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CARROCERÍAS</b> <b>JÁCOME</b> <b>HOJA DE VIDA DE MAQUINAS</b>		Foto de máquina o equipo				
Revisión:.....		Vigencia:.....						
Máquina:		Marca:		Código:		Serie:		
Modelo	Tipo:		Ubicación:		Sección:		Capacidad trabajo:	
Fecha:	Localización de la avería	# Orden	Mecanismo	Tipo de Mito.	Descripción del trabajo	Horas máquina parada	Costo de mano de obra	Costo repuestos
Elaborado por:				Responsable:				
TIPO DE AMECANISMO A: Mecánico      D: Neumático B: Eléctrico      E: hidráulico C: Electrónico    F: Otro				TIPO DE MANTENIMIENTO: 1: Mantenimiento preventivo 2: Mantenimiento correctivo 3: Otros			Mtto.= Mantenimiento	


**Elaborado por:** Hugo Lizano

**ANEXO 4: Hoja de fallos**

 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO "CARROCERÍAS JÁCOME" HOJA DE FALLOS DE MAQUINAS								
# Fallas	Equipo de corte(código)	Fecha de fallo	Fecha de mtto.		Horas tiempo falla	Horas tiempo reparación	Actividad mantenimiento.	Operación
			Inicio	Fin				
TOTAL								
Resultado								
TOTAL								
Resultado								
TOTAL								
Resultado								


**Elaborado por: Hugo Lizano**

**ANEXO 5: Estándares de evaluación mantenimiento correctivo Covenin 2500-93**

<b>ESTANDARES DE EVALUACIÓN MANTENIMIENTO CORRECTIVO COVENIN 2500-93</b>				
	<b>Puntuación máxima</b>	<b>Deméritos</b>	<b>Calificación</b>	<b>Anexos</b>
	<b>VII.1 Planificación</b>			
<b>Principio Básico:</b>				
La organización cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento correctivo se lleven en una forma planificada. El registro de información de fallas permite una clasificación y estudio que facilite su corrección.	<b>100</b>			
<b>Deméritos:</b>				
VII.1.1 No se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizar y evitar su futura presencia.		<b>30</b>		
VII.1.2 No se clasifican las fallas para determinar cuales se van a atender o a eliminar por medio de la corrección.		<b>30</b>		
VII.1.3 No se tiene establecido un orden de prioridades, con la participación de la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo.		<b>20</b>		
VII.1.4 La distribución de las labores de mantenimiento correctivo no son analizadas por el nivel superior, a fin de que según la complejidad y dimensiones de las actividades a ejecutar se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga más importancia		<b>20</b>		
<b>VII.2 Programación e Implantación</b>				
<b>Principio Básico</b>				
Las actividades de mantenimiento correctivo se realizan siguiendo una secuencia programada, de manera que cuando ocurra una falla no se pierda tiempo ni se pare la producción. La organización de mantenimiento cuenta con programas, planes, recursos y personal para ejecutar mantenimiento correctivo de la forma más eficiente y eficaz posible. La implantación de los programas de mantenimiento correctivo se realiza en forma progresiva.	<b>80</b>			
<b>Deméritos</b>				
VII.2.1 No se tiene establecida la programación de ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo.		<b>20</b>		
VII.2.2 La unidad de Mantenimiento no sigue los criterios de prioridad, según el orden de importancia de las fallas para la programación de las actividades de mantenimiento correctivo.		<b>20</b>		
VII.2.3 No existe una buena distribución del tiempo para hacer mantenimiento correctivo		<b>20</b>		
VII.2.4 El personal encargado para la ejecución del mantenimiento correctivo está calificado para tal fin.		<b>20</b>		

Sigue pág.

