



IDENTIFICACIÓN DEL TIEMPO DE TRABAJO ESTÁNDAR EN LA REALIZACIÓN DEL
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA RAMBAL
S.A.S.

Modalidad: Proyecto de Mejoramiento Empresarial

Yamid Smith Sandoval Sanchez

CC: 91.186.301

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología en Producción Industrial
Bucaramanga, 13 de marzo de 2022



IDENTIFICACIÓN DEL TIEMPO DE TRABAJO ESTÁNDAR EN LA REALIZACIÓN DEL
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA RAMBAL
S.A.S.

Modalidad: Proyecto de Mejoramiento Empresarial

Yamid Smith Sandoval Sánchez

CC: 91.186.301

Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en Producción Industrial

DIRECTOR

Luis Fernando Gualdron Quintero

Grupo de investigación – SOLYDO

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología en Producción Industrial
Bucaramanga, 13 de marzo de 2022

Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requerimientos
exigidos por las Unidades Tecnológicas de Santander para optar
el título de tecnólogo en Producción Industrial según
acta 137-02-39 del 18 de Noviembre del 2022.

Evaluador: Sergio Andrés Gómez

Sergio A. Gómez

Firma del Evaluador

[Firma manuscrita]

Firma del director

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo principalmente a nuestra familia, personas fundamentales para nuestro desarrollo personal, académico y profesional. Partiendo de nuestros padres que siempre creyeron en nosotros, por darnos todo nuestro amor y por eso nos esforzamos día a día. A nuestros hermanos y hermanas que nos han ayudado y protegido en cada situación, y finalmente a nuestros compañeros de trabajo y estudio que han sido la clave para nuestro crecimiento y aprendizaje profesional.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia, quiero agradecer a la empresa Rambal S.A.S. por permitirme desarrollar este trabajo de grado en el área de mantenimiento, a su jefe el señor Duvan Yesid Palacios, a los técnicos de mantenimiento que colaboraron en el desarrollo de las actividades.

También quiero agradecerle al director Luis Fernando Gualdron por tiempo, colaboración y dedicación para desarrollar este proyecto de grado.

TABLA DE CONTENIDO

<u>RESUMEN EJECUTIVO.....</u>	<u>10</u>
<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>11</u>
<u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</u>	<u>12</u>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.3. OBJETIVOS	13
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	13
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<u>2. MARCO REFERENCIAL</u>	<u>15</u>
2.1. MARCO TEÓRICO	15
2.1.1. ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS	15
2.1.2. TIEMPO ESTÁNDAR	16
2.1.3. EFICIENCIA.....	16
2.1.4. EFICACIA	16
2.1.5. PRODUCTIVIDAD	17
2.1.6. ANÁLISIS DE PROCESOS.....	17
2.1.7. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	19
2.2. MARCO CONCEPTUAL	20
2.2.1. ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS	20
2.2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO EN RAMBAL S.A.S.....	24
2.2.3. CONCEPTOS BÁSICOS.....	26
2.3. MARCO CONTEXTUAL	27
2.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	27
2.3.2. MISIÓN	28
2.3.3. VISIÓN.....	28
2.3.4. MÁQUINAS UTILIZADAS.....	28
2.3.5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	29
2.3.6. DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS.....	30
2.3.7. PRINCIPALES CLIENTE:.....	31
2.3.8. INFRAESTRUCTURA.....	32
<u>3. DISEÑO METODOLÓGICO</u>	<u>33</u>
<u>4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO</u>	<u>35</u>

