	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): JUAN CARLOS

APELLIDOS: BENITEZ DURÁN

NOMBRE(S): MIGUEL ANGEL

APELLIDOS: LIZARAZO GARCÍA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GERMAN ADOLFO

APELLIDOS: JABBA CASTAÑEDA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INDUSTRIA DE SUELAS L.C. S.A.S

### RESUMEN

En este proyecto se realizará un plan de mantenimiento preventivo a las máquinas del área de producción de la empresa Industria de suelas l.c. S.A.S. enfocado e mejorar la disponibilidad de las misma y así evitar el deterioro total de las máquinas, debido a que, por los largos periodos de funcionamiento, están presentando fallas inesperadas lo cual preocupa a los dueños de la empresa y, por ende, resulta necesario la implementación de acciones de mantenimiento preventivo. Se planteó como objetivo principal Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa Industria de suelas l.c. S.A.S., enfocado en mejorar la disponibilidad de las máquinas. Se llegó a la conclusión de que el plan de mantenimiento preventivo que se planteó en este proyecto se enfocó en tres aspectos fundamentales, los cuáles permitieron calcular la nueva disponibilidad y son los siguientes: Estado actual de las máquinas, proceso actual de reparación y disponibilidad actual de las máquinas. Los formatos diseñados son los de hoja de vida, ficha técnica, orden de trabajo, orden de pedidos, reporte de mantenimiento, actividades de mantenimiento y el cronograma.

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento preventivo, maquinas, fallas, disponibilidad, orden de trabajo

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS: 126 PLANOS: \_0\_ ILUSTRACIONES: \_27\_ CD ROOM: \_1\_

**\*\*Copia No Controlada\*\***

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN  
DE LA EMPRESA INDUSTRIA DE SUELAS L.C. S.A.S

JUAN CARLOS BENITEZ DURÁN

MIGUEL ANGEL LIZARAZO GARCÍA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN  
DE LA EMPRESA INDUSTRIA DE SUELAS L.C. S.A.S

JUAN CARLOS BENITEZ DURÁN

MIGUEL ANGEL LIZARAZO GARCÍA

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de

Ingeniero Mecánico

DIRECTOR

GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: CÚCUTA, 26 DE ABRIL 2022

HORA: 05:00 P.m.

LUGAR: AULA SC 302 UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

TÍTULO: "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL  
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA DE SUELAS L.C. S.A.S. EN LA CIUDAD  
DE CÚCUTA NORTE DE SANTANDER"

Jurados: ING. MEIMER PEÑARANDA CARRILLO  
ING. MYRIAM FORERO DURÁN

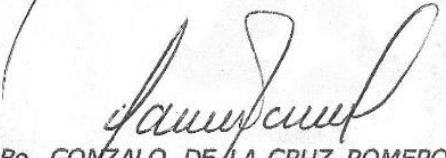
Director: ING. GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

Nombre del estudiante	Código	Calificación	
		Letra	Número
JUAN CARLOS BENITEZ DURÁN	1120809	Cuatro, Tres	4.3
MIGUEL ANGEL LIZARAZO GARCÍA	1120814	Cuatro, Tres	4.3

### APROBADA

  
ING. MEIMER PEÑARANDA CARRILLO

  
ING. MYRIAM FORERO DURÁN

  
Vo.Bo GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Mecánica



## **Dedicatoria**

A Dios todo poderoso por darme luz, entendimiento y fortaleza en los momentos más difíciles de este duro camino A mis padres quienes con amor, paciencia y esfuerzo estuvieron pendientes de este proceso, por apoyarme, darme ejemplo para seguir adelante e impulsarme para culminar este gran logro.

A mi hermana por su cariño y apoyo incondicional en todo momento.

A mis abuelos y familia por sus oraciones y palabras de aliento.

Finalmente, a todos mis amigos y compañeros de estudio por extender su mano y brindar su cariño y a todos aquellos que se interesaron en mi bienestar y desarrollo profesional.

Juan Carlos Benítez Duran.

A Dios primeramente por guiarme siempre hacía adelante contra toda adversidad, por darme paciencia, entendimiento y esperanza. A mi madre por creer en mí en todo momento, dándome su apoyo, amor, esfuerzo y enseñarme cada día con sus valores.

A mis hermanos y familiares por darme su apoyo incondicional.

Miguel Ángel Lizarazo García.

## **Agradecimientos**

A la Universidad Francisco de Paula Santander, en especial al plan de estudios de ingeniería mecánica por brindarnos los recursos y herramientas para nuestro desarrollo profesional.

Al ingeniero German Adolfo Jabba, profesor y director del proyecto quien nos brindó su confianza, orientación y apoyo desinteresado.

Al ingeniero Jorge Caballero por compartir sus enseñanzas a lo largo de la carrera que resultaron de gran ayuda en el desarrollo del proyecto.

A todos mis amigos que de una u otra forma contribuyeron en mi formación integral.

¡Gracias!

Juan Carlos Benítez Duran.

A la Universidad Francisco de Paula Santander por permitirme haber ingresado en ella, al plantel de ingeniería mecánica por todas las enseñanzas que me otorgaron para crecer como persona profesional.

Al ingeniero German Adolfo Jabba por aceptar y confiar en el proyecto, brindándonos su experiencia, conocimiento y orientación.

A todos mis compañeros por su amistad y dedicación a la carrera.

Miguel Ángel Lizarazo García.

## **Resumen**

El presente proyecto se realizó en alianza con la empresa Industria de Suela L.C., con el objetivo principal de diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción enfocado en mejorar la disponibilidad de las máquinas. En el desarrollo del mismo se plantearon cuatro objetivos específicos los cuales permitieron dar cumplimiento y finalizar el proyecto, tal como se describen a continuación.

En el primero se plantea un diagnóstico del funcionamiento de las máquinas del área de producción de la empresa; en el segundo se plantea determinar la disponibilidad actual de las máquinas del área de producción de la empresa; en el tercero se definió el plan de mantenimiento preventivo enfocado en reducir esas falencias para mejorar la disponibilidad de las máquinas del área de producción de la empresa y en el cuarto se analizó las mejoras producidas por el plan de mantenimiento preventivo en la empresa.

En los resultados del proyecto se evidencia que al aplicar el plan de mantenimiento preventivo en las máquinas hubo un aumento en la disponibilidad de las mismas de dos puntos logrando un promedio del 98% de disponibilidad para las máquinas en general.

Teniendo en cuenta lo anterior es importante llenar los formatos diseñados en el plan de mantenimiento preventivo en su totalidad, debido a que esto permitirá mejorar el registro de las actividades de mantenimiento y será más óptimo el funcionamiento de las máquinas.

## **Abstract**

This project was carried out in partnership with the company Industria de Suela L.C., with the main objective of designing a preventive maintenance plan for the production area focused on improving the availability of the machines. In its development, four specific objectives were proposed which allowed the fulfillment and completion of the project, as described below.

In the first, a diagnosis of the operation of the machines in the company's production area is proposed; in the second, it is proposed to determine the current availability of the machines in the company's production area; in the third, the preventive maintenance plan focused on reducing these shortcomings was defined to improve the availability of the machines in the company's production area, and in the fourth, the improvements produced by the preventive maintenance plan in the company were analyzed.

In the results of the project it is evident that when applying the preventive maintenance plan in the machines there was an increase in their availability of two points, achieving an average of 98% availability for the machines in general.

Taking into account the above, it is important to fill out the formats designed in the preventive maintenance plan in its entirety, because this will improve the maintenance activities record and the operation of the machines will be more optimal.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	16
1. Problema	17
1.1 Título	17
1.2 Formulación del problema	17
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos.	17
1.4 Planteamiento del problema	17
1.5 Justificación	18
1.6 Alcance y limitaciones	19
1.6.1 Alcance.	19
1.6.2 Limitación	20
2. Marco referencial	21
2.1 Antecedentes	21
2.2 Marco teórico	24
2.2.1 Mantenimiento	24
2.2.2 Función del mantenimiento	24
2.2.3 Tipos de mantenimiento. Mantenimiento preventivo	25

2.2.4 Requisitos básicos para el control de costos en un departamento de Mantenimiento.	29
2.3 Marco contextual	29
2.4 Marco legal	30
2.5 Glosario de términos	32
3. Diseño metodológico	34
3.1 Tipo de investigación	34
3.2 Población y muestra	34
3.2.1 Población.	34
3.2.2 Muestra	34
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información	35
3.3.1 Técnicas.	35
3.3.2 Instrumentos	35
4. Diseño del plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa industria de Suelas L.C. S.A.S., Enfocado en mejorar la disponibilidad de las máquinas	36
4.1 Diagnostico del funcionamiento de las máquinas del área de producción de la empresa	45
4.2 Disponibilidad actual de las máquinas del área de producción de la empresa	58
4.3 Plan de mantenimiento preventivo enfocado en reducir esas falencias para mejorar la disponibilidad de las máquinas del área de producción de la empresa	67
4.4 Análisis de las mejoras producidas por el plan de mantenimiento preventivo en la empresa	88

5. Conclusiones	92
6. Recomendaciones	93
7. Referencias Bibliográficas	94
Anexos	97



## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Formato de características.	35
Tabla 2. Sistema de codificación del área de producción.	53
Tabla 3. Inventario y codificación.	54
Tabla 4. Formato diagnóstico.	55
Tabla 5. Listado de paradas máquina.	61
Tabla 6. Formatos plan de mantenimiento.	67
Tabla 7. Hoja de vida.	69
Tabla 8. Ficha técnica del CNC.	70
Tabla 9. Orden de trabajo.	72
Tabla 10. Orden de pedidos.	73
Tabla 11. Reporte de mantenimiento.	74
Tabla 12. Actividades de mantenimiento centro mecanizado.	76
Tabla 13. Actividades de mantenimiento molino mezclador de caucho.	79
Tabla 14. Actividades de mantenimiento prensa vulcanizadora.	82
Tabla 15. Actividades de mantenimiento terminadora industrial.	84
Tabla 16. Actividades de mantenimiento terminadora industrial.	85
Tabla 17. Cronograma de mantenimiento del centro de mecanizado.	87
Tabla 18. Lista de paradas N°2 centro mecanizado.	89
Tabla 19. Tabulación lista de paradas N°2 centro mecanizado.	90
Tabla 20. Disponibilidad del centro de mecanizado.	90

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Logo de industria de suelas LC SAS.	30
Figura 2. Imagen representativa de los productos	30
Figura 3. Clasificación de las operaciones según UNE-13306.	31
Figura 4. Proceso de fabricación de las suelas.	37
Figura 5. Caucho artesanal.	38
Figura 6. Caucho industrializado.	38
Figura 7. Molido del caucho.	39
Figura 8. Adición del acelerante al caucho.	40
Figura 9. Láminas de caucho.	40
Figura 10. Tiras de caucho.	41
Figura 11. Preparación y limpieza del molde.	41
Figura 12. Proceso de relleno del molde.	42
Figura 13. Prensado suela de dos colores.	42
Figura 14. Desmontaje de suelas.	43
Figura 15. Retiro de rebaba manualmente.	44
Figura 16. Retiro de rebaba con máquina.	44
Figura 17. Perfilado de suela.	44
Figura 18. Empaque y embalaje de las suelas.	45
Figura 19. Proceso de diseño de las suelas.	47
Figura 20. Proceso de mecanizado de las suelas.	47
Figura 21. Molde de la suela terminado.	48
Figura 22. Químicos empleados.	48
Figura 23. Proceso de molido del caucho.	49

Figura 24. Vulcanización de un lote de suelas.	50
Figura 25. Proceso de corte de la rebaba.	51
Figura 26. Sistema de codificación.	52
Figura 27. Disponibilidad actual máquinas área de producción.	66

## Lista de anexos

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Fichas técnicas	98
Anexo 2. Cronogramas de mantenimiento	106
Anexo 3. Lista de paradas	114
Anexo 4. Tabulaciones indicador de disponibilidad	121
Anexo 5. Gráficos estadísticos indicador de disponibilidad	124

## **Introducción**

Cuando las máquinas de una empresa están expuestas a jornadas largas de trabajo sin descanso, estas se deterioran más rápido y su rendimiento disminuye, razón por la cual la producción no es la misma y la máquina puede comenzar a tener problemas en el terminado de los productos.

En el caso de las máquinas dedicadas al proceso de producción de suelas o elementos de calzado es fundamental que los acabados sean de calidad, por ende, resulta indispensable mantener el buen funcionamiento de las máquinas para no afectar el producto final y evitar pérdidas económicas.

En el presente proyecto de investigación se plantea como objetivo general diseñar un plan de mantenimiento preventivo al área de producción de la empresa Industria de suelas l.c. S.A.S., los objetivos específicos que se plantean son diagnosticar el funcionamiento actual de las máquinas del área de producción, determinar la disponibilidad actual de las máquinas, definir el plan de mantenimiento preventivo adecuado para mejorar la disponibilidad y establecer la nueva disponibilidad de las máquinas posterior a la aplicación del plan de mantenimiento preventivo.

La metodología que se aplicará en el presente proyecto de investigación es de tipo descriptivo y el instrumento de recolección de información es un formato de características el cual permitirá obtener la información necesaria para desarrollar el proyecto.

## 1. Problema

### 1.1 Título

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa Industria de suelas l.c. S.A.S.

### 1.2 Formulación del problema

¿Cuál será el plan de mantenimiento preventivo que permita mejorar la disponibilidad de las máquinas del área de producción de la empresa Industria de suelas l.c. S.A.S.?

### 1.3 Objetivos

**1.3.1 Objetivo general.** Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa Industria de suelas l.c. S.A.S., enfocado en mejorar la disponibilidad de las máquinas.

**1.3.2 Objetivos específicos.** Diagnosticar el funcionamiento de las máquinas del área de producción de la empresa.

Determinar la disponibilidad actual de las máquinas del área de producción de la empresa.

Definir el plan de mantenimiento preventivo enfocado en reducir esas falencias para mejorar la disponibilidad de las máquinas del área de producción de la empresa.

Analizar las mejoras producidas por el plan de mantenimiento preventivo en la empresa.

### 1.4 Planteamiento del problema

Las máquinas de cualquier empresa son uno de los elementos de mayor importancia porque estas son las que permiten la producción y así mismo, los ingresos. Por esto, si su funcionamiento es el adecuado, la empresa tendrá sus ingresos estables, en cambio, si la máquina empieza a fallar los tiempos que tarden en repararlas repercute directamente en la economía de la empresa.

Conservar en buen estado las máquinas es una responsabilidad que se debe implementar desde el principio, es muy común ver que cuando se compran máquinas nuevas, solo hasta que estas tengan un ruido extraño o vibraciones, se les empieza a aplicar acciones de mantenimiento preventivo y es aquí en donde ya las máquinas tienen un deterioro por delante.

No contar con un plan de mantenimiento preventivo genera desventajas significativas para la empresa, específicamente daños graves a las máquinas, gastos a última hora y sin planificar, compra de repuestos inesperada o no se consiguen, esperas largas por reparaciones. Teniendo en cuenta esto, es importante implementar un plan de mantenimiento preventivo a tiempo y así planificar para minimizar los tiempos de reparaciones y el avance del deterioro en las máquinas.

La empresa Industria de suelas L.C. cuenta con máquinas antiguas a las cuales nunca se les ha aplicado un plan de mantenimiento preventivo, razón por la cual en la actualidad presentan fallas recurrentes. En este proyecto se propone diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa Industria de suelas l.c. S.A.S. debido a que las máquinas de esta empresa se usan de manera continua y por esto están expuestas a trabajos excesivos.

### **1.5 Justificación**

Las máquinas que están expuestas a trabajos de jornadas largas y excesivas son las que mayormente sufren debido a que se pueden recalentar, empiezan a tener vibraciones o movimientos no naturales de las mismas, aparecen ruidos debido a que las partes internas no están debidamente ajustadas. Evidentemente, si se continúa usando la máquina en esas condiciones generará daños fuertes en la misma.

Las reparaciones de momento o mantenimiento correctivo acarrearán costos que no son esperados por los dueños de las empresas, podría ser debido a la compra de repuestos o



elementos que no estaban planificados y en el peor de los casos la compra de una nueva máquina debido al deterioro grave de esta, lo cual se debe evitar al máximo.