Viene pág. anterior

	Puntuación máxima	Deméritos	Calificación	Anexos
<b>VII.3 Control y evaluación</b>				
<b>Principio básico</b>				
<p>La organización de mantenimiento posee un sistema de control para conocer cómo se ejecuta el mantenimiento correctivo. Posee todos los formatos, planillas o fichas de control de materiales, repuestos y horas-hombre utilizadas en este tipo de mantenimiento. Se evalúa la eficiencia y cumplimiento de los programas establecidos con la finalidad de introducir los correctivos necesarios.</p>	<b>70</b>			
<b>Deméritos</b>				
<p>VII.3.1 No existen mecanismos de control periódicos que señalen el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo.</p>		<b>15</b>		
<p>VII.3.2 No se llevan registros del tiempo de ejecución de cada operación</p>		<b>15</b>		
<p>VII.3.3 No se llevan registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de mantenimiento correctivo.</p>		<b>20</b>		
<p>VII.3.4. La recopilación de la información no permite la evaluación del mantenimiento correctivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.</p>		<b>20</b>		
<b>TOTAL</b>		<b>250</b>		

**Elaborado por:** Hugo Lizano





**ANEXO 8: Bitácora de equipo de suelda**


JACOME		BITÁCORA DE MÁQUINAS			FE20		
					Vigencia 02-01-2015	Rev. 01	
MÁQUINA O EQUIPO: SOLDADORA SMAW				CÓDIGO: SE-01			
MARCA: LINCOLN				AÑO DE FABRICACIÓN: 2004			
MODELO:				POTENCIA:			
SERIE:							
#	DESCRIPCIÓN DE ANTENIMIENTO (Según Plan general de mantenimiento)	Año	Mes	Día	Realizado Por:		Verificado por
					RESPONSABLE		
					Interno	Externo	
1	Limpieza de polvo interior	2015	01	10	S. Chacán		Fabian Ch.
2	Limpieza del contactor	2015	01	10	S. Chacán		Fabian Ch.
3	Reajuste porta electrodos	2015	01	10/23	S. Chacán		Fabian Ch.
4	Limpieza de polvo interior	2015	02	7	S. Chacán		Fabian Ch.
5	Limpieza del contactor	2015	02	7	S. Chacán		Fabian Ch.
6	Reajuste porta electrodos	2015	02	7/20	S. Chacán		Fabian Ch.
7	Limpieza de polvo interior	2015	03	06	S. Chacán		Fabian Ch.
8	Limpieza de contactos	2015	03	06	S. Chacán		Fabian Ch.
9	Reajuste de porta electrodos	2015	03	06/19	S. Chacán		Fabian Ch.
10	Limpieza de polvo interior	2015	04	06	S. Chacán		Fabian Ch.
11	Limpieza de contactor	2015	04	06	S. Chacán		Fabian Ch.
12	Limpieza y reajuste porta elect.	2015	04	06/20	S. Chacán		Fabian Ch.
13	Limpieza parte interior	2015	05		S. Chacán		Fabian Ch.
14	Limpieza contactor	2015	05		S. Chacán		Fabian Ch.
15	Reajuste porta electrodos	2015	05		S. Chacán		Fabian Ch.
16	Limpieza polvo interior	2015	06		S. Chacán		Fabian Ch.
17	Limpieza del contactor	2015	06		S. Chacán		Fabian Ch.
18	Reajuste porta electrodos	2015	06		S. Chacán		Fabian Ch.
19	Limpieza parte interior	2015	07		S. Chacán		Fabian Ch.
20	Limpieza del contactor	2015	07		S. Chacán		Fabian Ch.
21	Reajuste porta electrodos	2015	07		S. Chacán		Fabian Ch.
22	Limpieza de parte interior	2015	08		S. Chacán		Fabian Ch.
23	Limpieza del contactor	2015	08		S. Chacán		Fabian Ch.
24	Reajuste de porta electrodos	2015	08		S. Chacán		Fabian Ch.
25	Limpieza de parte interior	2015	09		S. Chacán		Fabian Ch.
26	Limpieza del contactor	2015	09		S. Chacán		Ing. Luis J.
27	Reajuste porta electrodos	2015	09		S. Chacán		Ing. Luis J.
28	Limpieza de polvo interior	2015	10		S. Chacán		Ing. Luis J.
29	Limpieza del contactor	2015	10		S. Chacán		Ing. Luis J.
30	Reajuste de porta electrodos	2015	10		S. Chacán		Ing. Luis J.
31	Limpieza de polvo interior	2015	11		S. Chacán		Ing. Luis J.
32	Limpieza de contactor	2015	11		S. Chacán		Ing. Luis J.