4.1.	DIAGNÓSTICO-PROCESO DE APOYO	35
4.1.1.	DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO	35
4.1.2.	ÁREA DE MANTENIMIENTO.....	39
4.2.	ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS.....	42
4.2.1.	CALCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR INYECTORAS ARBURG	42
4.2.2.	CALCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR INYECTORAS LIENYU ÁREA BLANCA.....	43
4.2.3.	CALCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR INYECTORAS LIENYU ÁREA INDUSTRIAL	44
4.2.4.	CALCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR INYECTORAS KRAUSS MAFFEI.....	45
4.3.	PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ÁREA DE INYECCIÓN	46
4.3.1.	IDENTIFICACIÓN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS	46
4.3.2.	PROPUESTA DE MEJORA	47
<u>5.</u>	<u>RESULTADOS</u>	<u>48</u>
5.1.	HALLAZGO DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS	48
5.2.	PROPUESTA DE MEJORA	50
<u>6.</u>	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>56</u>
<u>7.</u>	<u>RECOMENDACIONES.....</u>	<u>57</u>
<u>8.</u>	<u>REREFENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>58</u>
<u>9.</u>	<u>APENDICES.....</u>	<u>59</u>
<u>10.</u>	<u>ANEXOS.....</u>	<u>60</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Formato de estudio de métodos y tiempos	22
Figura 2 Cronograma de mantenimiento preventivo área de inyección.....	25
Figura 3 Ubicación geográfica de Rambal S.A.S	30
Figura 4 Portafolio de productos de Rambal S.A.S	31
Figura 5 Diagrama de actividades de proceso de mantenimiento inyectoras Arburg.	36
Figura 6 Diagrama de actividades de proceso de mantenimiento inyectoras LienYu "A.I"	37
Figura 7 Diagrama de actividades de proceso de mantenimiento inyectoras LienYu "A.B"	38
Figura 8 Diagrama de actividades de proceso de mantenimiento inyectoras Krauss Maffei.	38
Figura 9 Estudio de tiempos inyectoras Arburg.....	43
Figura 10 Estudio de tiempos inyectoras LienYu área blanca	44
Figura 11 Estudio de tiempos inyectoras LienYu área industrial	45
Figura 12 Estudio de tiempos inyectoras Krauss Maffei.....	46
Figura 13 Carro Portaherramientas.....	53
Figura 14 Posición para transportar el aceite hacia el cuarto de sustancias peligrosas ...	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Simbología utilizada	18
Tabla 2 Condiciones y consistencias	22
Tabla 3 Habilidad y esfuerzo.....	23
Tabla 4 Maquinaria utilizada en la producción.	29
Tabla 5 Fases de desarrollo de trabajo de grado	33
Tabla 6 Se definen herramientas utilizadas para el desarrollo del fortalecimiento empresarial.....	34
Tabla 7 Tiempos a mejorar mantenimiento preventivo.....	49
Tabla 8 Comparación de tiempos	49
Tabla 9 Plan de acción	50
Tabla 10 Check list para el alistamiento de herramientas e insumos.	52

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo de grado se analizó el proceso de mantenimiento preventivo en el área de inyección en la empresa Rambal SAS, dedicada a la producción y comercialización de dosificadores plásticos. Se optó por realizar un análisis basado en un estudio de tiempos con el fin de determinar el tiempo estándar de la ejecución del mantenimiento preventivo del área de inyección que sirvió como soporte para identificar ciertos problemas en el proceso como en las condiciones de trabajo, de esta manera se sugirieron propuestas de mejora con el objetivo de contribuir al incremento de la disponibilidad de las máquinas para el proceso productivo.

Con lo anterior, para la realización de este proyecto de grado se realizó en modalidad de fortalecimiento empresarial por medio de una consultoría que consistió en 3 fases: Realización de toma de tiempos con cronometro, presentación de una propuesta de mejora en la realización de las actividades de mantenimiento preventivo.

En consecuencia se logró identificar el tiempo estándar de trabajo en la realización de actividades de mantenimiento preventivo del área de inyección, para lo cual se empleó el método de toma de tiempos con cronometro de los tiempos de ejecución actuales, y así se realizaron los análisis de estos tiempos, por medio del estudio de métodos se generó una propuesta de mejora que permitió una reducción de tiempos en la realización de los mantenimientos preventivos del área de inyección de plásticos y así se pudo establecer un nuevo tiempo estándar que permite ser más eficaces y eficientes en la realización de los mantenimientos preventivos.