No contar con un control del funcionamiento de las máquinas es una falla que se puede evidenciar en muchas empresas, podría deberse a que las máquinas buenas de fábrica trabajan al 100% durante muchos años, sin embargo, si se suman las reparaciones correctivas, estas resultan siendo más costosas que implementar un plan de mantenimiento preventivo y, además, esta herramienta permite alargar la vida útil de las máquinas.

En este proyecto se realizará un plan de mantenimiento preventivo a las máquinas del área de producción de la empresa Industria de suelas l.c. S.A.S. enfocado e mejorar la disponibilidad de las misma y así evitar el deterioro total de las máquinas, debido a que, por los largos periodos de funcionamiento, están presentando fallas inesperadas lo cual preocupa a los dueños de la empresa y, por ende, resulta necesario la implementación de acciones de mantenimiento preventivo.

## **1.6 Alcance y limitaciones**

**1.6.1 Alcance.** El desarrollo de la investigación beneficiará a los estudiantes matriculados en el programa académico de ingeniería mecánica de la universidad Francisco de Paula Santander. El plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa Industria de suelas l.c. S.A.S. permitirá a los investigadores profundizar y adquirir habilidad en cuanto al manejo teórico-práctico en el área del mantenimiento industrial, contribuyendo así a la formación profesionales capacitados para solucionar con agilidad y tenacidad problemáticas que se presenten en el ámbito laboral.

**1.6.2 Limitación.** La principal limitación que presenta la investigación es que, por tratarse de maquinaria industrial que se encuentra en constante trabajo, el tener acceso a cada una de las máquinas se torna difícil y por lo tanto la recopilación de la información se torna lenta.

## 2. Marco referencial

### 2.1 Antecedentes

El primer antecedente se titula DISEÑO DE UN APLICATIVO DE MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS PARA PYMES BASADO EN LA HERRAMIENTA DE TPM Y DESARROLLADO EN MICROSOFT ACCESS. CASO DE ESTUDIO: SECTOR CALZADO fue realizado por Juan Mejía y Diana Zuluaga en el año 2010 en Bogotá, Colombia. El objetivo general de este antecedente es la identificación de puntos críticos dentro de los procesos de mantenimiento industrial, en el área de manufacturas (caso de estudio: Facalve LTDA.) por medio del uso de herramientas para el control y medición de la calidad y la productividad. Para esto, se hace especial énfasis en la filosofía TPM (Total Productive Maintenance). En los objetivos específicos se plantea realizar un diagnóstico para determinar las consecuencias de no implementar un plan de mantenimiento sobre la maquinaria en la industria manufacturera, en especial en FACALVE LTDA. (caso de estudio). Determinar las causas por las cuales las microempresas y PYMES (en el caso específico de FACALVE LTDA.), en un 78% no contemplan un plan de mantenimiento dentro de sus operaciones de manufactura. Identificar los elementos de la metodología TPM que resultarían ser adecuados para la implementación de prácticas de mantenimiento en la maquinaria industrial. Establecer las pautas para el diseño de un aplicativo de mantenimiento industrial. Estandarizar los procesos operativos para el desarrollo del mantenimiento, y los sistemas de las máquinas (eléctrico, neumático, mecánico, etc.), a través de una guía de mantenimiento. Diseñar una plataforma que contenga los ítems de trabajo propios del aplicativo y que esté en la capacidad de ajustarse a un sistema de información flexible a los requerimientos de la empresa. Generar información en tiempo real del mantenimiento y gastos realizados por el mismo con el fin que puedan ser cuantificados dentro del presupuesto que manejan las empresas, a través de la implementación del aplicativo, (implementado en el caso de estudio). Realizar un análisis que

permita establecer una comparación costo beneficio de la inversión requerida en la implementación de otros tipos de software relacionados con el mantenimiento y el aplicativo de mantenimiento de máquinas para pymes basado en la herramienta de TPM y desarrollado en Microsoft Access. El aplicativo ha ayudado a mantener a un mejor control del historial de mantenimiento, repuestos y lubricantes, y se ha observado un incremento un 5% del tiempo productivo de una persona, ya que no debe recurrir a documentos escritos archivados por completo, sino que todo lo que se necesita se encuentra en el aplicativo. El proyecto de la implementación del aplicativo junto con la empresa, área administrativa, evidenciaron problemas en la adaptación de los empleados respecto al compromiso y disciplina de los empleados ya que esta operación de mantenimiento genera nuevas obligaciones dentro de sus operaciones normales.

El segundo antecedente se titula ANALISIS DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN EL ENVEJECIMIENTO PREMATURO DE MAQUINAS INYECTORAS PARA SUELAS DE PVC QUE AFECTAN LA CONFIABILIDAD PARA EL PROCESO DE PRODUCCION EN LA INDUSTRIA DE PLASTICO GARCES LOCALIZADA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, fue realizado por Oscar Saavedra en el 2014 en Ecuador. El objetivo general propuesto identificar los factores que originan la baja confiabilidad en el proceso de producción en la Industrias Plásticos en la Ciudad de Guayaquil. Los objetivos específicos propuestos son determinar cómo afecta la aplicación del mantenimiento correctivo en las tareas asignadas del personal de mantenimiento en el cuarto de máquinas inyectoras, establecer cómo afecta la deficiencia de la gestión de mantenimiento en el cuarto de máquinas inyectoras y determinar cómo afecta el incremento de costos de mantenimiento en el cuarto de inyectoras. El 91% de los encuestados indica que la falta de planificación incide en la inadecuada asignación de tareas del personal de mantenimiento en el cuarto de máquinas inyectoras que afecta el cumplimiento del mantenimiento generando el envejecimiento de las maquinas inyectoras y provocando una

baja confiabilidad en el proceso de producción. La deficiencia de la gestión de mantenimiento en el cuarto de máquinas inyectoras afecta al cumplimiento del programa de producción establecido, por los paros de máquinas inyectoras que existen en el proceso en elaboración de las suelas PVC, obteniendo un total de 32 horas improductivas que generan una pérdida de 3302.4 dólares americanos al mes.

El tercer antecedente se titula PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN LOGÍSTICA Y DE PRODUCCIÓN DE SUELAS DE CALZADO, MODELO MARÍA PÍA, PARA REDUCIR COSTOS OPERACIONALES DE LA EMPRESA CONFORFLEX S.A.C. Fue realizado por Castro y Cedillo en el año 2018. determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión logística y de producción de las suelas de calzado modelo “María Pía”, sobre los costos operacionales de la empresa CONFORFLEX S.A.C. Para llevar a cabo ello, primero se desarrollará una etapa diagnóstica donde se empleará las siguientes técnicas: Diagrama de Ishikawa, Encuesta, Matriz de Priorización, Diagrama de Pareto, y Matriz de Indicadores, y a partir de ello se identificó que actualmente las pérdidas generadas por el área Logística son de 462,586.11 soles y representan el 61.61% de las pérdidas totales; mientras que las pérdidas ocasionadas por el área de Producción son de 288,296.91 soles y representan el 38.39 % de las pérdidas totales. Luego, se realizará una propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas, enfocadas en reducir los costos operacionales que actualmente están supeditados a la empresa. Posteriormente como resultados, se puede decir que, mediante la implementación del ABC, Codificación, Kardex, Acondicionamiento de almacén y Layout, se obtuvo beneficios económicos, de 105,357.82 soles, con tan solo una inversión de 5,888.42 soles. Mientras que gracias al DAP, MOF, Evaluación y selección de proveedores, documentación del proceso y SMED, se logró beneficios económicos, de 246,109.79 soles.

## 2.2 Marco teórico

**2.2.1 Mantenimiento.** Dentro de las empresas el mantenimiento permite asegurar el adecuado funcionamiento de los equipos, mediante la aplicación de un conjunto de actividades como: la reparación, limpieza, lubricación, cambio, inspección, medición, monitoreo, etc., las cuales se pueden llevar a cabo con el objetivo de poder detectar oportunamente cualquier desgaste o falla; disminuir las fallas, minimizar las paradas de emergencia y alcanzar o prolongar la vida útil de los máquinas, y de esta manera busca lograr aspectos importantes que le permiten a las empresas poder maximizar los beneficios al tener una mayor disponibilidad de los equipos, aumentando su eficiencia y la capacidad productiva y así poder ir reduciendo los costos de reparación y prevención, como también los costos ocasionados por pérdida de producción.

**2.2.2 Función del mantenimiento.** La función principal del mantenimiento preventivo es conocer el estado actual de los equipos, mediante los registros de control llevados en cada uno de ellos y en coordinación con el departamento de programación, para realizar la tarea preventiva en el momento más oportuno. Así lo afirma Mora, A (2009). Dado el auge en el crecimiento empresarial las empresas se ven obligadas en garantizar el funcionamiento de sus activos para poder cumplir con las metas propuestas por sus directivos, y es en esta parte donde el mantenimiento juega un papel importante dentro de las organizaciones. Donaire (2014. p.429), indica que, los requerimientos de las empresas tienen un nivel de exigencia mayor en la actualidad, por lo tanto, los factores como el tiempo, costo y calidad son constantes para una adecuada competitividad empresarial. Por tal motivo las empresas se ven en la obligación de adecuar sus estructuras organizacionales, y así potenciar sus áreas productivas, incrementar y optimizar la utilización de las máquinas, permitiendo asegurar la disponibilidad para los procesos productivos internos.

Entre las estrategias propuestas por (Donaire, 2014, p.18). Las empresas se tienen las estrategias de mantenimiento correctivo; estrategias de mantenimiento preventivo sistemático, y las estrategias de mantenimiento centrado en confiabilidad.

### **2.2.3 Tipos de mantenimiento. Mantenimiento preventivo**

Este tipo de mantenimiento permite el funcionamiento de las máquinas mediante la supervisión de planes a realizarse en puntos específicos. Este mantenimiento también suele llamarse como mantenimiento planificado, mantenimiento proactivo o el mantenimiento basado en el tiempo, debido a en ocasiones suele trabajarse con datos y recomendaciones de los fabricantes o con estadísticas sobre las fallas más comunes en las máquinas, de allí surge el término “planificado” como la base del significado del mantenimiento preventivo, según los autores Smith y Hinchcliffe (2005).

Por una parte, el mantenimiento preventivo permite un conjunto de planes que deben ser llevadas a cabo en las fechas programadas por el personal a cargo del mantenimiento, siendo estos planes muy completos en algunos casos, debido a que en estos se detallan todos los materiales, técnicas, herramientas y los repuestos a emplearse en dicha actividad, también se tiene el detalle del personal técnico y el personal a cargo de la reparación a las máquinas de la empresa.

Por otra parte, el mantenimiento preventivo busca disminuir las paradas no programadas, las cuales se generan debido a que el personal está acostumbrado a operar los equipos por largos períodos de tiempo sin llevar a cabo actividades de mantenimiento. Por tal motivo siempre se deben hacer las labores de mantenimiento, sin importar su frecuencia, tiempo y complejidad de dicha actividad, por esto las actividades de mantenimiento a la ligera deben evitarse debido



a que las áreas en las que se trabaja son muy peligrosas, el autor Chang, E. (2008). menciona las siguientes medidas preventivas que se pueden aplicar en las empresas:

**Tareas de mantenimiento:** Son aquellos trabajos que se pueden realizar para evitar las fallas, entre ellas tenemos las inspecciones visuales, la lubricación, la limpieza y los ajustes, las limpiezas técnicas sistemáticas, los ajustes sistemáticos, el cambio de piezas sistemático, las inspecciones con instrumentos internos y externos y por último las grandes revisiones.

**Mejoras y/o modificaciones a la instalación:** Los fallos se pueden reducir si aplicamos algunas mejoras, entre ellas tenemos los cambios en los materiales, los cambios en el diseño de una pieza, instalación de sistemas de detección, cambios en el diseño de una instalación, cambios en las condiciones externas al ítem.

**Cambios en los procedimientos de operación:** Los operarios son los que trabajan día a día con el equipo y siempre hay algo que se puede realizar para evitar las fallas, es por eso que un cambio en la manera en la que el operario realiza su trabajo puede ser muy útil. Esta medida es económica ya que principalmente debe invertirse en capacitaciones apoyadas por los supervisores para evitar que los operarios sean reacios al cambio.

**Cambios en los procedimientos de mantenimiento:** Algunas fallas ocurren porque el personal de mantenimiento no realiza bien su trabajo, esto puede mejorarse con la creación de un procedimiento escrito que incluya algunos datos como tolerancias, ajustes, etc. García (2003).

#### Mantenimiento correctivo

El autor Gonzáles. (2005) define el mantenimiento correctivo como aquel que sirve para corregir los problemas que se van presentando en los equipos a medida que los usuarios los van comunicando, es decir, se espera a que ocurra una falla para que el personal de mantenimiento entre en acción.

Se puede decir que el mantenimiento correctivo es muy importante porque no se puede tener un método de gestión de mantenimiento si no se tiene un método de mantenimiento correctivo que sea eficiente. Por lo general dentro de las empresas que cuenten con equipos y maquinaria, siempre va a existir mantenimiento correctivo, debido a que siempre sucederán fallas imprevistas, un modelo que este 100% orientado a evitar los desperfectos tendrá muchos problemas cuando las fallas aparezcan y no puedan ser solucionadas rápidamente por el personal a cargo de las labores de mantenimiento.

Por lo general la mayor parte de las empresas dedican más tiempo realizando mantenimientos de tipo correctivo que realizando mantenimientos preventivos o predictivos. En algunas empresas es muy evidente que el único mantenimiento que se realiza es el mantenimiento correctivo.

#### Mantenimiento predictivo

Este tipo del mantenimiento es aquel que se realiza después de hacer un seguimiento a algunas de las más importantes variables en las máquinas. Se puede decir que estas variables son medidas en intervalos de tiempo definidos para poder predecir la avería de las máquinas así poder realizar el mantenimiento antes de que ocurra la parada no programada. Para el personal a cargo del mantenimiento en las empresas existen unas variables comunes a analizar y son: la temperatura, presión, tensión, cantidad de partículas presentes en el aceite usado, ruido, vibración, viscosidad del aceite, ensayos no destructivos con tintes penetrantes o por ultrasonido, etc.

El mantenimiento predictivo permite ahorrar energía, mejora la productividad, reduce la cantidad de las actividades de mantenimiento y ofrece a que dichos trabajos se realicen con mayor rapidez y mayor facilidad, así lo afirma Goti (2008).

El mantenimiento predictivo permite beneficios en la prolongación de la vida útil de las máquinas, también muestran una ventaja significativa debido a que reduce el período de recambio de los mismos.

#### Mantenimiento productivo total

El mantenimiento productivo total es una perspectiva innovadora del mantenimiento que necesita involucrar a todos los empleados de la empresa en todas las áreas en un programa de mantenimiento productivo. Seiichi Nakajima estableció el concepto detrás del mantenimiento productivo total en un esfuerzo por ofrecer un cuidadoso sistema que optimizará la efectividad del equipo y que promoviera un mantenimiento autónomo de los operadores. Este tipo de mantenimiento establece una filosofía con diversos principios fundamentales:

Se debe optimizar la efectividad del equipo.

Se debe establecer un plan de mantenimiento preventivo para el intervalo de la vida del equipo.

Se debe buscar agresivamente el proceso de mantenibilidad del equipo, en particular en la etapa de diseño.

Se debe evaluar rutinariamente la eficiencia económica del equipo.

Se debe analizar y eliminar rigurosamente las pérdidas crónicas y las fallas catastróficas.

Se puede decir que el mantenimiento productivo total se involucran los empleados, que, en todas las áreas de la empresa, se ven involucrados con autonomía en un programa de mantenimiento productivo.

**2.2.4 Requisitos básicos para el control de costos en un departamento de Mantenimiento.** Dentro de las empresas se debe tener en cuenta el presupuesto interno para poder establecer el tipo de mantenimiento que más se ajuste a las condiciones de la organización. El autor Rivera (2011) establece unos requisitos básicos para el adecuado control de costos de un departamento de mantenimiento en las empresas, y son los siguientes:

Hay que disponer debidamente codificadas todas las máquinas e instalaciones.