#	DESCRIPCIÓN DE MANTENIMIENTO (correctivo)	Fecha de falla		Horas de reparación	Realizado Por:		Verificado Por:
		Inicio	Fin		RESPONSABLE		
					Interno	Externo	
1	Cambio porta electrodos	18-08-15	18-18-15	0.25	S. Chacán		Ing. Luis J.
2	Cambio cable enredado en eng.	8-20-15	8-20-15	2	S. Chacán		Ing. Luis J.
3	Arreglo ventilador interno	9-1-15	9-1-15	4	S. Chacán		Ing. Luis J.

**Fuente:** Carrocerías Jácome  
**Elaborado por:** Hugo Lizano

## ANEXO 9: Responsable de verificación de mantenimiento

	<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>PE 07</b>	
		Vigencia 02/01/2015	Rev. 01

El jefe de planta debe revisar al inicio de cada mes el Plan General de Mantenimiento y programar las fechas estimadas en las que se dará el mantenimiento preventivo, además deberá establecer los requerimientos de:

- Personal técnico
- Materiales y/o suministros
- Herramientas
- Partes, piezas o repuestos.
- Tiempo estimado que cada equipo o máquina requiere.

El formulario *FE-02 PLAN GENERAL DE MANTENIMIENTO* se utiliza para documentar las fechas y acciones de ejecución del mantenimiento.

**6.3. Ejecución del mantenimiento preventivo:**

La secuencia de la realización del mantenimiento es la siguiente:

- a) **Requerimiento de materiales**, donde se confirman los detalles de repuestos, herramientas, repuestos y demás materiales que deben ser adquiridos. El requerimiento de materiales *FE 14, Solicitud de Compra* es entregado al Gerente Administrativo.
- b) **Coordinar acciones**, indicar las acciones de mantenimiento que cada uno de los trabajadores involucrados debe realizar sobre las máquinas y equipos.
- c) **Registrar el mantenimiento**, las acciones de mantenimiento realizadas deben ser registradas en las *FE 20 BITÁCORAS DE MÁQUINAS* indicando la fecha en que se realizó.
- d) **Verificar**, asegurar que las acciones de mantenimiento así como su registro se hayan realizado correctamente.

**6.4. Mantenimiento Correctivo:**

En el caso de que el Gerente de Planta determine que la reparación no puede ser realizada por el personal de Mantenimiento de CARROCERÍAS JACOME, emite el requerimiento de materiales para compra/servicio para contratar a un proveedor externo; el mismo que debe emitir un informe técnico de los trabajos realizados.

Por otro lado se debe verificar el funcionamiento de la máquina una vez que el proveedor ha concluido el trabajo y registrar en el historial respectivo *FE 20 BITÁCORAS DE MÁQUINAS*. En el historial se debe entre otras cosas incluir la fecha y causa de la avería, las acciones tomadas para la corrección, la fecha de ejecución y el responsable de la acción correctiva.

Elaboró: Rocío Fernández	Revisó: Ing. Fabián Chérrez	Aprobó: Ing. Luis Jácome
--------------------------	-----------------------------	--------------------------

**Fuente:** Carrocerías Jácome

**Elaborado por:** Hugo Lizano

**ANEXO 10: Personal calificado**



**Fuente:** Carrocerías Jácome

**Elaborado por:** Hugo Lizano