PALABRAS CLAVE. Estudio de métodos, tiempo estándar, productividad, mantenimiento preventivo, eficiencia, eficacia,

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la mayoría de las empresas u organizaciones se han venido caracterizando por realizar estudios y aplicaciones para poder ser más competitivas en el mercado actual, los cambios acelerados, y una demanda cambiante que lo exige, por ello, gestionar correctamente el tiempo de ejecución de tareas de mantenimiento supone un importante ahorro de costos, ya que con ello podremos garantizar el óptimo funcionamiento de nuestras máquinas y equipos productivos.

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para medir el trabajo, en la que se registran los tiempos y los ritmos de trabajo correspondientes a los elementos definidos de la tarea. Esto se debe a que el operador puede determinar la duración de las actividades que se pueden realizar en condiciones normales, según las características del empleado, para que coincida con la velocidad y el ritmo de trabajo. El presente estudio se basa en el contenido de la tarea que considera la fatiga.

El presente trabajo de grado tiene como objetivo medir y establecer el tiempo estándar en la realización del proceso de mantenimiento preventivo en el área de inyección de la empresa Rambal S.A.S, y así poder determinar los tiempos o actividades en las que se puedan generar acciones de mejora ya que han venido observando tiempos improductivos en la realización de estos trabajos con estos resultaos se puedan reducir estos tiempos, a su vez lograr mantener la vida útil de las máquinas en el proceso productivo con la ejecución adecuada del mantenimiento preventivo.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Medir y establecer cuánto tiempo se está invirtiendo en el trabajo nos permite identificar aquellas tareas que, por alguna razón, influyen de manera negativa en el rendimiento de la compañía y, así, diseñar estrategias para corregirlas. (Ximena et al., n.d.).

La cuarta revolución industrial exige actualmente al mercado, es indispensable que las empresas cuenten con un adecuado plan de mantenimiento preventivo que les permita conservar su maquinaria, e instalaciones en óptimas condiciones para su funcionamiento. (Olarte et al., n.d.)

Hoy en día la estandarización de tiempos en la compañía es un factor de suma importancia ya que con estos se pueden analizar y crear métodos de forma que sean más eficientes en la realización de las actividades, así como poder conocer la eficiencia del personal, el costo real de la mano de obra, e insumos requeridos para el buen desarrollo de estas actividades.

En la empresa Rambal S.A.S específicamente en el área de mantenimiento se tienen estipulados ciertos tiempos para la ejecución de los mantenimientos preventivos, dichos tiempos fueron tomados por consenso con el personal que los ejecuta, y esto ha ocasionado que no se tenga un control sobre el tiempo que deben durar realmente el mantenimiento, la disponibilidad del técnico para la realización de otras labores,

¿Cómo lograr la optimización en la realización de los trabajos de mantenimiento preventivo mediante el análisis de métodos y tiempos?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En el transcurso de la realización de este proyecto, se hará énfasis en la importancia del estudio de métodos y tiempos como forma de lograr la eficiencia operativa impacten de una manera positiva la efectividad en la realización de las tareas asignadas, y poder garantizar el buen uso de los recursos suministrados por la empresa.

También se podrán realizar el análisis y generar posibles propuestas para mejorar estos tiempos, con la implementación de metodologías aprendidas durante los estudios realizados en la Tecnología en producción industrial, se generó un estudio donde se pudo establecer el tiempo estándar de la realización de las actividades relacionadas con el mantenimiento preventivo, se generó una mejora donde se identificaron tiempos que se pudieron mejorar sin hacer alguna inversión, también sirvió como ejemplo práctico que sirvió para la empresa como una demostración de la calidad de las competencias de los estudiantes de las Unidades Tecnológicas de Santander.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar el tiempo empleado en la realización del mantenimiento preventivo en el área de inyección, mediante toma de tiempo con cronometro, para la obtención del tiempo de trabajo estándar.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir los tiempos empleados en la realización de los mantenimientos preventivos en el área de inyección, a partir del registro de la duración de las actividades, para la generación del tiempo de trabajo actual.
- Proponer una mejora basado en el análisis del tiempo estándar, para la realización las actividades de mantenimiento preventivos en el área de inyección, mediante toma de tiempo con cronometro
- Comparar los resultados obtenidos, mediante la realización del contraste entre los tiempos empleados al inicio con los establecidos en el modelo.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco teórico