Se debe disponer de árboles de despiece por grupos funcionales y subsistemas para implantar costos desagregadamente.

Los centros de coste o de contabilidad deben poderse interrelacionar (costes de correctivo por máquina, preventivo por sistema, etc.)

Los repuestos deben estar codificados y valorados.

La mano de obra debe conocerse y poderse imputar, tanto los tiempos de actividad como los de paro, preparación, etc.

Debe haber una información rápida y certera de imputaciones y desviaciones respecto a presupuesto.

Deben lanzarse órdenes de trabajo para cualquier actividad, con tiempos predeterminados o graduales cuando sea posible.

El proceso de programación, lanzamiento y cierre o cambio de órdenes debe ser potente pero ágil, y asumido en la planta.

## **2.3 Marco contextual**

La empresa industria de suelas LC SAS se encuentra situada en el departamento de norte Santander, en la localidad Cúcuta y su domicilio principal se encuentra ubicado en la calle 11 12 34 barrio el llano. está registrada en la cámara de comercio de Cúcuta con número de identificación tributaria 9011130620. Y su forma jurídica es como una sociedad por acciones simplificada, su razón social es la actividad de fabricación de partes del calzado, el número de

atención a los clientes es. (7)5837419. A continuación, en la figura 1. se ilustra el logo de la empresa, y en la figura 2 se muestra la imagen representativa de los productos.



**Figura 1.** Logo de industria de suelas LC SAS.



**Figura 2.** Imagen representativa de los productos

## 2.4 Marco legal

Norma Europea UNE-EN 13306

Mantenimiento. Terminología del mantenimiento

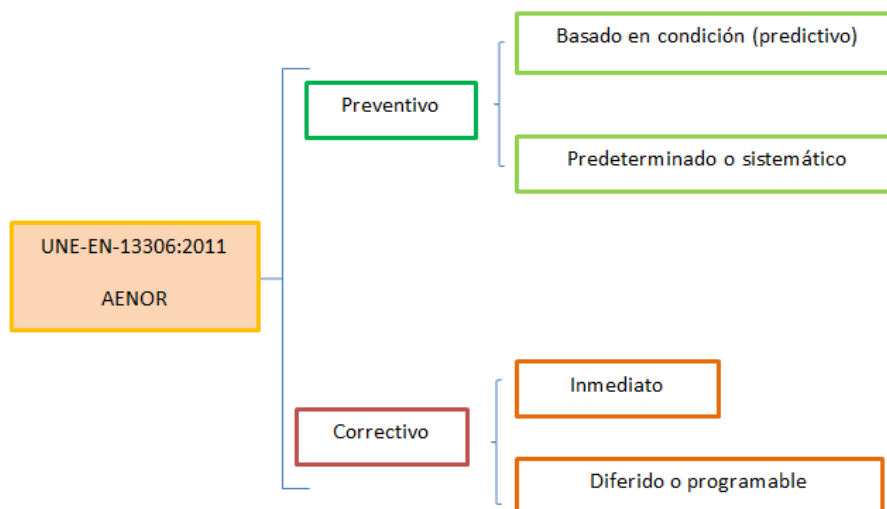
En la ejecución de la actual investigación se tomó de guía la norma europea EN-13306 del año 2007, este lineamiento anula y es sustituida por la norma UNE-13306 del 2011. El propósito general de la norma es la delimitación y la especificación de los términos generales y de las definiciones para las áreas técnicas administrativas y de gestión general del área de

mantenimiento. La norma se lleva a cabo mediante la siguiente clasificación en las operaciones del mantenimiento:

Primero todo lo relacionado al mantenimiento preventivo basado en la condición (preventivo) seguido de lo sistemático.

Segundo lo referente al mantenimiento correctivo, enfocado a lo inmediato y a lo diferido o programable.

A continuación, en la figura 3. se muestra la clasificación de las operaciones del mantenimiento utilizado por la norma para entenderlo más claramente.



**Figura 3.** Clasificación de las operaciones según UNE-13306.

Para la ejecución de la actual investigación se empleó la norma UNE – EN 13306 como guía en los términos y definiciones generales del área del mantenimiento industrial, teniendo en cuenta de la presente norma, así como la filosofía, ciencia y metodología, con la meta de poder adquirir apropiación de los términos y enfoques del mantenimiento industrial.

GTC-62

Guía técnica colombiana

Seguridad e funcionamiento y calidad de servicio. Mantenimiento y terminología

La presente guía como su nombre lo indica es una guía alternativa para los investigadores del presente proyecto, enfocada a las diferentes actividades de afines al mantenimiento industrial en las empresas, y puede ser utilizada tanto por las universidades, profesionales, científicos e industriales que realicen estudios, investigaciones o trabajo que involucren aplicaciones prácticas en las áreas de mantenimiento. En la presente investigación se realizó teniendo en cuenta las diferentes definiciones y terminologías con el propósito general de poder especificar cada una de las acciones realizadas en las distintas actividades y procesos en el área de mantenimiento industrial dentro de la empresa Suelas L.C. S.A.S. cumpliendo con la norma dentro de los parámetros que describen los eventos o temas al estudio teórico-práctico de la ciencia del mantenimiento industrial.

## **2.5 Glosario de términos**

**Ajustar:** adaptar un elemento a otro, de modo que encajen en la forma correcta. Puede ser ajuste con juego, con interferencia, de transición y forzado. Tomado de la GTC-62.

**Alinear:** realizar un montaje en el que las tolerancias de linealidad se satisfagan y en donde no se inducen deflexiones iniciales. Tomado de la GTC-62.

**Calidad de servicio:** efecto global de las características de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario del servicio. Tomado de la GTC-62.

**Elemento no reparado:** elemento que no es reparado tras una falla. Tomado de la GTC-62.

**Elemento reparado:** elemento reparable que es de hecho reparado tras una falla. Tomado de la GTC-62.



Inspección: Control de conformidad mediante medición, observación, ensayo o calibración de las características relevantes de un elemento. Tomado de la norma UNE-EN 13306.

Mantenimiento preventivo: mantenimiento que consiste en realizar ciertas reparaciones, o cambios de componentes o piezas según intervalos de tiempo, o según determinados criterios, prefijados para reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de una entidad. Siempre se debe planificar. Tomado de la GTC-62.

Parada: situación de una entidad cuando no está en operación porque no se necesita o porque no se encuentra en condiciones de utilización. Se refiere también a la acción de parar. Tomado de la GTC-62.

Parada no programada: parada debida a una interrupción no prevista de una operación de una entidad. Tomado de la GTC-62.

Parada programada: parada debida a una interrupción prevista de operación de una entidad. Tomado de la GTC-62.

### 3. Diseño metodológico

#### 3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se adapta para el presente proyecto es descriptivo debido a que este tipo permite el análisis de las máquinas y obtener información objetiva de las mismas, es definido por Cazau (2006) como el que “selecciona una serie de cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, precisamente, de describirlas. Estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno”. El enfoque de la investigación es cualitativo debido a que es el que permitirá realizar el análisis correspondiente para el plan de mantenimiento preventivo.

#### 3.2 Población y muestra

**3.2.1 Población.** La población del presente proyecto está conformada por las máquinas del área de producción de la empresa Industria de suelas l.c. S.A.S. La población es definida como “el un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones”. (Richard, I. y David, S. Pág. 10).

**3.2.2 Muestra.** La muestra serán las doce máquinas industriales del área de producción, entre las máquinas se encuentran: prensas de plantillas, compresores, fresadora, lijadoras de trompo, banco de finalizaje, lijadora de banda, horno para reactivar pega, selladoras neumáticas, fresadoras de suelas y máquina rotativa de moldeo por inyección de suela, los autores (Richard, I. y David, S. Pág. 10) definen la muestra como una “colección de algunos elementos de la población”.

### 3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información

**3.3.1 Técnicas.** En este proyecto se plantea como objetivo general diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de las máquinas de la Industria de suelas l.c. S.A.S., para el cumplimiento se plantean cuatro objetivos específicos, el primero es diagnosticar el funcionamiento de las máquinas del área de producción de la empresa, el segundo determinar la disponibilidad actual de las máquinas, el tercero es definir las acciones preventivas adecuadas enfocadas en reducir esas falencias para mejorar la disponibilidad de las máquinas del área de producción y el cuarto será establecer la nueva disponibilidad de las máquinas.. Se aplicará un formato de características para describir el funcionamiento de las máquinas.

#### 3.3.2 Instrumentos

**Tabla 1.** Formato de características.

 <b>Formato de características</b>	
Fecha: _____	
Máquina: _____	
Características	Importante
	
	

#### **4. Diseño del plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa industria de Suelas L.C. S.A.S., Enfocado en mejorar la disponibilidad de las máquinas**

Industria de suelas L.C. S.A.S. es una empresa norte santandereana dedicada a la fabricación de suelas de calidad superior, livianas y resistentes al mejor precio del mercado, para consolidar cada uno de los productos ofrecidos a los clientes, la empresa fabrica las suelas con gran resistencia, la cual garantiza buena durabilidad y aguante al desgaste; seguido de la relación resistencia peso, lo que permite que las suelas sean de las más livianas del país; así mismo ofrece a los clientes diseños que se encuentren en tendencia en el mercado actual y por último el precio la cual son los mejores del mercado a nivel nacional e internacional.

Actualmente suelas L.C. S.A.S. fabrica diferentes modelos y tipos de suelas, para ello utiliza las suelas expandidas y las termoplásticas, donde las suelas expandidas son las cuales se forman a partir de PVC o TR donde se utilizan productos como el expancel o el celogen para poder introducir aire y de esta formar un material más ligero sin perder resistencia, y dentro de los materiales expandidos se encuentran; eva y el poliuretano.

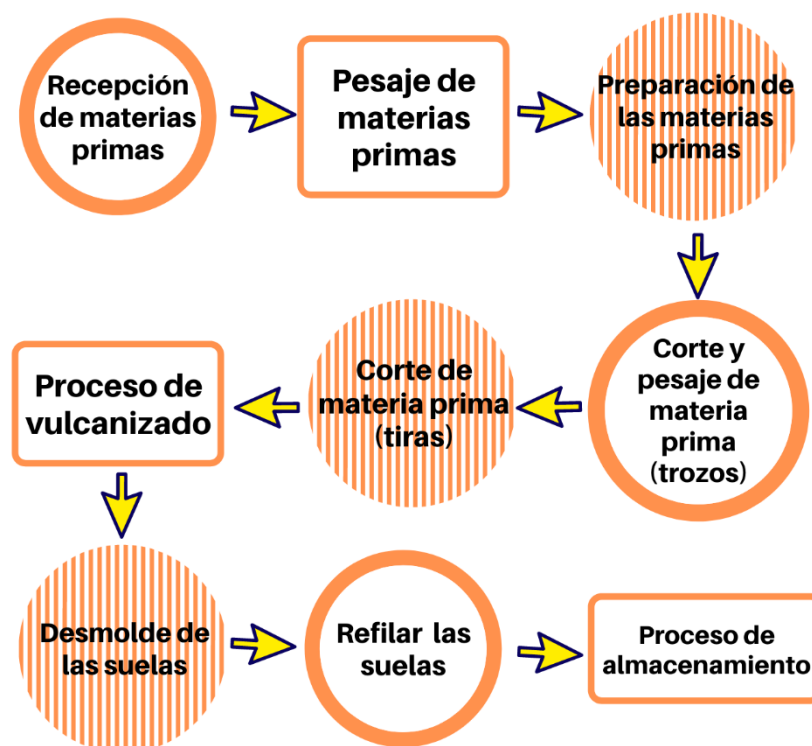
Eva: Son productos elaborados en etilvinilacetato, son livianos y se utilizan principalmente para el calzado deportivo, a menudo con un tapete, generalmente de caucho. Las suelas de este tipo de material son de mayor calidad, son utilizada por las principales marcas del calzado deportivo a nivel internacional.

Poliuretano: Esta materia prima se obtiene aplicando un reactivo a la combinación de dos materiales, como son el poliol e isocianato. permitiendo un producto de gran ligereza y flexibilidad, con una densidad óptima que permite un estupendo retorno elástico que se traduce en un agradable confort.

Las suelas fabricadas por termoplásticos se encuentran las materias primas, el PVC y las TPU.

PVC: Esta materia prima es muy común a nivel nacional, debido a que son buenos aislantes térmicos, además cuentan con una gran durabilidad, por lo general las suelas fabricadas con este material son de las más accesibles del mercado y se usan principalmente para la fabricación de sandalias, baletas y tapetes.

El proceso de fabricación de las suelas dentro de las instalaciones consta de nueve etapas mostrados en la figura 4, la primera etapa consiste en la recepción de las materias primas, el cual consiste en recibir el plástico virgen de los proveedores y de personas de la región que se dedican a su recolección.



**Figura 4.** Proceso de fabricación de las suelas.

Cuando se recibe el caucho de las personas que se dedican a su recolección este viene en diferentes formas y tamaño, debido a que algunos no cuentan con máquinas de prensado o de

moldeo, aun así, la materia prima cumple con los requisitos óptimos para su proceso de manufactura. Cuando la materia prima es adquirida por proveedores industrializados, la presentación es en bultos de veinticinco a cincuenta kilos y el producto viene en forma granular de color blanco o transparente. A continuación, en la figura 5 se ilustra la forma del caucho artesanal comprado a las personas de la región y en la figura 6 se puede observar la presentación del caucho adquirido a proveedores industrializados.



**Figura 5.** Caucho artesanal.



**Figura 6.** Caucho industrializado.

La segunda etapa consiste en el pesaje del caucho para su proceso de manufactura, el cual consiste en determinar los parámetros necesarios de la materia prima, como son:

Tipo de caucho a utilizar, en algunos casos según los requerimientos del cliente puede suceder que se fabrique la suela con caucho natural, caucho sintético o con una mezcla de ambos.

Cantidad de caucho a utilizar según el pedido.

La preparación de las materias primas consiste en la limpieza en seco del caucho, bien sea sintético o natural, seguido de colocar el caucho suficiente en las bandejas de depósito de las máquinas de molido para iniciar el proceso de manufactura.

El corte de la materia prima consiste en el molido del caucho por medio de los rodillos de los molinos el cual viene siendo el inicio del proceso de manufactura, es en esta parte donde se le agregan los acelerantes al caucho de acuerdo a los parámetros establecidos por el cliente, en la figura 7 se muestra el molido del caucho. Una vez el caucho obtiene el aspecto y consistencia adecuada se procede a introducir los acelerantes para dejar el caucho listo para el proceso siguiente. En la figura 8 se puede observar el momento exacto donde el operador introduce el acelerante al caucho mientras se encuentra en proceso de molido.



**Figura 7.** Molido del caucho.



**Figura 8.** Adición del acelerante al caucho.

La siguiente etapa del proceso es el corte de la materia prima en tiras, esta etapa se divide en dos partes; la primera consiste básicamente en una vez adicionado el acelerante se debe moler el caucho por un tiempo establecido hasta buscar el estado y consistencia deseada, una vez se logran las características de molido se procede a retirar el caucho en forma de láminas, en la figura 9 se puede observar las láminas de caucho.



**Figura 9.** Láminas de caucho.

Una vez el caucho está listo para retirarlo de los molinos, se inicia la segunda parte de la etapa, donde un operador prepara los mesones donde se procede a fijar, medir y cortar las láminas de caucho en tiras más pequeñas. Los mesones deben encontrarse secos, limpios de impurezas y se coloca un polvo sobre la superficie superior de la mesa para evitar que el caucho se adhiera a la mesa. Debido a las características del acelerante el caucho una vez es cortado en trozos pequeños solo es cuestión de minutos para que quede totalmente seco, aunque se encuentre seco y cortado el caucho aún mantiene su elasticidad. Al mantener su elasticidad el



caucho puede reutilizarse nuevamente para cualquier otro tipo de suela y en el proceso de vulcanizado cuando el caucho ya no puede ser reutilizado, a continuación, en la figura 10 se puede ilustrar las tiras de caucho.



**Figura 10.** Tiras de caucho.

El proceso de vulcanizado consiste en transformar el estado plástico del caucho a elástico por medio de las prensas hidráulicas. Cabe mencionar que una vez el caucho es sometido al proceso de vulcanizado, este no puede volver a reutilizarse nuevamente porque cambian las propiedades del caucho, debido a que el material queda menos elástico y quebradizo al momento de estirarse.

En esta parte del proceso los operadores proceden a preparar los moldes de las suelas, los moldes son fabricados en aluminio porque son más ligeros, livianos y más económicos comparados a los moldes fabricados en acero. En la figura 11 se puede observar el momento exacto donde el operador proceder a preparar y limpiar cada uno de los moldes de aluminio para luego colocar en su interior las tiras de caucho ya recortados.



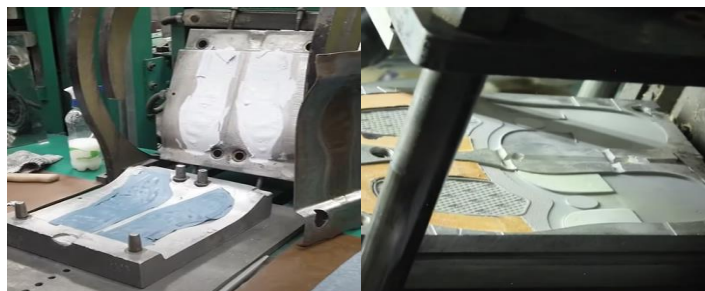
**Figura 11.** Preparación y limpieza del molde.

Luego de haber realizado el ajuste y limpieza del molde se procede a colocar el caucho ya recortado dentro del molde para posteriormente realizar el prensado, en la figura 12 se puede ilustrar como es el proceso de relleno del caucho sobre el molde de aluminio cuando la suela es de un solo color.



**Figura 12.** Proceso de relleno del molde.

Una vez terminado el relleno del caucho sobre el molde se procede al ajuste y cierre de las caras superior e inferior del molde para iniciar el proceso de prensado. Cabe mencionar que existen ocasiones donde las suelas tienen más de un solo color, por ejemplo, en la figura 13 se observa el proceso de prensado de una suela de dos colores, en este tipo de suelas se debe realizar en dos partes, la primera es cuando se introduce el primer tipo de caucho con un color, este primer prensado puede durar entre dos a tres minutos. Una vez cumplido el tiempo se procede a retirar el molde de la prensa para abrir la parte superior del molde, se debe esperar unos treinta a cuarenta segundos una vez abierto el molde para poder colocar la segunda capa caucho del color deseado, también se retiran los restos de caucho que sobran del primer prensado.



**Figura 13.** Prensado suela de dos colores.

Una vez terminado el prensado se procede a desmonte de las suelas, el cual se basa en que una vez abierto el molde se debe esperar treinta segundos aproximadamente para poder retirar cada una de las suelas de los moldes de aluminio. En esta parte del proceso se debe apartar las suelas por pares, tipos de suelas según el cliente, en esta parte solo se retiran las suelas sin retirar las rebabas sobrantes, pero es indispensable y se debe explicar qué cada operador encargado del proceso de vulcanizado debe separar los lotes de suelas de acuerdo al tipo de caucho empleado, por ejemplo si se vulcanizaron tres lotes de suelas en una jornada laboral, se debe colocar por separado las suelas por talla, cliente y el tipo de caucho empleado por lote, debido a que el caucho sobrante se almacena para molerlo en trozos y venderlo a personas que lo necesitan. En la figura 14 se puede observar dos lotes de suelas que acaban de ser desmontadas del proceso de prensado.



**Figura 14.** Desmontaje de suelas.

La etapa siguiente es el refinado de las suelas, la cual consiste en los acabados de cada una de las suelas, dependiendo del tipo, forma de la ubicación de la rebaba y el acabado se refinan las suelas.

Cuando la suela tiene la rebaba lateral se procede a retirarla de forma manual con herramientas filosas, como se puede ver en la siguiente figura.



**Figura 15.** Retiro de rebaba manualmente.

Cuando la suela tiene la rebaba por la parte superior se procede a retirarla con ayuda de la cortadora como se puede ver en la siguiente figura.



**Figura 16.** Retiro de rebaba con máquina.

Otro proceso que se realiza en esta etapa es el acabado, como es el perfilado, por ejemplo, en la figura 17 se puede observar como el operador realiza perfilado a un costado de la suela con un motortool.



**Figura 17.** Perfilado de suela.

Una vez realizado todo lo referente a la refilación de las suelas se procede al almacenamiento de los lotes de suelas para poder hacer la entrega a cada uno de los clientes, a continuación, se muestra el área de empaque y embalaje de las suelas terminadas.



**Figura 18.** Empaque y embalaje de las suelas.

#### **4.1 Diagnóstico del funcionamiento de las máquinas del área de producción de la empresa**

Industria de suelas L.C. S.A.S es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de suelas en PVC compacto, PVC expando y moldes de aluminio para el sector del calzado en la región, con mira al expansionismo internacional. Si bien el proceso de fabricación de suelas de distinto material, modelo es complejo y tecnificado, básicamente es manera general es el mismo. Para poder llevar a cabo el diagnóstico del funcionamiento de las máquinas del área de producción de la empresa se establecieron visitas previamente establecidas con el objetivo de conocer cada una de las máquinas que hacen parte del proceso de fabricación de las suelas. Una vez identificada cada una de las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación se procedió al diligenciamiento de la ficha de características, donde se buscó seleccionar características de funcionamiento de las máquinas con el propósito de realizar un diagnóstico actual de funcionamiento.

Dentro del área de fabricación de suelas se identificaron siete procesos en los cuales se encuentran cada una de las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación, los procesos son los siguientes:

Selección de las suelas por fabricar.

Preparación de los moldes.

Preparación de la materia prima.

Proceso de molido de la materia prima.

Proceso de vulcanizado.

Proceso de refilación de las suelas.

Proceso de almacenamiento.

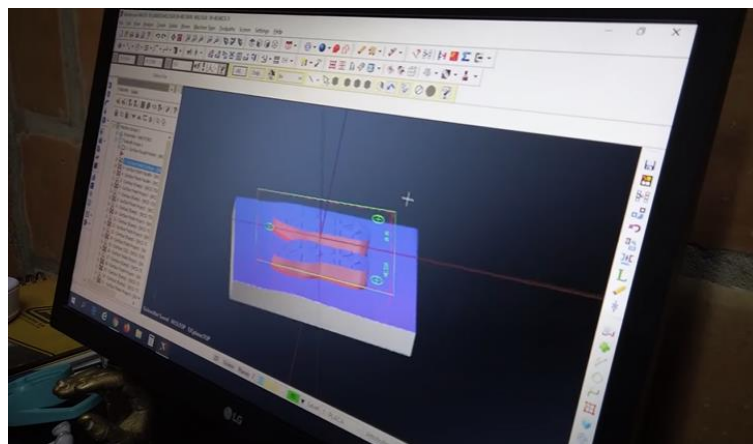
Selección de las suelas por fabricar

Es el primer proceso que hace parte de la fabricación de las suelas, consiste en la selección de la suela, teniendo en cuenta cada una de las especificaciones del cliente, como son: especificaciones del diseño en el cual se debe prestar atención en cuál será el proceso de fabricación del producto, por ejemplo si se debe utilizar PVC, poliuretano, o ambos materiales, seguido del paso a paso al momento de vulcanizar el modelo, cantidad de materia prima que se utilizará para cumplir con el pedido del cliente. Una vez ha sido detallado cada una de las especificaciones del producto del cliente se procede a la selección de los operadores que harán parte de la fabricación del lote de suelas, los cuales serán los responsables del proceso de fabricación. En este proceso también se procede al diseño del molde de las suelas a fabricar, para ello se emplean un molde en aluminio por cada par, aunque dependiendo el tamaño y forma de la suela en algunos casos se pueden hacerse dos pares por molde.

Dentro de las instalaciones de la empresa se cuenta con un área para el diseño de las suelas en moldes de aluminio, el proceso de diseño se divide en dos subprocesos, el primer subproceso



es la oficina donde se lleva a cabo el diseño de la suela en un programa de diseño en tres dimensiones, actualmente se utiliza autodesk inventor o SolidWorks, en la figura 19 se puede ilustrar el proceso de diseño de las suelas, una vez terminado el diseño de las suelas y aprobado por la administración se procede al subproceso donde se encuentra el centro de mecanizado y es en esta sección donde se elaboran los diferentes moldes de las suelas solicitadas por los clientes, en la figura 20 se puede observar el proceso de mecanizado de las suelas llevado a cabo por Industrias de suelas L.C. S.A.S.



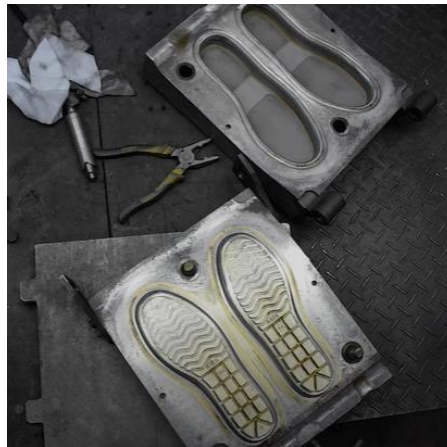
**Figura 19.** Proceso de diseño de las suelas.



**Figura 20.** Proceso de mecanizado de las suelas.

Una vez se termina el proceso de mecanizado de los moldes de las suelas se procede al montaje del molde un taladro de banco para realizar los trabajos de perforación y colocación

de los bujes, guías y los accesorios necesarios para poder ensamblarlos en las máquinas de vulcanizado, en la figura 21 se puede observar el molde de la suela terminado.



**Figura 21.** Molde de la suela terminado.

#### Preparación de la materia prima

Consiste en la formulación y dosificación de las materias primas de cada suela, este proceso varía de acuerdo a los requerimientos de los clientes, las características más frecuentes de los clientes son: agarre, abrasión, resistencia a hidrocarburos. En la figura 22 se puede observar los químicos empleados en la preparación de la materia prima, los cuales ayudan en el proceso de vulcanización, entre los químicos empleados se encuentran acelerantes, reforzantes, activadores y pigmentos



**Figura 22.** Químicos empleados.



### Proceso de molido de la materia prima

Una vez se tiene preparada la cantidad de caucho y los químicos necesarios para la fabricación de las suelas, se da inicio al proceso de molido o mezclado del caucho mediante molinos industriales que muelen la materia prima gracias a unos rodillos en su interior, lo primero que se hace es introducir el caucho en estado sólido a los rodillos y una vez el caucho comienza a tener una forma pastosa se le adicionan los químicos y en este momento donde el caucho comienza a tener las propiedades necesarias para el proceso de vulcanizado. A continuación, en la figura 23 se puede observar el proceso de molido del caucho. Muy a menudo las mezclas de caucho en este proceso pueden ser de treinta kilogramos de caucho donde se producen entre sesenta a setenta pares de suelas.



**Figura 23.** Proceso de molido del caucho.

Una vez la mezcla del caucho sale en forma de láminas y acelerada la cual facilita el proceso de vulcanizado; se procede al corte en trozos más pequeños y listas para el siguiente proceso.

### Proceso de vulcanizado

Es el proceso más crítico de la fabricación de suelas porque una vez el caucho es sometido a vulcanizado y existe un error en la suela, inmediatamente la suela queda inutilizable porque no se puede volver a utilizar. Vulcanizar es volver el caucho de estado plástico a elástico, esto se hace por medio de prensas hidráulicas que debido a su diseño y funcionamiento permiten la fabricación de las suelas. En este proceso se requieren de los siguientes tres factores: calor, tiempo y presión; dependiendo del diseño, grosor de la suela, color y aplique estos tres factores variaran. La temperatura de trabajo en el proceso de vulcanizado oscila entre 150 a 160 centígrados, el tiempo varía entre 3 a 8 minutos por cada par de suelas. En la figura 24 se puede ilustrar el proceso de vulcanización de un lote de suelas.



**Figura 24.** Vulcanización de un lote de suelas.

### Proceso de refilación de las suelas

Este proceso consiste en recibir las suelas que salen del proceso de vulcanizado para posteriormente retirar de cada suela las rebabas o desperdicios que sobran, el corte de estos desperdicios se puede realizar a mano dependiendo de la ubicación de la suela o con la ayuda de máquinas cortadoras industriales, además se realizan trabajos de acabados dependiendo del diseño de la suela, este tipo de acabado son el labrado a los laterales de las suelas con la ayuda de fresas instaladas en un motortool. A continuación, en la siguiente figura se puede observar el proceso de corte de rebaba mediante la cortadora industrial.



**Figura 25.** Proceso de corte de la rebaba.

Proceso de almacenamiento

Es el último de los procesos de la fabricación de suelas el cual consiste en la agrupación de cada uno de los pares de suelas, teniendo en cuenta los diseños, tallas y lotes de cada cliente, adicionalmente se fabrican suelas por encargo o por lotes que son altamente comerciales que serán vendidos en un futuro.

Una vez conocido a detalle cada uno de los procesos que hacen parte de la fabricación de suelas seguido de las máquinas que influyen en el proceso se procedió a la identificación de las máquinas para su posterior diagnóstico. Las máquinas que se identificaron dentro de las instalaciones de la empresa fueron las siguientes:

Centro de mecanizado.

Taladro de banco.

Esmeril.

Prensa universal.

Prensa hidráulica de goma.

Balanza industrial

Máquina trituradora de caucho.

Máquina mezcladora de caucho.

Cortadora industrial.

Aglutinadora de plástico.

Dada las características del campo de estudio, condiciones actuales de estado y funcionamiento de cada una de las máquinas que hacen parte del proceso de fabricación de suelas de caucho en la empresa Industria de suelas L.C. S.A.S se estableció un sistema de codificación alfanumérica tomada del autor (Montilla, C. 2016). Quien afirma que la codificación “Tiene como fin que haya una identificación precisa y unívoca de cada uno de ellos”. Teniendo en cuenta la cantidad de máquinas, ubicación de cada una de los equipos dentro de las instalaciones, cantidad de áreas y procesos es el sistema de codificación que más se ajusta a los requerimientos de la investigación. A continuación, se muestra el sistema de codificación empleado en las máquinas del área de producción de la empresa Industria de suelas L.C. S.A.S, donde se dividió el campo de aplicación por áreas, secciones y por máquinas.



**Figura 26.** Sistema de codificación.

Por área: dos caracteres alfabéticos y dos numéricos.

Por sección: dos caracteres alfabéticos y dos numéricos.

Por máquina: dos caracteres alfabéticos y dos numéricos.

A continuación, se muestra en la tabla 2 el listado de las máquinas industriales que hacen parte del sistema de codificación del área de producción de la empresa Industria de suelas L.C. S.A.S.

**Tabla 2.** Sistema de codificación del área de producción.



## Sistema de codificación

Código	Área	Código	Sección	Código	Máquina
		DM01	Diseño	CN01	Centro mecanizado
		MO02	Molienda	TL02	Taladro de banco
		VU03	Vulcanizado	PR03	Prensa universal
		CO04	Corte	MO04	Molino mezclado N°1
		CO04	Corte	MO05	Molino mezclado N°2
		MO02	Molienda	AG06	Aglutinadora N°1
PR01	Producción	MO02	Molienda	AG07	Aglutinadora N°2
		VU03	Vulcanizado	PV08	Vulcanizadora N°1
		VU03	Vulcanizado	PV09	Vulcanizadora N°2
		AC01	Acabado	TE10	Terminadora N°1
		AC01	Acabado	TE11	Terminadora N°2
		AC01	Acabado	CS12	Cortadora suelas N°1
		AC01	Acabado	CS13	Cortadora suelas N°2

Los equipos de la anterior tabla que se encuentran en color naranja son máquinas que no tienen un papel directo con el proceso de fabricación de las suelas debido a que se utilizan en ocasiones secundarias y se encuentran fuera de servicio, por tal motivo no son incluidas en el

estudio de disponibilidad. A continuación, en la tabla 3 se ilustra el formato de inventario y codificación de las máquinas que hacen parte del área de producción de la empresa.