2.1.1. *Estudio de métodos y tiempos*

La ingeniería de métodos es una ciencia con orígenes muy antiguos en la humanidad.

Cómo y cómo ser más eficaz son preguntas constantes y a menudo entre los responsables de la producción de los bienes o servicio. (Parra et al., n.d.-a)

La Ingeniería del Trabajo tiene como una de las herramientas básicas de la Ingeniería Industrial, la integración humana en el proceso de producción de bienes o el proceso de creación de servicios como problema básico. Debe decidir dónde y cómo encaja una persona para lograr el más eficaz desempeño de su trabajo. En la mejor situación económica posible.

Su campo de actividad no se limita a la manufactura. Asimismo, trabajos de mantenimiento, operación de almacenes, limpieza, servicios industriales, servicios hospitalarios y capacitación, formación de cuadrillas o equipos de trabajo, simplificación de procedimientos, uso de equipos y en instrumentos musicales profesionales, y en general en cualquier actividad en la que intervenga el ser humano. (Parra et al., n.d.-b)

En otras palabras, la ingeniería de métodos se ha caracterizado como la forma en la que los seres humanos nos enfocamos en la mejora continua de los procesos, ya sean productivos, o como mejorar la prestación de un servicio, siempre habrá algo que mejorar, desde el estudio de los métodos se puede analizar y clasificar las distintas actividades que se realizan y se podrá buscar una forma de realizarla con mayor eficiencia.

2.1.2. *Tiempo estándar*

El tiempo estándar será aquel tiempo que requiere un operario de rendimiento medio, y bien entrenado y cualificado, que, trabajando a su ritmo normal, lleva a cabo la realización de una actividad según los lineamientos establecidos. Se determinará realizando la suma del tiempo asignado a cada una de la actividades u operaciones que sean necesarias para la realización de la tarea teniendo en cuenta los valores correspondientes a los suplementos de descanso fijo y variable, y con una proporción de tareas realizadas con regularidad. Se calcula en <Tiempo hombre> (Horas-hombre o minutos-hombre) y en <Tiempo máquina>. (Cruelles, 2013)

2.1.3. *Eficiencia*

Según diversos autores han definido la eficiencia como por ejemplo, (Chiavenato, 2004) está se expone como el aprovechamiento de los recursos, teniendo en cuenta la minimización de uso de los recursos de un proceso, así lograr obtener resultados positivos; por lo que (Koontz y otros, 2004) manifiesta que consiste en alcanzar los fines con el menor cantidad de recursos; (Criollo., 1998) nos expone que se puede lograr los resultados esperados con la mínima cantidad de insumos, con el fin de ahorrar recursos.

Ecuación 1: Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{Resultado\ alcanzado}{Costo\ real} * Tiempo\ invertido$$

(Criollo., 1998)

2.1.4. *Eficacia*

Entre los autores que han definido la eficacia, (Criollo., 1998) afirma que la eficacia significa lograr un resultado deseado y esté puede reflejar cantidad y calidad; como también nos explica (Chiavenato, 2004) la eficacia es una técnica con la cual podemos medir el nivel de desempeño para así cumplir los objetivos, de tal forma que aproveche al máximo los recursos.

Ecuación 2: Eficacia

$$Eficacia = \frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado previsto}} * 100$$

(Chiavenato, 2004)

2.1.5. Productividad

Las compañías más exitosas son las que dan un valor agregado mediante operaciones productivas. Aunque no haya un acuerdo absoluto sobre la definición real de la productividad, se puede definir como el cociente producción-insumos dentro de un determinado periodo, teniendo en cuenta la calidad. (Koontz y otros, 2004).