**Tabla 3.** Inventario y codificación.

	<b>Inventario y codificación</b>	<b>Formato: FMAN01V01</b> <b>Versión: V01</b> <b>Fecha: 30/06/2021</b>
---	--------------------------------------	--

N°	Código	Máquina	Marca	Modelo
01	PR01DM01CN01	Centro mecanizado	ROMI	Rom - 217115
02	PR01CO04MO04	Molino mezclador N°1	Chengben	HK160-270
03	PR01CO04MO05	Molino mezclador N°2	Chengben	HK A70-266
04	PR01VU03PV08	Vulcanizadora N°1	Tecniempaques	No aplica
05	PR01VU03PV09	Vulcanizadora N°2	Tecniempaques	No aplica
06	PR01AC01TE10	Terminadora ind. N°1	Guvelco	No aplica
07	PR01AC01TE11	Terminadora ind. N°2	Centro Machine	No aplica
08	PR01AC01CS12	Cortadora suelas N°1	Dimacsa MX	Colli GP1
09	PR01AC01CS13	Cortadora suelas N°2	Novoa	Collid Mod. GP1



Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Para poder cumplir con lo propuesto en el presente capítulo se realizaron vistas establecidas a las instalaciones de la empresa con la finalidad de poder hacer análisis al funcionamiento a las máquinas que hacen parte del proceso de fabricación de las suelas. La información que se

recopiló de cada máquina fue diligenciada en el formato de diagnóstico la cual se muestra a continuación.

**Tabla 4.** Formato diagnóstico.

	<b>Formato de características</b>
<hr/>	
Fecha: _____	
Máquina: _____	
Características	Importante
	
<hr/>	



## Formato de características

Fecha: \_\_\_\_\_

Máquina: \_\_\_\_\_

Características

Importante







## Formato de características

Fecha: \_\_\_\_\_

Máquina: \_\_\_\_\_

Características

Importante



## 4.2 Disponibilidad actual de las máquinas del área de producción de la empresa

El objetivo del presente capítulo es determinar la disponibilidad actual de las máquinas que hacen parte del proceso de fabricación de suelas en el área de producción, lo primero que se debió hacer fue conocer el concepto de disponibilidad, el autor (Pinto, A. 1995) afirma que “La disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente”. Dada las condiciones de operación del área de producción de la empresa, las máquinas para poder fabricar las diferentes suelas a los clientes deben operar continuamente lo cual conocer la disponibilidad actual de cada una de las máquinas es crucial para conocer el estado actual de las máquinas del área de producción.

Debido a que las máquinas cuentan con varios años de operación, presentan desgaste lo que disminuye el rendimiento y por ende la producción. Es en esta parte del proyecto donde juega un papel importante conocer el indicador de disponibilidad debido a que se puede estimar el tiempo de funcionamiento de cada máquina y de esta manera poder minimizar el tiempo muerto de los equipos, lo que es reflejado en un aumento en la producción generalizada en la fabricación de las suelas.

La forma matemática para conocer el indicador de disponibilidad es la siguiente:

$$D(t) = \frac{\Sigma \text{tiempos disponibles para la producción}}{\Sigma \text{tiempos disponibles para la producción} + \Sigma \text{tiempos en mtto}}$$

O también puede ser expresada de la siguiente manera:

$$D(t) = \frac{TMEP}{TMEP + TMPM}$$

Donde el TMEP es el tiempo medio entre paradas, se traduce al tiempo medio que ha transcurrido entre dos paradas de mantenimiento y para hacer el cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$TMEP = \frac{\text{horas totales del periodo}}{\text{número de paradas}}$$

El TMPM es el tiempo medio hasta la puesta en marcha, representa el tiempo medio de duración de las diversas paradas que ocurren en un tiempo analizado, para realizar el cálculo se debe realizar de la siguiente forma:

$$TMPM = \frac{\text{horas totales de parada}}{\text{número de paradas}}$$

Para conocer la disponibilidad actual de cada una de las máquinas del área de producción de la empresa se tomó un tiempo de estudio de un mes, comprendido desde el primero de junio hasta el 30 de junio del 2021, se debe resaltar lo siguiente: las máquinas no funcionan las 24 horas, las jornadas de trabajo dentro de la empresa son desde las 08:00 am hasta las 12:00 del mediodía y luego desde las 02:00 pm hasta las 06:00 pm. Desde los días lunes a sábado.

Se hace énfasis que actualmente la empresa no cuenta con personal interno encargado de las tareas de mantenimiento a las máquinas y cuando sucede una falla en un equipo lo que se hace es observar si se puede resolver la falla por los operadores y en caso de no poder realizarse, se acude al servicio de mantenimiento por personal externo a la empresa, lo cual trae consigo una serie de desventajas a la empresa. En pocas palabras las máquinas del área de producción de la organización solo se les realizan labores de tipo correctivo, además no se tienen registros de los mantenimientos realizados anteriormente y esto dificulta la recopilación de la información para poder saber con exactitud cuando fue la última fecha de intervención a los componentes internos en los equipos.

A continuación, en la tabla 5 se muestra el listado de las paradas de las máquinas del área de producción de la empresa, en el tiempo de estudio, comprendido del 01 de junio hasta el 30 de julio del mes de 2021. La tabla consta de cuatro columnas, la primera columna es la numeración de las paradas, seguido de la fecha de detención, motivo de la detención y la detención por horas.

Como se mencionó anteriormente las jornadas de trabajo de la empresa es desde las 08:00 am hasta las 06:00 pm desde los lunes hasta los sábados, lo cual determina un tiempo nominal de trabajo de 10 horas.

Teniendo en cuenta que el tiempo de estudio para conocer la disponibilidad actual de cada una de las máquinas del área de producción de la empresa es en el mes de junio de 2021, el cálculo para hallar el tiempo nominal es el siguiente:

$$\text{tiempo nominal} = 10 \times 30 = 300 \text{ horas}$$

A continuación, se procedió a conocer la disponibilidad actual del centro de mecanizado y en la figura 27 se puede observar a manera de grafico de barras cada uno de los valores de disponibilidad actual de las máquinas que hacen parte del proceso de producción.

**Tabla 5.** Listado de paradas máquina.



## Listado de paradas

### *Máquinas del área de producción*

**Centro de mecanizado**

**Periodo: 01 al 30 de junio de 2021**

N°	Fecha detención	Motivo	Detención (Horas)
01	01-junio-2021 (10 am)	Falla	1,5
02	03-junio-2021 (02:20 pm)	Falla	4
03	12-junio-2021 (04: 45 pm)	Falla	1,5
04	21-junio-2021 (09:15 am)	Falla	2,5
05	26-junio-2021 (10:30 am)	Falla	3,5
06	29-junio-2021 (08:00 am)	Falla	8
<b>Total:</b>			<b>21</b>
<b>Molino mezclador de caucho N°1</b>			
01	01-junio-2021 (10 am)	Falla	3,5
02	03-junio-2021 (10:00 am)	Falla	8
03	05-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	4
04	09-junio-2021 (09:00 am)	Falla	6
05	12-junio-2021 (10:00 am)	Falla	4
06	16-junio-2021 (02:30 pm)	Falla	4
07	22-junio-2021 (11:30 am)	Falla	6
08	26-junio-2021 (09:30 am)	Falla	4

09	28-junio-2021 (02:30 pm)	Falla	4
<b>Total:</b>			<b>43,5</b>

### Molino mezclador de caucho N°2

N°	Fecha detención	Motivo	Detención (Horas)
01	01-junio-2021 (10 am)	Falla	5
02	03-junio-2021 (09:30 am)	Falla	6
03	05-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	3
04	09-junio-2021 (11:30 am)	Falla	4
05	11-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	2
06	15-junio-2021 (08:30 am)	Falla	4
07	19-junio-2021 (11:00 am)	Falla	3
08	21-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	2
09	25-junio-2021 (09:30 am)	Falla	4
10	29-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	3
<b>Total:</b>			<b>36</b>

### Prensa vulcanizadora N°1

N°	Fecha detención	Motivo	Detención (Horas)
01	02-junio-2021 (02:30 pm)	Falla	2
02	04-junio-2021 (03:00 pm)	Falla	3
03	08-junio-2021 (02:40 pm)	Falla	3

04	10-junio-2021 (02:15 pm)	Falla	3
05	12-junio-2021 (09:30 am)	Falla	8
06	16-junio-2021 (11:00 am)	Falla	6
07	22-junio-2021 (03:00 pm)	Falla	2
08	26-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	4
09	30-junio-2021 (09:00 am)	Falla	6
<b>Total:</b>			<b>37</b>

### Prensa vulcanizadora N°2

N°	Fecha detención	Motivo	Detención (Horas)
01	03-Junio-2021 (09:00 am)	Falla	8
02	05-junio-2021 (11:00 am)	Falla	6
03	07-junio-2021 (11:00 am)	Falla	6
04	11-junio-2021 (09:30 am)	Falla	7
05	15-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	4
06	19-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	3
07	21-junio-2021 (09:30 am)	Falla	6
08	25-junio-2021 (08:00 am)	Falla	8
09	28-junio-2021 (10:30 am)	Falla	5
10	29-junio-2021 (11-00 am)	Falla	5
<b>Total:</b>			<b>58</b>

---

**Pulidora industrial N°1**

N°	Fecha detención	Motivo	Detención (Horas)
01	01-junio-2021 (11:45 am)	Falla	6
02	08-junio-2021 (02:40 pm)	Falla	4
03	12-junio-2021 (03:30 pm)	Falla	3
04	17-junio-2021 (02:45 pm)	Falla	3,5
05	25-junio-2021 (03:00 pm)	Falla	3
06	29-junio-2021 (10:00 am)	Falla	6
07	30-junio-2021 (09:15 am)	Falla	7
<b>Total:</b>			<b>32,5</b>

**Pulidora industrial N°2**

N°	Fecha detención	Motivo	Detención (Horas)
01	04-junio-2021 (03:15 pm)	Falla	2
02	11-junio-2021 (09:20 am)	Falla	5
03	15-junio-2021 (11:00 am)	Falla	4
04	19-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	4
05	23-junio-2021 (08:45 am)	Falla	6
06	25-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	4
07	29-junio-2021 (09:40 am)	Falla	5
08	30-junio-2021 (11:30 am)	Falla	4
<b>Total:</b>			<b>34</b>

---



---

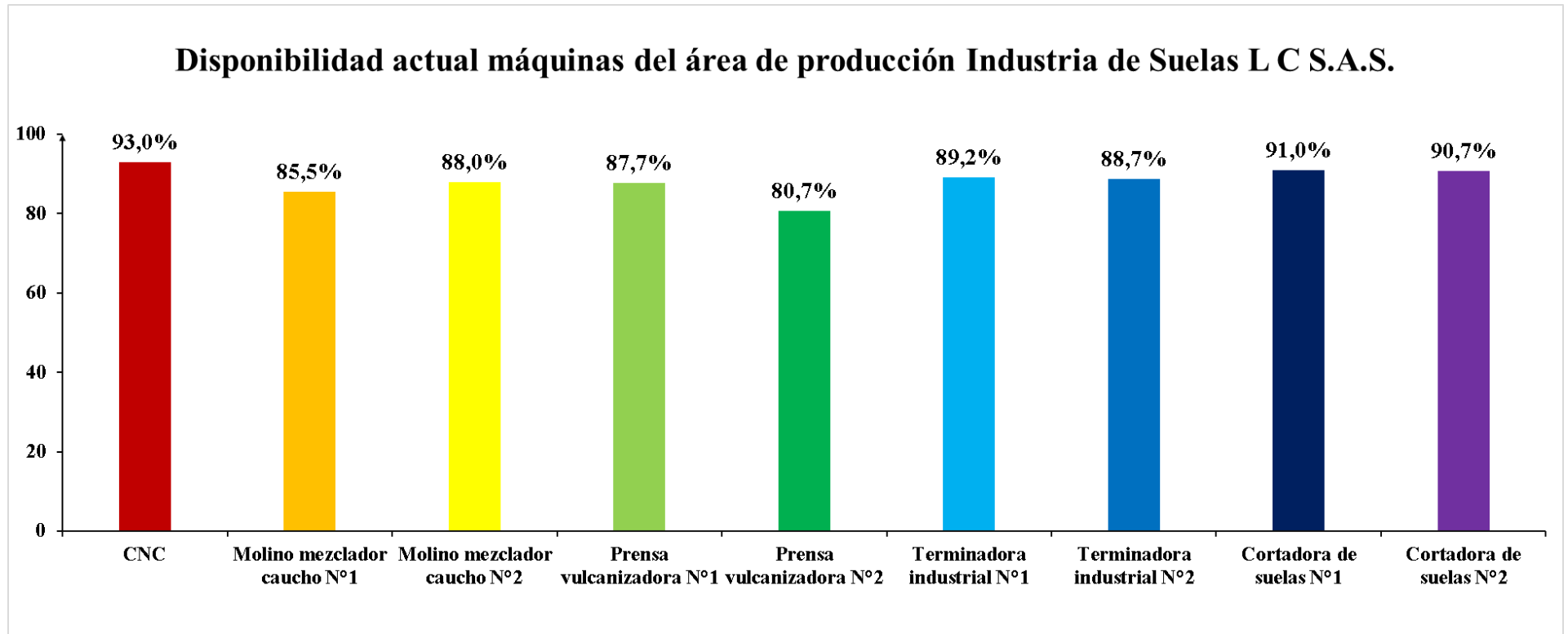
**Cortadora industrial N°1**

N°	Fecha detención	Motivo	Detención (Horas)
01	01-Junio-2021 (10 am)	Falla	4
02	05-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	3
03	18-junio-2021 (09:30 am)	Falla	4
04	21-junio-2021 (10:00 am)	Falla	4
05	25-junio-2021 (02:30 pm)	Falla	3
06	29-junio-2021 (03:00 pm)	Falla	3
<b>Total:</b>			<b>21</b>

**Cortadora industrial N°2**

N°	Fecha detención	Motivo	Detención (Horas)
01	01-Junio-2021 (10 am)	Falla	2
02	07-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	4
03	12-junio-2021 (11:30 am)	Falla	3
04	17-junio-2021 (02:00 pm)	Falla	2
05	22-junio-2021 (10:15 am)	Falla	6
06	28-junio-2021 (11:30 am)	Falla	5
<b>Total:</b>			<b>22</b>

---




**Figura 27.** Disponibilidad actual máquinas área de producción.

### 4.3 Plan de mantenimiento preventivo enfocado en reducir esas falencias para mejorar la disponibilidad de las máquinas del área de producción de la empresa

En la búsqueda de la reducción de las falencias de las máquinas del área de producción de la empresa se tuvo en cuenta cada una de las características de funcionamiento de los equipos; disponibilidad calculada, estado actual, reparaciones y métodos de solución al momento de presentarse una falla.

La estructura del plan de mantenimiento preventivo se estableció mediante los siguientes 12 formatos:

**Tabla 6.** Formatos plan de mantenimiento.

 <b>Formatos del plan de mantenimiento</b>		
N°1	Formato	Código del formato
01	Inventario y codificación	FMAN01V01
02	Hoja de vida	FMAN02V01
03	Ficha técnica	FMAN03V01
04	Orden de trabajo	FMAN04V01
05	Orden de pedidos	FMAN05V01
06	Reporte de mantenimiento	FMAN06V01
07	Actividades CNC	FMAN07V01
08	Actividades molinos	FMAN08V01
09	Actividades prensas	FMAN09V01
10	Actividades terminadoras	FMAN10V01
11	Actividades cortadoras	FMAN11V01
12	Cronograma de actividades	FMAN12V01

Para llevar a cabo un plan de mantenimiento preventivo enfocado en la reducción de las falencias y así poder mejorar la disponibilidad de cada una de las máquinas del área de producción se tuvo en cuenta los siguientes parámetros:

Estado actual de las máquinas.

Proceso actual de reparación.

Disponibilidad actual de las máquinas.

Actualmente las máquinas del área de producción se encuentran operando, sin embargo, debido a los largos años de funcionamiento presentan deterioro lo cual ha hecho que su eficiencia disminuya con el tiempo y por ende presenten fallas recurrentes, lo cual resulta en paradas continuas en los procesos de producción. Para poder garantizar que la mayor parte del tiempo las máquinas cuenten con información reciente que permita la fácil identificación de las características actuales de funcionamiento se determinó el diseño del formato de hoja de vida y ficha técnica, la cual permitirá conocer las características necesarias para tomar decisiones seguras al momento de realizar una reparación; así mismo conocer cuando fueron realizadas las últimas reparaciones de algunos sistemas de las máquinas el cual permitirá tener una idea del tiempo de vida de los componentes internos y de la máquina en general. A continuación, en la tabla 7 se muestra el formato de la hoja de vida de las máquinas y los demás formatos de las fichas técnicas se encuentran en el anexo 1.

Tabla 7. Hoja de vida.

	<b>Hoja de vida</b>	Formato: FMMAN001 Versión: 001 Fecha: 28/0572021
---	---------------------	--

N°: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_

Marca: \_\_\_\_\_

Máquina: \_\_\_\_\_

Modelo: \_\_\_\_\_

Fecha		Orden de trabajo	Horas de trabajo	Actividad realizada
Inicio	Final			
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Tabla 8. Ficha técnica del CNC.

	<h1>Ficha técnica</h1>	<b>Formato:</b> FMAN03V01 <b>Versión:</b> V01 <b>Fecha:</b> 30/06/2021
---	------------------------	--

## Centro mecanizado

### Especificaciones

**Control:** Siemens 828D

**Potencia:** 9 Kw

**Número de ejes activos:** 2

**Nº de serie:** Rom - 217115

**Peso:** 5400 kg



### Características técnicas

**Admisible bancada:** 620 mm

**Torneado estandar Ø:** 255 mm

**Chuck outside Ø:** 255 mm

**Max. Ø de torneado:** 410 mm

**Capacidad de barra:** 65 mm

**Max. largo torneado:** 600 mm

**Recorrido longitudinal:** 245 mm

**Recorrido vertical Z:** 630 mm

**Veloc. max. husillo:** 3600 rpm

**Velocidades de husillo:** 2

**Ø Agujero paso cabezal:** 78mm

**Tipo de nariz de cabezal:** A2-8

**Número de herramientas:** 12

**ID cojinete principal:** 130 mm

**Elaborado por:** \_\_\_\_\_ **Aprobado por:** \_\_\_\_\_


**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

El proceso actual de reparación de las máquinas del área de producción se lleva a cabo mediante la contratación de personal externo de la empresa para que preste el servicio de mantenimiento. Actualmente la empresa no cuenta con personal interno que se encargue de las tareas de mantenimiento a los equipos, por tal motivo dentro de las instalaciones solo se realizan labores de mantenimiento correctivo, lo que se traduce que por lo general las máquinas son intervenidas cuando se presenta una falla.

Actualmente no se cuenta con registros de actividades de mantenimiento que permitan la planificación de todo lo relacionado con el área de mantenimiento, para establecer un departamento de mantenimiento en la empresa y si poder llevar buena gestión de cada una de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo se diseñó el formato de orden de trabajo mostrado en la tabla 9.

No se tiene control de los repuestos y materiales que se necesitan para poder solucionar las fallas que se presenten en los equipos, para organizar la gestión de mantenimiento en los equipos se diseñó el formato de orden de pedidos mostrado en la tabla 10.

Tabla 9. Orden de trabajo.

	<b>Orden de trabajo</b>	<b>Formato: FMAN04V01</b> <b>Versión: V01</b> <b>Fecha: 30/06/2021</b>
---	-----------------------------	--

---

N°: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Máquina: \_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

---

**Actividad de mantenimiento**

N°	Tipo	Descripción
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

**Tipo de actividades:** Mecánicas, eléctricas y lubricación

**Herramientas y lubricantes**

Herramientas	Cantidad	Lubricantes	Cantidad
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

---


Elaborado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

---




Tabla 10. Orden de pedidos.

 <b>Orden de pedidos</b>			Formato: FMAN05V01 Versión: V01 Fecha: 30/06/2021
N°: _____			
Fecha de solicitud: _____		Hora: _____	
Concepto: _____		Área: _____	
Descripción del pedido			
N°	Cantidad	Descripción	
_____	_____	_____	
_____	_____	_____	
_____	_____	_____	
_____	_____	_____	
_____	_____	_____	
Observaciones			
N°	Descripción		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		
Elaborado por: _____		Aprobado por: _____	
Fecha: _____		Fecha: _____	

Debido a la cantidad considerable de actividades de mantenimiento correctivo y con el objetivo de minimizar en gran medida las labores de tipo correctivo por preventivos se diseñó el formato de reporte de mantenimiento para llevar un control de las intervenciones a los

elementos internos de cada una de las máquinas y de esta manera poder tomar mejores decisiones al momento de implementar las actividades rutinarias como las del cronograma de actividades.

**Tabla 11.** Reporte de mantenimiento.

 <b>Reporte de mantenimiento</b>		Formato: FMAN06V01 Versión: V01 Fecha: 30/06/2021
N°: _____		
Máquina: _____		Código: _____
Marca: _____		Modelo: _____
Reporte de mantenimiento		
N°	Descripción	
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	
Repuestos y materiales utilizados		
N°	Cantidad	Descripción
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
Elaborado por: _____ Aprobado por: _____		
Fecha: _____ Fecha: _____		

Una vez se establecieron cada uno de los formatos del plan de mantenimiento se procedió a la implementación del cronograma de actividades a cada una de las máquinas que fueron objeto de estudio por un periodo de tiempo comprendido entre primero de julio hasta el treinta de diciembre del 2021 con la finalidad de establecer las bases iniciales del plan de mantenimiento, hacer seguimiento exhaustivo al funcionamiento de los componentes internos de las máquinas, llevar control de los repuestos utilizados, minimización de costos en reparaciones, disminución de las tareas correctivas y conocer la disponibilidad actual de cada una de las máquinas del área de producción de la empresa.

A continuación, desde las tablas doce hasta las dieciocho se muestran cada una de las actividades de mantenimiento que deben llevarse a cabo en los distintos intervalos de tiempo y posteriormente se encuentran establecidas en el cronograma de mantenimiento.

**Tabla 12.** Actividades de mantenimiento centro mecanizado.



## Actividades de mantenimiento

Formato: FMAN07V01  
Versión: V01  
Fecha: 30/06/2021

### Centro mecanizado

Página 1 de 3

Actividad	Frecuencia	Descripción
 <p>Limpieza de la máquina (quitar rebaba)</p>	Diario	Después de cada jornada de trabajo, sopletear con aire comprimido el exceso de rebaba y con una brocha retirar las rebabas que queden sobre las mesas de ajuste.
<p>Inspección visual (ruidos y vibraciones anormales)</p>	Diario	Se debe estar pendiente de los síntomas en la maquina en busca de algún ruido o vibraciones.
<p>Comprobación de niveles de aceite</p>	Diario	observar los niveles de aceite, que se encuentren en el nivel indicado por la máquina, los depósitos se encuentran a un costado inferior de la máquina.
 <p>Comprobación de la seta de emergencia</p>	Semanal	Realizar un paro a la maquinaria con la seta de seguridad para comprobar si funciona y detiene la maquina rápidamente.

**Elaborado por:** \_\_\_\_\_ **Aprobado por:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_



# Actividades de mantenimiento

Formato: FMAN07V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

## Centro mecanizado

Página 2 de 3

Actividad	Frecuencia	Descripción
Medición consumo de corriente	Mensual	Realizar mediciones de corriente y voltaje a la maquina con un multímetro y verificar si los datos recopilados corresponden a las especificaciones del motor.
Revisar las mangueras, líneas hidráulicas y de lubricación	Mensual	Limpiar las líneas de aceite y verificar que no haya fugas que provoquen el derrame del lubricante.
Revisar líneas de corriente eléctrica	Mensual	Revisar cables eléctricos, si el cable está muy dañado reemplazar de inmediato por uno nuevo.
Calibración de posición	Mensual	Colocar la maquina en un punto de referencia y ver si las medidas las realiza a la distancia especificada.
Verificar que no exista fuga de aceite o presión de aire	Mensual	Observar si en el suelo no hay derrames. También se debe verificar si no hay fugas en la línea de aire comprimido.

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



# Actividades de mantenimiento

Formato: FMAN07V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

## Centro mecanizado

Página 3 de 3

Actividad	Frecuencia	Descripción
 Limpieza del depósito de aceite	Semestral	Retirar todo el aceite usado esperar a que drene por completo, luego se debe colocar el tapón de drenaje y colocar aceite nuevo.
 Verificar las condiciones de lubricidad y niveles del aceite refrigerante	Semestral	Tomar muestra de aceite del depósito y examinar con los dedos si la viscosidad y el color del aceite está en buenas condiciones En caso de no estarlo cambiarlo.
Revisión completa del cableado	Semestral	Verificar el cable principal de la máquina que esté totalmente aislado y bien asegurado en las terminales de cada extremo.
Reapriete de tornillos	Semestral	Ajustar todos los tornillos para evitar que la maquina pierda precisión y adquiera rigidez

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



**Tabla 13.** Actividades de mantenimiento molino mezclador de caucho.



## Actividades de mantenimiento

Formato: FMAN08V01  
Versión: V01  
Fecha: 30/06/2021

### Molino mezclador de caucho

Página 1 de 3

Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspección de los cilindros	Diario	Inspeccionar las condiciones de los rodillos y partes exteriores.
Inspección de ruidos y vibraciones	Diario	Inspeccionar la máquinas, buscando ruidos anormales y vibraciones considerables.
Inspección del sistema eléctrico	Diario	Inspeccionar las conexiones eléctricas (breaker, contactor y el térmico).
Inspección de sellos	Semanal	Inspeccionar el estado de los sellos.
Inspección de los acoples	Semanal	Inspeccionar el estado de los caucho y los acoples.
Inspección de niveles de refrigerante.	Semanal	Inspeccionar el nivel recomendado de las cámaras de refrigerante.
Inspección de los niveles de aceite	Semanal	Inspeccionar el nivel de aceite recomendado en los depósitos.
Inspección de soportes de los rodillos	Semanal	Inspeccionar el estado y funcionamiento de los soportes de los rodillos.

**Elaborado por:** \_\_\_\_\_ **Aprobado por:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_



# Actividades de mantenimiento

Formato: FMAN08V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

## Molino mezclador de caucho

Página 2 de 3

Actividad	Frecuencia	Descripción
Comprobación del ajuste del acople	Mensual	Comprobar el estado y ajuste del acople.
Comprobación del moto reductor	Mensual	Comprobar el funcionamiento del moto reductor.
Comprobación de los sellos	Mensual	Comprobar el estado y ajuste de los sellos.
Cambio del aceite del moto reductor	Semestral	Cambiar el aceite del moto reductor.
Comprobación de los forros	Semestral	Comprobar el estado de los forros de entrada, salida y centro.
Cambio de lubricante en la transmisión	Semestral	Cambiar el lubricante de la transmisión.
Comprobación de rodamientos de la transmisión	Semestral	Comprobar estado de los rodamientos en la transmisión.
Comprobación de las líneas eléctricas	Semestral	Comprobar ajuste de las líneas eléctricas.

**Elaborado por:** \_\_\_\_\_ **Aprobado por:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_





# Actividades de mantenimiento

Formato: FMAN08V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

## Molino mezclador de caucho

Página 3 de 3

Actividad	Frecuencia	Descripción
Cambio rodamientos en los ejes	Anual	Cambiar los rodamientos que soportan los ejes de los rodillos.
Cambio de aceite en el reductor	Anual	Cambiar el aceite del moto reductor.
Cambio del juego de los cauchos	Anual	Cambiar el juego de los cauchos y acoples.
Cambio del kit de los sellos y empaques.	Anual	Cambiar el kit de los sellos.
Limpieza de las válvulas	Anual	Limpiar las válvulas y tuberías de agua.



Elaborado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Tabla 14.** Actividades de mantenimiento prensa vulcanizadora.



## Actividades de mantenimiento

Formato: FMAN09V01  
Versión: V01  
Fecha: 30/06/2021

### Prensa vulcanizadora

Página 1 de 2

Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspección del proceso de los moldes	Semanal	Inspeccionar la operación de trabajo de los moldes subiendo y bajando sea segura y escuchar cualquier condición anormal en el proceso de cerrado del molde.
Inspección del estado de los mecanismos	Semanal	Inspeccionar el estado de los mecanismos de apertura y cerraje de los moldes y el ajuste de todas las partes.
Limpieza de los filtros	Semanal	Limpiar los filtros de aire e inspeccionar el estado de trabajo del atomizador de aceite.
Inspección del PLC	Semanal	Inspeccionar el estado y funcionamiento del PLC.
Verificación de los puntos de lubricación	Semanal	Verificar que todos los puntos de lubricación se encuentren en perfecto estado.
Inspección del aceite	Mensual	Inspeccionar la condición química de aceite.

**Elaborado por:** \_\_\_\_\_ **Aprobado por:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_



# Actividades de mantenimiento

Formato: FMAN09V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

## Prensa vulcanizadora

Página 2 de 2

Actividad	Frecuencia	Descripción
Inspección del proceso de cargue y descargue	Mensual	Inspeccionar si hay cualquier elemento en el molde, el ajuste debe ser suave mientras el cargue y descargue operen manualmente.
Inspección del regulador de presión	Mensual	Inspeccionar y ajustar el regulador de presión.
Inspección de uniones, anillos y tuberías	Mensual	Inspeccionar las uniones, anillos y tuberías para asegurar que trabajen normalmente.
Verificación de la lubricación en el molde y cierre	Anual	Verificar la lubricación en el cargador y en las unidades de molde y de cierre.
Inspección de las unidades de sellado	Anual	Inspeccionar todas las unidades de sellado.
Inspección de los componentes eléctricos	Anual	Inspeccionar todos los componentes eléctricos incluyendo sus puntos de contactos como los switches.

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Tabla 15.** Actividades de mantenimiento terminadora industrial.



## Actividades de mantenimiento

Formato: FMAN10V01  
Versión: V01  
Fecha: 30/06/2021

### Terminadora industrial

Página 1 de 1

Actividad	Frecuencia	Descripción
Revisión del cable de alimentación	Diario	Revisar estado de cable de alimentación, espiga y péndulo tomacorriente.
Verificación del saco recolector	Diario	Verificar que el saco recolector de polvo no exceda su capacidad.
Comprobación de los accesorios	Diario	Comprobar el estado de el porta lijas o cepillo vulcanizado.
Inspección del estado del eje	Semestral	Inspeccionar el estado de eje central.
Inspección del sistema de extracción	Semestral	Inspeccionar el estado y funcionamiento del sistema de extracción.
Comprobación de las fajas	Semestral	Comprobar la tensión de fajas.
Cambio de cojinetes	Anual	Cambiar los cojinetes de fricción.
Cambio de las fajas	Anual	Cambiar las fajas.

**Elaborado por:** \_\_\_\_\_ **Aprobado por:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_



**Tabla 16.** Actividades de mantenimiento terminadora industrial.



## Actividades de mantenimiento

Formato: FMAN10V01  
Versión: V01  
Fecha: 30/06/2021

### Cortadora de suelas

Página 1 de 1

Actividad	Frecuencia	Descripción
Revisión del cable de alimentación	Diario	Revisar estado de cable de alimentación, espiga y péndulo tomacorriente.
Verificación del sistema encendido	Diario	Verificar que los botones de encendido, apagado y emergencia funcionen correctamente.
Comprobación de los accesorios	Diario	Comprobar el estado de la hoja cortadora.
Inspección del sistema ce corte	Semestral	Inspeccionar el estado del sistema de interno de corte.
Inspección sistema de amortiguación	Semestral	Inspeccionar el estado y funcionamiento del sistema interno de amortiguación y receso.
Comprobación del sistema transmisión	Semestral	Comprobar funcionamiento y estado del sistema de transmisión.
Cambio de cojinetes	Anual	Cambiar los cojinetes de fricción.
Cambio de las fajas	Anual	Cambiar los rodamientos del motor eléctrico.

**Elaborado por:** \_\_\_\_\_ **Aprobado por:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

A continuación, en la tabla 17 se muestra el cronograma de mantenimiento del centro mecanizado, el tiempo de implementación del plan de mantenimiento fue desde el primero de

julio hasta el treinta de diciembre de 2021. Los formatos de los cronogramas de mantenimiento de las demás máquinas se encuentran en el anexo 2.