2.1.6. Análisis de procesos

El análisis de los procesos consiste principalmente en tratar de eliminar las principales diferencias que existen entre ellos y busca alcanzar la mejor distribución posible de maquinaria, equipos y área de trabajo dentro de la planta.

Para alcanzar estos objetivos, la simplificación del trabajo se sustenta en dos diagramas: el diagrama de proceso y el diagrama de flujo o circulación. (Criollo., 1998).






2.1.6.1 Diagrama de procesos

Los diagramas de proceso son un método de registro y análisis mediante una representación gráfica, son importantes porque se recopila información sobre el proceso tales como: metas de producción, capacidad requerida, capacidad instalada, operaciones innecesarias, cuellos de botella, etc. bloqueos, materiales y equipos; para encontrar la mejor manera de trabajar. Para agilizar los procesos es necesario realizar un estudio de actividades mediante diagramas de procesos, todas las actividades observadas pueden ser registradas directamente, lo que facilita la explicación y el análisis. La mejora de procesos se refiere a los cambios en la calidad, el tiempo, el costo y la seguridad necesarios para el desarrollo. (Criollo., 1998).

2.1.6.2 Diagrama de proceso de flujo

Un diagrama de proceso de flujo es una representación gráfica ordenada de forma secuencial, usando simbología fundamental de los diagramas de procesos (Ver Tabla 1) se identifican los símbolos utilizados para las operaciones, traslados, inspecciones, retardos y almacenamientos, que se presentan en un proceso. Además, incluye la información necesaria para realizar el análisis como, por ejemplo, el tiempo necesario y distancia recorrida. Es útil para representar la secuencia realizada en un producto, por un operario, una pieza etc. (Criollo., 1998).

Tabla 1 Simbología utilizada

ACTIVIDAD	SIMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
Inicio y fin		Se inicia o se termina el proceso.
Operación		Representa la realización de una operación o actividad.
Decisión		Se realiza análisis sobre la actividad a realizar.
Traslado		Se cambia de lugar o se mueve un objeto.
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente
Nota: simbología utilizada en procesos de la empresa Rambal S.A.S, y definiciones tomadas de libro de García Criollo, 1998.		

Nota: Tabla tomada de (Rambal S.A.S., s.f.) (Criollo., 1998)

2.1.7. Mantenimiento Preventivo

Se define comúnmente como mantenimiento al conjunto de técnicas destinado a preservar los equipos y las instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible. (Garrido, 2010)

Es el mantenimiento que tiene como objetivo principal, mantener un tiempo de servicio determinado de los equipos, programando las correcciones de sus puntos críticos en el momento más oportuno. (Garrido, 2010)

Se define como el mantenimiento preventivo a las diversas actividades de revisar de manera organizada y sistemática, teniendo en cuenta ciertos criterios con respecto a los equipos o aparatos de cualquier clase como pueden ser (mecánicos, eléctricos, informáticos, etc...) para disminuir las averías ocasionadas por funcionamiento, ya sea por desgaste o por el paso del tiempo. “A diferencia del mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo realiza acciones de manera proactiva en pos de disminuir problemas venideros.” (Vidal, 2021).

Es el conjunto de actividades de mantenimiento, que tiene por misión mantener un nivel de servicio óptimo de las máquinas, y así prevenir fallas futuras en la máquina, para evitar en lo posible el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo es un programa de revisiones e intervenciones de sus puntos vulnerables, en el momento más oportuno se interviene, aunque el equipo no haya fallado. Este sistema se basa en el hecho de que las partes de un equipo se gastan en forma desigual y es necesario préstales el servicio para garantizar su funcionamiento.