#### **4.4 Análisis de las mejoras producidas por el plan de mantenimiento preventivo en la empresa**

Para llevar a cabo el análisis de las mejoras producidas por el plan de mantenimiento preventivo se tuvo en cuenta el tiempo de implementación en el cronograma de mantenimiento, el cual fue de seis meses, comprendido desde el primero de julio hasta el treinta de diciembre de 2021. Durante el tiempo de implementación se siguió cada una de las actividades de mantenimiento establecidas en los cronogramas, así mismo se llevo control detallado de las fallas presentadas en las máquinas, así como cada una de las paradas de las mismas. La finalidad del seguimiento de las actividades, control de las fallas y los tiempos de parada es conocer la disponibilidad de cada una de las máquinas durante la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

Para conocer la disponibilidad de las máquinas se diseñó una tabla con una lista de paradas donde se encuentran registradas cada una de las paradas ocurridas durante los seis meses de implementación. A continuación, en la tabla 18 se muestra la lista de paradas del centro de mecanizado, las demás tablas de listado de paradas se encuentran en el anexo 3. Una vez se tuvo la lista de paradas se procedió a la tabulación del listado de paradas, la tabulación del indicador de disponibilidad se llevo a cabo para cada uno de los meses de implementación, en la tabla 19 se muestra la tabulación de disponibilidad del centro mecanizado, el resto de las tabulaciones se pueden observar en el anexo 4.



**Tabla 18.** Lista de paradas N°2 centro mecanizado.

	Lista de paradas N°2		
	Centro mecanizado		
N°	FECHA DETENCIÓN	MOTIVO	DETENCIÓN (HORAS)
1	Julio	Correctivo	1,5
2	Julio	Correctivo	4
3	Julio	Correctivo	1,5
4	Julio	Correctivo	2,5
5	Julio	Correctivo	3,5
6	Julio	Correctivo	4
7	Agosto	Preventivo	3
8	Agosto	Preventivo	2,5
9	Agosto	Correctivo	2
10	Agosto	Preventivo	3
11	Septiembre	Correctivo	4
12	Septiembre	Preventivo	1,5
13	Septiembre	Correctivo	2,5
14	Septiembre	Correctivo	2
15	Octubre	Correctivo	2
16	Octubre	Correctivo	1,5
17	Octubre	Correctivo	3
18	Octubre	Correctivo	2
19	Noviembre	Correctivo	1,5
20	Noviembre	Correctivo	2
21	Noviembre	Correctivo	4
22	Diciembre	Correctivo	4
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
<b>Total</b>			<b>57,5</b>

**Tabla 19.** Tabulación lista de paradas N°2 centro mecanizado.

Tiempo nominal	300		
Mes	Tiempo de paradas (horas)	cantidad de paradas	Disponibilidad
Julio	17	6	94,3
Agosto	10,5	4	96,5
Septiembre	10	4	96,7
Octubre	8,5	3	97,2
Noviembre	7,5	3	97,5
Diciembre	4	1	98,7

Por último, se realizaron los gráficos estadísticos del nuevo indicador de disponibilidad por mes de cada una de las máquinas a continuación, en la figura 28 se muestra el nuevo indicador de disponibilidad teniendo en cuenta la implementación del plan de mantenimiento preventivo. Los gráficos estadísticos del nuevo indicador de disponibilidad de las demás máquinas se pueden observar en el anexo 5.

**Tabla 20.** Disponibilidad del centro de mecanizado.

Haciendo un análisis detallado por cada máquina se pudo evidenciar qué para todas las máquinas el indicador de disponibilidad aumentó progresivamente mes a mes, así mismo que

el porcentaje de disponibilidad fue superior al 90% para todos los equipos. Así mismo se pudo llevar un control de los elementos internos de los equipos que más deterioro presentan debido a su función en el funcionamiento de las máquinas.

Si bien la disponibilidad de todos los equipos aumento por encima del 90% aun se presentan algunas falencias, sin embargo, en ocasiones se pudo percibir daño prematuro en elementos internos de las máquinas como son: manguera de presión N°6, N°8, uniones plásticas de mangueras de presión N°6, uniones plásticas de mangueras de presión N°8, codos a 90° plásticos para mangueras de presión N°6, codos a 90° plásticos para mangueras de presión N°8, reguladores de presión, empaques, terminales, pasta térmica, termocuplas y resistencias, motivo por el cual se realizaron actividades preventivas cortas que impidieron futuras paradas por motivos de fallas.

## 5. Conclusiones

Para realizar el diagnóstico al funcionamiento de las máquinas del área de producción se procedió en primer lugar a visitar la empresa e indagar con los operarios sobre los detalles del funcionamiento de las mismas, esta información se plasmó en las fichas de características. De los resultados del diagnóstico se ubican siete procesos que intervienen en la fabricación de las suelas y son: selección de las suelas por fabricar, preparación de los moldes, preparación de la materia prima, proceso de molido de la materia prima, proceso de vulcanizado, proceso de refilación de las suelas y proceso de almacenamiento. Las máquinas en general están funcionando, sin embargo, las fallas principales que están presentando son atascos, recalentamientos y paradas inesperadas.

En el cálculo de la disponibilidad de las máquinas del área de producción se procedió el primer lugar a identificar la cantidad de fallas de cada una de las máquinas y en el cálculo se evidencia que la máquina CNC tiene el porcentaje de disponibilidad más alto con un 93.0 %, así mismo, las máquinas prensa vulcanizadora N2 y molino mezclador caucho N1 tienen el porcentaje más bajo con un 80.7 % Y 85.5% respectivamente.

El plan de mantenimiento preventivo que se planteó en este proyecto se enfocó en tres aspectos fundamentales, los cuáles permitieron calcular la nueva disponibilidad y son los siguientes: Estado actual de las máquinas, proceso actual de reparación y disponibilidad actual de las máquinas. Los formatos diseñados son los de hoja de vida, ficha técnica, orden de trabajo, orden de pedidos, reporte de mantenimiento, actividades de mantenimiento y el cronograma.

Luego de aplicar el plan de mantenimiento preventivo a las máquinas de la empresa se realizó el cálculo de la nueva disponibilidad de las máquinas, sus resultados evidencian una mejoraría en su funcionamiento debido a que las actividades fueron planificadas previniendo las fallas, se afirma que las máquinas tienen una disponibilidad promedio del 98%, lo cual comparado con la primera disponibilidad subió 2 puntos aproximadamente.

## **6. Recomendaciones**

Se deben programar los diagnósticos continuos al funcionamiento de las máquinas, debido a que el análisis desde la observación y la información suministrada por los operarios es fundamental para complementar el plan de mantenimiento preventivo.

Es importante llenar estrictamente los formatos diseñados para que se logre contar con el registro adecuado de las actividades de mantenimiento realizadas a las máquinas. Esto permitirá mantener el buen funcionamiento de las mismas y acertar en sus mantenimientos.

Se deben realizar capacitaciones a todo el personal enfocadas en el mantenimiento preventivo de las máquinas, esto con el fin de que administrativos, operadores y personal del área de mantenimiento estén en sintonía en cuanto al conocimiento de las máquinas. También esto ayuda a concientizar a los operadores para el buen uso de las máquinas y los cuidados que evitan daños en las mismas.

## 7. Referencias Bibliográficas

- Cazau, P. (2006). Introducción a la investigación en Ciencias sociales. Tercera edición. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <http://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CC.SS..pdf>
- Castro y Cedillo. (2018). Propuesta de mejora en la gestión logística y de producción de suelas de calzado, modelo “maría pía”, para reducir costos operacionales de la empresa CONFORFLEX S.A.C. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13739/castro%20malaver%2c%20tatiana%20mayte%20-%20cedillo%20Iozada%2c%20lizzett.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Chang, E. (2008). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler. Lima. Perú. Recuperado de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/273470/EChang.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Donaire, E. (2014). Propuesta de diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa de servicios de elevación de Lima. Lima – Perú. Universidad de Ciencias Aplicadas.
- García, J. (2011). Diseño de un modelo para un programa de mantenimiento preventivo aplicado a maquinaria de tintorería y acabados en una empresa textil. Bogotá, Colombia. Recuperado de: [https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/1180/TTE\\_GarciaMontesJhon\\_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/1180/TTE_GarciaMontesJhon_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- García, S. (2003) Organización y gestión integral del mantenimiento. Madrid. Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/273470/echang.pdf?sequence=2&isallowed=y>
- Gonzales, F. (2005) Auditora de mantenimiento e indicadores de gestión. Madrid: Fundación Confemetal. Recuperado de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/273470/echang.pdf?sequence=2&isallowed=y>
- Goti, A. (2008) Sound-based predictive maintenance: a cost-effective approach. Hydrocarbon Processing, vol. 87, No 5. Recuperado de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/273470/echang.pdf?sequence=2&isallowed=y>
- GTC-62. (1999). Seguridad de funcionamiento y calidad de servicio. mantenimiento. terminología. Bogotá. Colombia. Recuperado de: <https://docplayer.es/77035573-Guia-tecnica-colombiana-62.html>
- Mejía, J. & Zuluaga, D. (2010). Diseño de un aplicativo de mantenimiento de máquinas para pymes basado en la herramienta de TPM y desarrollado en Microsoft Access. Caso de estudio: sector calzado. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/7358>
- Mesa, D. Ortiz, Y. Pinzón, M. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Artículo científico revista Scientia año XII, N° 30. España. Recuperado de: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-LaConfiabilidadLaDisponibilidadYLaMantenibilidadDi-4830901.pdf>
- Mora, A. (2009) Mantenimiento. planeación, ejecución y control. Primera edición. Alfaomega Grupo Editor, México, septiembre 2009.
- Nakajima, S. (1993). Introducción al TPM. Editorial Productivity.

- Richard, I. y David, S. (2004). Estadística para administración y economía. Séptima edición. Editorial Pearson. México, D.F. Recuperado de: <https://profefily.com/wp-content/uploads/2017/12/Estad%C3%ADstica-para-administraci%C3%B3n-y-economia-Richard-I.-Levin.pdf>
- Rivera, E. (2011). Sistema de gestión del mantenimiento industrial. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Sandoval, M. (2012). Diseño e implementación de un plan de mantenimiento para industria de servicios técnicos, INSETECA C.A. Venezuela. Recuperado de: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/7120/masandoval.pdf?sequence=1>
- Saavedra, O. (2014). Análisis de los factores que inciden en el envejecimiento prematuro de maquinas inyectoras para suelas de PVC que afectan la confiabilidad para el proceso de produccion en la industria de plastico Garces localizada en la ciudad de Guayaquil. Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/1850/1/An%C3%A1lisis%20de%20los%20factores%20que%20inciden%20en%20el%20envejecimiento%20prematuro%20de%20m%C3%A1quinas%20inyectora%20para%20suelas%20de%20pvc%20que%20afectan%20la%20confiabilidad%20para%20el%20proceso%20de%20producci%C3%B3n%20en%20la%20industria%20de.pdf>
- Smith, Anthony y Hinchcliffe, Glenn (2005) Develop good strategies for effective preventive maintenance.
- UNE-EN 13306. (2002). Terminología del mantenimiento. Europa. Tomado de: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/toaz.info-norma-une-en-13306pdf-pr\\_6555350b88349cbc8af51ce59d9141a3.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/toaz.info-norma-une-en-13306pdf-pr_6555350b88349cbc8af51ce59d9141a3.pdf)



## **Anexos**

## Anexo 1. Fichas técnicas



## Ficha técnica

Formato: FMAN03V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

### Molino mezclador de caucho N°1

#### Especificaciones

No. de Modelo: HK160-270

Potencia: 5,5 Kw

Marca: GUANGYUE

Mezclas: De 30 Kg

Tipo de control: PLC



#### Características técnicas

Diámetro del rollo: 160 mm

Compresores de Max.: 4

Longitud del rollo: 320 mm

Capacidad de alimentación: 1-

Relación de fricción: 1: 1.35

Alimentación: Trifásica

Velocidad de la superficie del rodillo delantero: 8,89 (m/min)

Talla

Voltaje: 220 Voltios

L\*W\*H: 1160\*920\*1370mm

Frecuencia: 60 Hz

Peso: 1000 Kg

Separación rod Max.: 4,5 mm

Ajuste de la PNA: Manual

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



## Ficha técnica

Formato: FMAN03V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

### Molino mezclador de caucho N°2

#### Especificaciones

No. de Modelo: HK A70-266

Potencia: 5,5 Kw

Marca: China

Mezclas: De 30 Kg

Tipo de control: PLC



#### Características técnicas

Diámetro del rollo: 160 mm

Longitud del rollo: 320 mm

Relación de fricción: 1: 1.35

Velocidad de la superficie del rodillo delantero: 8,89 (m/min)

Talla

L\*W\*H: 1160\*920\*1370mm

Peso: 1000 Kg

Separación rod Max.: 4,5 mm

Compresores de Max.: 4

Capacidad de alimentación: 1-

Alimentación: Trifásica

Voltaje: 220 Voltios

Frecuencia: 60 Hz

Ajuste de la PNA: Manual

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



## Ficha técnica

Formato: FMAN03V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

### Prensa vulcanizadora N°1

#### Especificaciones

**Marca:** Tecniempaques S.A.S.

**Voltaje:** 380 Voltios

**Número de prensas:** 6

**Frecuencia:** 60 Hz

**Peso:** 935 kg



#### Características técnicas

**Temperatura trabajo:** 180-200

**Placas eléctricas:** Calentadas

**Sistema eléctrico:** Siemens

**Dureza del pistón:** 68-72Shore

**Diámetro del pistón:** 300mm

**Material:** acero grado #45 1045

**Rugosidad de la superficie de la placa caliente:**  $Ra \leq 1.6 \mu m$

**Carrera del pistón:** 360mm

**Número de capas de trabajo:** 2

**Holgura de la placa:** 180mm

**Tamaño de placa:** 450x450mm

**Tipo:** XLB-DQ450x450mm

**Presión total:** 1.50mn

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_





## Ficha técnica

Formato: FMAN03V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

### Prensa vulcanizadora N°2

#### Especificaciones

**Marca:** Tecniempaques S.A.S.

**Voltaje:** 380 Voltios

**Número de prensas:** 6

**Frecuencia:** 60 Hz

**Peso:** 935 kg



#### Características técnicas

**Temperatura trabajo:** 180-200

**Placas eléctricas:** Calentadas

**Sistema eléctrico:** Siemens

**Dureza del pistón:** 68-72Shore

**Diámetro del pistón:** 300mm

**Material:** acero grado #45 1045

**Rugosidad de la superficie de la placa caliente:**  $Ra \leq 1.6 \mu m$

**Carrera del pistón:** 360mm

**Número de capas de trabajo:** 2

**Holgura de la placa:** 180mm

**Tamaño de placa:** 450x450mm

**Tipo:** XLB-DQ450x450mm

**Presión total:** 1.50mn

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



## Ficha técnica

Formato: FMAN03V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

### Terminadora industrial N°1

#### Especificaciones

**Marca:** Guvelco

**Encendido:** Eléctrico

**Botón de emergencia:** Sí

**Modelo:** GCU-1002A



#### Características técnicas

**Altura:** 188 cm

**Sello mecánico:** 3/4 Pulg

**Ancho profundidad:** 110X64 cm

**Cap. de alojamiento:** 4 cepillos

**Peso neto:** 117 Kg

**Frecuencia:** 60 Hz

#### Características técnicas

**Alimentación:** Trifásica

**Potencia:** 1,5 Hp

**Conexión eléctrica:** 220 Voltios

**Par de polos:** 3 P P

**Consumo eléctrico:** 1,12 Kw/h

**Revoluciones:** 1750 rev/min

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



## Ficha técnica

Formato: FMAN03V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

### Terminadora industrial N°2

#### Especificaciones

**Fabricante:** Centro Machine

**Modelo:** No aplica

**Peso:** 95 Kg

**Diametro del eje:** 5/8 Pulg

**Sello mecánico:** 3/4 Pulg



#### Características técnicas

**Potencia:** 3/4 Hp

**Conexión eléctrica:** 220 Voltios

**Revoluciones:** 360rev/min

**Cap. de alojamiento:** 2 cepillos

**Alimentación:** Trifásica

**Consumo eléctrico:** 1,28 Kw/h

#### Características técnicas

**Frecuencia:** 60 Hz

**Corriente:** 1,95 A

**Cable de alimentación:** Tipo Y

**Conductores son:** 18AWG X 3C

**Temp. de aislamiento:** 105°C

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_





## Ficha técnica

Formato: FMAN03V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

### Cortadora de suelas N°1

#### Datos fabricante

**Fabricante:** Dimacsa MX

**Modelo:** Colli GP1

**Email**

ventas.dimacsa.mx@gmail.co

**URL:** www.dimacsamx.com



#### Características técnicas

**Voltaje:** 220 voltios

**Potencia motobomba:** 2 Hp

**Velocidad máx.:** 1725 rev/min

**Dimensiones:** 45 x 65 x 140 cm

**Nariz del husillo:** ASA A2-8"

**Recorrido longitudinal:** 1.555

#### Características técnicas

**Frecuencia:** 60 Hz

**Dimensiones:** 45X65X140 cm

**Voltaje:** 220 Voltios

**Carrera cuchilla:** 5000 al

**Motor trifásico:** 0,25 Kw

minuto  
**Número de fases:** 3

**Elaborado por:** \_\_\_\_\_ **Aprobado por:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_





## Ficha técnica

Formato: FMAN03V01

Versión: V01

Fecha: 30/06/2021

### Cortadora de suelas N°2

#### Datos fabricante

**Fabricante:** Novoa

**Modelo:** Collid Mod. GP1

**Contacto:** +52477711 1418

**Email:** info@rnova.com.mx

**Peso:** 80 kg



#### Características técnicas

**Anchura:** 42 cm con soporte

**Profundidad:** 50 cm

**Altura:** 140 cm

**Instalación de luz:** LED driver  
12V-6W

**Nivel emisión de ruido:** LEQ <  
80 DB (a) LP (C)C < 130 DB (C).

#### Características técnicas

**Voltaje:** 220 Voltios

**Potencia del motor:** 25 Kw

**Carrera cuchilla:** 5000 al

minuto

**Frecuencia:** 60 Hz

**Número de fases:** 3


**Potencia de absorción:** 5 Kw

**Elaborado por:** \_\_\_\_\_ **Aprobado por:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_





 <b>INDUSTRIA DE SUELAS LC</b> <small>Especialistas en fabricación de Suelas</small>		<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIA DE SUELAS L.C. S.A.S.</b>																																														
		CÓDIGO	PR01MU03PV08	VERSIÓN	V01	FECHA DE EMISIÓN	30/06/2021																																									
FECHA:	01 de Enero	A	31 de Diciembre	AÑO	2021																																											
<b>Mantenimiento preventivo de la prensa vulcanizadora N°1 en el segundo semestre del 2021</b>																																																
Actividades de mantenimiento	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				
Inspección del proceso de los moldes																									se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se				
Inspección del estado de los mecanismos																									se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se				
Limpieza de los filtros																									se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se				
Inspección del PLC																									se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se				
Verificación de los puntos de lubricación																									se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se	se				
Inspección del aceite																										me				me				me				me				me						
Inspección del proceso de cargue y descargue																										me				me				me				me				me						
Inspección del regulador de presión																										me				me				me				me				me						
Inspección de uniones, anillos y tuberías																										me				me				me				me				me						
Verificación de la lubricación en el molde y cierre																																																
Inspección de las unidades de sellado																																																
Inspección de los componentes eléctricos																																																
<b>Actividades de mantenimiento semanales</b>	<b>se</b>				<b>Actividades de mantenimiento mensuales</b>				<b>me</b>				<b>Actividades de mantenimiento semestrales</b>				<b>sm</b>				<b>Actividades de mantenimiento anuales</b>				<b>an</b>																							


















## Anexo 3. Lista de paradas


	Lista de paradas N°2		
	Disponibilidad molino mezclador de caucho N°1		
N°	FECHA DETENCIÓN	MOTIVO	DETENCIÓN (HORAS)
1	Julio	Correctivo	3
2	Julio	Correctivo	3,5
3	Julio	Correctivo	6
4	Julio	Correctivo	3,5
5	Julio	Correctivo	3,5
6	Julio	Correctivo	4
7	Julio	Correctivo	3
8	Julio	Correctivo	2,5
9	Agosto	Correctivo	5
10	Agosto	Correctivo	6
11	Agosto	Correctivo	6
12	Agosto	Correctivo	4,5
13	Septiembre	Correctivo	4,5
14	Septiembre	Correctivo	6
15	Septiembre	Correctivo	6
16	Septiembre	Correctivo	5,5
17	Octubre	Correctivo	6
18	Octubre	Correctivo	4,5
19	Octubre	Correctivo	5
20	Octubre	Correctivo	6
21	Noviembre	Correctivo	4
22	Noviembre	Correctivo	6
23	Noviembre	Correctivo	4
24	Diciembre	Correctivo	3
25	Diciembre	Correctivo	4
26	Diciembre	Correctivo	6
27			
28			
29			
30			
<b>Total</b>			<b>121</b>


	Lista de paradas N°2		
	Disponibilidad molino mezclador de caucho N°2		
N°	FECHA DETENCIÓN	MOTIVO	DETENCIÓN (HORAS)
1	Julio	Correctivo	4
2	Julio	Correctivo	3,5
3	Julio	Correctivo	2
4	Julio	Correctivo	2,5
5	Julio	Correctivo	4
6	Julio	Correctivo	3,5
7	Julio	Correctivo	2
8	Agosto	Correctivo	3
9	Agosto	Correctivo	2,5
10	Agosto	Correctivo	4
11	Agosto	Correctivo	3
12	Agosto	Correctivo	2,5
13	Agosto	Correctivo	4
14	Septiembre	Correctivo	3,5
15	Septiembre	Correctivo	4
16	Septiembre	Correctivo	3,5
17	Septiembre	Correctivo	4
18	Septiembre	Correctivo	3,5
19	Octubre	Correctivo	5
20	Octubre	Correctivo	3,5
21	Octubre	Correctivo	6
22	Octubre	Correctivo	4
23	Noviembre	Preventivo	0,5
24	Noviembre	Correctivo	3,5
25	Noviembre	Correctivo	4
26	Noviembre	Correctivo	4
27	Diciembre	Correctivo	2,5
28	Diciembre	Correctivo	3,5
29	Diciembre	Correctivo	3
30	Diciembre	Correctivo	3
<b>Total</b>			<b>101,5</b>

	Lista de paradas N°2		
	Disponibilidad prensa vulcanizadora N°1		
N°	FECHA DETENCIÓN	MOTIVO	DETENCIÓN (HORAS)
1	Julio	Correctivo	3,5
2	Julio	Correctivo	4
3	Julio	Correctivo	3,5
4	Julio	Correctivo	2,5
5	Julio	Correctivo	4
6	Julio	Correctivo	1,5
7	Julio	Correctivo	3
8	Agosto	Correctivo	4,5
9	Agosto	Correctivo	4
10	Agosto	Correctivo	3
11	Agosto	Correctivo	4,5
12	Agosto	Correctivo	2
13	Septiembre	Correctivo	4
14	Septiembre	Correctivo	4,5
15	Septiembre	Correctivo	4
16	Septiembre	Correctivo	3,5
17	Septiembre	Correctivo	1,5
18	Octubre	Correctivo	4
19	Octubre	Correctivo	4
20	Octubre	Correctivo	3,5
21	Octubre	Correctivo	4
22	Noviembre	Correctivo	3,5
23	Noviembre	Correctivo	5
24	Noviembre	Correctivo	2,5
25	Noviembre	Correctivo	3,5
26	Diciembre	Correctivo	4
27	Diciembre	Correctivo	1,5
28	Diciembre	Correctivo	4
29	Diciembre	Correctivo	4
30			
<b>Total</b>			<b>101</b>

	Lista de paradas N°2		
	Disponibilidad prensa vulcanizadora N°2		
N°	FECHA DETENCIÓN	MOTIVO	DETENCIÓN (HORAS)
1	Julio	Correctivo	4
2	Julio	Correctivo	3,5
3	Julio	Correctivo	2,5
4	Julio	Correctivo	3,5
5	Julio	Correctivo	4
6	Julio	Correctivo	4
7	Julio	Correctivo	2,5
8	Agosto	Correctivo	3,5
9	Agosto	Correctivo	4
10	Agosto	Correctivo	3,5
11	Agosto	Correctivo	4
12	Agosto	Correctivo	2,5
13	Agosto	Correctivo	3,5
14	Septiembre	Correctivo	2
15	Septiembre	Correctivo	3,5
16	Septiembre	Correctivo	1,5
17	Septiembre	Correctivo	4
18	Septiembre	Correctivo	4
19	Septiembre	Correctivo	3,5
20	Octubre	Correctivo	3
21	Octubre	Correctivo	4
22	Octubre	Correctivo	4,5
23	Octubre	Correctivo	4
24	Octubre	Correctivo	3
25	Noviembre	Correctivo	6
26	Noviembre	Correctivo	4
27	Noviembre	Correctivo	4
28	Diciembre	Correctivo	3,5
29	Diciembre	Correctivo	2,5
30	Diciembre	Correctivo	4
<b>Total</b>			<b>106</b>

	Lista de paradas N°2		
	Disponibilidad terminadora industrial N°1		
N°	FECHA DETENCIÓN	MOTIVO	DETENCIÓN (HORAS)
1	Julio	Preventivo	1
2	Julio	Correctivo	1,5
3	Julio	Preventivo	1
4	Julio	Preventivo	0,5
5	Julio	Correctivo	2
6	Julio	Correctivo	1,5
7	Agosto	Preventivo	1,5
8	Agosto	Correctivo	2
9	Agosto	Correctivo	3
10	Agosto	Correctivo	2
11	Agosto	Correctivo	1,5
12	Septiembre	Preventivo	0,5
13	Septiembre	Correctivo	1,5
14	Septiembre	Correctivo	3
15	Septiembre	Correctivo	2,5
16	Septiembre	Preventivo	0,5
17	Octubre	Correctivo	3,5
18	Octubre	Correctivo	2
19	Octubre	Correctivo	2
20	Octubre	Correctivo	1,5
21	Octubre	Preventivo	0,5
22	Octubre	Correctivo	1
23	Noviembre	Correctivo	2,5
24	Noviembre	Preventivo	1
25	Noviembre	Preventivo	1
26	Noviembre	Correctivo	2,5
27	Noviembre	Correctivo	3
28	Diciembre	Correctivo	3
29	Diciembre	Correctivo	2,5
30	Diciembre	Correctivo	1
<b>Total</b>			<b>52,5</b>

	Lista de paradas N°2		
	Disponibilidad terminadora industrial N°2		
N°	FECHA DETENCIÓN	MOTIVO	DETENCIÓN (HORAS)
1	Julio	Correctivo	2
2	Julio	Correctivo	2
3	Julio	Correctivo	3,5
4	Julio	Correctivo	2,5
5	Julio	Correctivo	3,5
6	Julio	Correctivo	2
7	Agosto	Correctivo	1,5
8	Agosto	Correctivo	2
9	Agosto	Correctivo	3
10	Agosto	Correctivo	4
11	Septiembre	Correctivo	2
12	Septiembre	Correctivo	3,5
13	Septiembre	Correctivo	2,5
14	Septiembre	Correctivo	1,5
15	Octubre	Preventivo	0,5
16	Octubre	Correctivo	4
17	Octubre	Correctivo	3,5
18	Octubre	Correctivo	2
19	Noviembre	Correctivo	3,5
20	Noviembre	Correctivo	3
21	Noviembre	Correctivo	2,5
22	Diciembre	Correctivo	1,5
23	Diciembre	Correctivo	2,5
24	Diciembre	Correctivo	2
25	Diciembre	Preventivo	1
26			
27			
28			
29			
30			
<b>Total</b>			<b>61,5</b>

	Lista de paradas N°2		
	Disponibilidad cortadora de suelasl N°1		
N°	FECHA DETENCIÓN	MOTIVO	DETENCIÓN (HORAS)
1	Julio	Correctivo	2,5
2	julio	Correctivo	3
3	Julio	Correctivo	3
4	Julio	Correctivo	4
5	Julio	Correctivo	2,5
6	Agosto	Correctivo	2
7	Agosto	Correctivo	3
8	Agosto	Correctivo	2
9	Agosto	Correctivo	2
10	Agosto	Correctivo	1,5
11	Septiembre	Correctivo	2
12	Septiembre	Correctivo	2,5
13	Septiembre	Correctivo	3
14	Septiembre	Correctivo	1,5
15	Octubre	Correctivo	2
16	Octubre	Correctivo	2
17	Octubre	Correctivo	3
18	Octubre	Correctivo	2
19	Noviembre	Preventivo	1
20	Noviembre	Preventivo	1
21	Noviembre	Correctivo	2,5
22	Noviembre	Correctivo	2
23	Diciembre	Correctivo	1,5
24	Diciembre	Correctivo	1,5
25	Diciembre	Preventivo	0,5
26	Diciembre	Correctivo	3
27			
28			
29			
30			
<b>Total</b>			<b>56,5</b>



**Anexo 4.** Tabulaciones indicador de disponibilidad

<b>Tiempo nominal</b>	300
-----------------------	-----

<b>Mes</b>	<b>Tiempo de paradas (horas)</b>	<b>cantidad de paradas</b>	<b>Disponibilidad</b>
Julio	29	8	90,3
Agosto	21,5	4	92,8
Septiembre	22	4	92,7
Octubre	21,5	4	92,8
Noviembre	14	3	95,3
Diciembre	13	3	95,7

<b>Tiempo nominal</b>	300
-----------------------	-----

<b>Mes</b>	<b>Tiempo de paradas (horas)</b>	<b>cantidad de paradas</b>	<b>Disponibilidad</b>
Julio	21,5	7	92,8
Agosto	19	6	93,7
Septiembre	18,5	5	93,8
Octubre	18,5	4	93,8
Noviembre	12	4	96,0
Diciembre	12	4	96,0

<b>Tiempo nominal</b>	300
-----------------------	-----

<b>Mes</b>	<b>Tiempo de paradas (horas)</b>	<b>cantidad de paradas</b>	<b>Disponibilidad</b>
Julio	22	7	92,7
Agosto	18	5	94,0
Septiembre	17,5	5	94,2
Octubre	15,5	4	94,8
Noviembre	14,5	4	95,2
Diciembre	13,5	4	95,5

<b>Tiempo nominal</b>	300
-----------------------	-----

Mes	Tiempo de paradas (horas)	cantidad de paradas	Disponibilidad
Julio	24	7	92,0
Agosto	21	6	93,0
Septiembre	18,5	6	93,8
Octubre	18,5	5	93,8
Noviembre	14	3	95,3
Diciembre	10	3	96,7

<b>Tiempo nominal</b>	300
-----------------------	-----

Mes	Tiempo de paradas (horas)	cantidad de paradas	Disponibilidad
Julio	7,5	6	97,5
Agosto	10	5	96,7
Septiembre	8	5	97,3
Octubre	10,5	6	96,5
Noviembre	10	5	96,7
Diciembre	6,5	3	97,8

<b>Tiempo nominal</b>	300
-----------------------	-----

Mes	Tiempo de paradas (horas)	cantidad de paradas	Disponibilidad
Julio	15,5	6	94,8
Agosto	10,5	4	96,5
Septiembre	9,5	4	96,8
Octubre	10	4	96,7
Noviembre	9	3	97,0
Diciembre	7	4	97,7

<b>Tiempo nominal</b>	300
-----------------------	-----

<b>Mes</b>	<b>Tiempo de paradas (horas)</b>	<b>cantidad de paradas</b>	<b>Disponibilidad</b>
Julio	15	5	95,0
Agosto	10,5	5	96,5
Septiembre	9	4	97,0
Octubre	9	4	97,0
Noviembre	6,5	4	97,8
Diciembre	6,5	4	97,8

**Anexo 5. Gráficos estadísticos indicador de disponibilidad**