2.1.7.1 Tipos de mantenimiento preventivo

En las industrias se destacan tres tipos de mantenimiento preventivo:

- **El mantenimiento programado:** esté tipo de mantenimiento se realiza por tiempo, kilómetros u horas de funcionamientos de las máquinas o equipos. (Vidal, 2021)
- **El mantenimiento predictivo:** Es el tipo de mantenimiento que es realizado al finalizar el periodo estimado de utilización de los elementos. (Vidal, 2021)

- **El mantenimiento de oportunidad:** Esté mantenimiento se busca aprovechar el periodo en el cual las máquinas y equipos no se encuentran funcionando para así realizar las labores de mantenimiento y evitar interrupciones durante la producción. (Vidal, 2021)
- **Mantenimiento pasivo:** Al aplicar medidas de mantenimiento pasivo con el plan de mantenimiento, se evita que factores externos como las condiciones climáticas (lluvia, nieve, humedad, calor) y el desgaste por uso intencional para garantizar que su equipo esté siempre en excelentes condiciones físicas. trabajar. Coincidencia. (Vidal, 2021)
- **Mantenimiento activo:** Dependiendo de la calidad y el tipo de los componentes utilizados para la realización del mantenimiento preventivo, se deberá realizar seguimiento de una manera más estricta el desgaste debido al funcionamiento constante (Vidal, 2021).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Estudio de métodos y tiempos

En la actualidad, la correcta combinación de recursos económicos, materiales y humanos conducirá a un aumento de la productividad. Suponiendo que siempre hay mejores perspectivas para una solución en cualquier proceso dado, se puede realizar un análisis para determinar la idoneidad de cada alternativa a los criterios dados y las especificaciones originales. (Criollo., 1998).

2.2.1.1 Simplificación de movimientos

Desde los inicios de la humanidad, el hombre, haciendo uso de su iniciativa y creatividad, ha buscado simplificar todas las actividades que realiza en el transcurso de su labor productiva, sin importar cuál sea su objetivo. (Monterroso, 2007)

A nivel de empresa, el concepto de simplificación del trabajo no es más que un trabajo realizado de manera continua mediante el uso de una planificación

estructurada, para aplicar mejores técnicas que faciliten el desempeño de las tareas. (Monterroso, 2007).

2.2.1.2 Elementos para el análisis de tiempos

Para la elaboración del análisis de tiempos se tendrán en cuenta varios elementos, como se mencionarán a continuación.

- **Operación:** Se determinará la actividad a seleccionar para la realización del análisis del estudio de tiempos,
- **Trabajador:** Se seleccionan trabajadores, teniendo en cuenta que estos deben seguir las instrucciones del jefe de departamento de acuerdo con los estándares de desempeño establecidos, deben tener ciertas cualidades como: trabajo en equipo, flexibilidad, experiencia, actitud positiva, comunicación, capacidad de resolución de problemas, conciencia, integridad, entre otros.
- **Analista de procesos:** El analista es la persona encargada de realizar el análisis del desarrollo de las operaciones y se encargara de tomar los registros necesarios para su posterior análisis.
- **Estudio de tiempos con cronometro:** Para el registro de los tiempos de duración de las operaciones se empleará el cronometro, en base a los tiempos que se registren se podrá analizar si hay demoras causadas por alguna operación, cuales provoca retrasos, o sí se generan cuellos de botella.
- **Formato de estudio de tiempos:** Para el formato de estudio de tiempos se tendrán en cuentas elementos como los son; el nombre de la compañía, el proceso objeto del estudio, área de la compañía, método utilizado, las máquinas, nombre del analista, y la fecha. También describirá el componente/elemento/operación que se esté realizando, siendo T_o =Tiempo observado y T_n =Tiempo natural, se 4 actividades por tipo de máquina, el promedio, la tasa de nivelación, complementos y el tiempo estándar. (ver figura 1).

Figura 1 Formato de estudio de métodos y tiempos

ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS										
EMPRESA										
ÁREA				OPERACIÓN						
MÁQUINA				ANALISTA						
MÉTODO				FECHA						
N°	DESCRIBCIÓN DE COMPONENTE/ELEMENTO/ACTIVIDAD	TIEMPO	TIEMPO DE EJECUCIÓN (MINUTOS)				PROMEDIO	TASA DE NIVELA	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR
			1	2	3	4				
		To								
		Tn								
		To								
		Tn								
		To								
		Tn								
		To								
		Tn								
		To								
		Tn								
		To								
		Tn								
		To								
		Tn								
		To								
		Tn								

Fuente: Autor

Tabla 2 Condiciones y consistencias

CONDICIONES			CONSISTENCIAS		
+0,06	A	Ideales	+0,04	A	Perfecto
+0,04	B	Excelentes	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Bueno	+0,01	C	Bueno
0,0	D	Promedio	0,0	D	Promedio
-0,3	E	Regular	-0,02	E	Regulares
-0,7	F	Malas	-0,04	F	Deficientes

Nota: tabla tomada de (Criollo., 1998)

Tabla 3 Habilidad y esfuerzo

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0,15	A1		+0,13	A1	
+0,13	A2	Habilísimo	+0,12	A2	Excesivo
+0,11	B1		+0,10	B1	
+0,08	B2	Excelente	+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1		+0,05	C1	
+0,03	C2	Bueno	+0,02	C2	Bueno
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio
-0,05	E1		-0,04	E1	
-0,10	E2	Regular	-0,08	E2	Regular
-0,15	F1		-0,12	F1	
-0,22	F2	Deficiente	-0,17	F2	Deficiente

Nota: Tabla tomada de (Criollo., 1998)

- **Suplementos:** Para los complementos se considerara como un tiempo adicional el descanso del operario a la hora de realizar la actividad asignada, algunos de los efectos son: el trabajo en posición de pie, una postura anormal, uso de la fuerza o esfuerzo muscular, iluminación deficiente, condiciones ambientales, concentración intensa, ruido, tensión mental monotonía y complejidad, con el objetivo de compensar los retrasos que se presentes, las demoras y los elementos contingentes que se presentan en la tarea o proceso.
- **Tiempo estándar:**

Ecuación 3. Tiempo estándar

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Promedio} * \text{Tasa de nivelación} * \text{suplementos}$$

2.2.2. Tipos de mantenimiento en Rambal S.A.S

Actualmente en la empresa Rambal S.A.S manejan dos tipos o clases de mantenimiento, los cuales son:

2.2.2.1 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo resulta innovador sí se compara con la visión tradicional de hoy en día la cual se encuentra todavía muy generalizada, en la cual el mantenimiento se orienta a la corrección de fallas, siendo considerado como un proceso aislado y no como proceso integrador en una organización con una función que desempeñar. Un plan de mantenimiento preventivo ideal permite comprender que este tiene sus limitaciones, en los cuales no se puede mejorar la fiabilidad sin llegar a considerar la posibilidad de realizar modificaciones sobre los sistemas.

Por esta razón, un plan de mantenimiento preventivo (PMP) definirá la estrategia del mantenimiento más oportuna a aplicar sobre un equipo, y evaluará las consecuencias de no aplicar el mismo. (Sacristán, n.d.).

La empresa Rambal S.A.S cuenta con un mantenimiento preventivo enfocado en minimizar las fallas y evitar los mantenimiento correctivos, por esta razón cuenta con una planificación mensual en el cual programan mantenimientos de las máquinas inyectoras, máquinas ensambladoras, equipos periféricos como los compresores, succionadores de material, entre otros (ver figura 2), en el cual se muestra la fecha estimada de realización teniendo en cuenta la fecha de realización del mes anterior, dicha programación es enviada a los jefes y coordinadores de producción para así generar la menor cantidad de traumatismos en la producción, sí la máquina o equipo, se encuentra priorizado, se buscara la oportunidad para la realización de los trabajos de mantenimiento.

Figura 2 Cronograma de mantenimiento preventivo área de inyección.

JULIO 2022						
NOTA: cualquier cambio o inquietud reportar al coordinador de mantenimiento						
<< LISTA DE DEBERES						
MES:	JULIO					
AÑO:	2022					
DÍA DE INICIO:	lunes					
lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
				01	02 I-56: MTTD GENERAL	03
04	05 I-57: MTTD GENERAL	06 I-33: MTTD GENERAL	07 I-53: MTTD GENERAL	08 I-58: MTTD GENERAL	09 I-29: MTTD GENERAL	10 I-25: MTTD GENERAL
11 I-49: MTTD GENERAL I-51: MTTD GENERAL I-49: LIMPIEZA PUERTA	12 I-50: MTTD GENERAL	13 I-28: MTTD GENERAL	14 I-48: MTTD GENERAL	15 I-47: MTTD GENERAL I-47: LIMPIEZA TORNELLO I-47: LIMPIEZA PUERTA	16	17
18 I-34: MTTD GENERAL	19 I-35: MTTD GENERAL	20 I-60: MTTD GENERAL	21 I-52: MTTD GENERAL	22 I-41: MTTD GENERAL	23 I-59: MTTD GENERAL	24 I-46: MTTD GENERAL I-55: MTTD GENERAL
25 I-36: MTTD GENERAL I-54: MTTD GENERAL	26 I-38: MTTD GENERAL I-42: MTTD GENERAL	27 I-31: MTTD GENERAL I-37: MTTD GENERAL	28 I-39: MTTD GENERAL I-40: MTTD GENERAL	29 I-23: MTTD GENERAL I-45: MTTD GENERAL I-61: MTTD GENERAL	30	31

2.2.2.2 *Mantenimiento correctivo*

En la empresa Rambal S.A.S se realiza algunas veces el mantenimiento correctivo tanto de máquina inyectoras de plásticos, ensambladoras, extractores, equipos hidráulicos y neumáticos entre otros. Sin embargo, este tipo de mantenimiento es el que genera mayor porcentaje de pérdida económica, debido al costo de repuestos, disponibilidad de repuestos, generan en ocasiones traumatismos en el proceso productivo en máquinas y equipos priorizados según la demanda de producción.

2.2.2.3 Mantenimiento predictivo

Es el conjunto de tareas que persiguen conocer e informar la raíz de una falla específica y permanente del estado y operatividad, de las instalaciones y maquinas mediante el conocimiento de los valores determinados de las variables (estado de operatividad), Mantenimiento Tecnológico, requiere de medios técnico-avanzados, fuertes conocimientos matemáticos físicos y técnicos conocer muy bien el equipo.

2.2.3. Conceptos básicos

2.2.3.1 Máquina inyectora:

Máquina diseñada con el propósito de transformar materia prima en un producto o subproducto ya sea para un futuro ensamble o como pieza final, una maquina inyectora consta de 3 componentes fundamentales, la unidad de inyección, la unidad de cierre y la bancada.

2.2.3.2 Unidad De Inyección “UI”:

Es la parte de la máquina donde se encuentra el sistema encargado de la plastificación del proceso, la cual se encarga de fundir el polímero en una masa homogénea y uniforme. Consta principalmente de tolva, tornillo de empuje, válvula cheque de retención, bandas de calefactoras y cilindro hidráulico.

2.2.3.3 Bancada:

La bancada de una máquina inyectora hace referencia a la parte estructural de la máquina, en se encuentran todos los demás elementos, como son la unidad de inyección, unidad de cierre, tablero eléctrico.

2.2.3.4 Unidad de Cierre “UC”:

La unidad de cierre es la parte de la máquina donde se encuentra sostenido el molde, es la encargada de efectuar el cierre y apertura del molde, está genera la fuerza para mantener cerrado el molde durante la fase de la inyección y cuando se ha inyectado el polímero dentro del molde, este se abre para permitir el desmoldeo de la pieza.

2.2.3.5 Unidad de Lubricación Central “ULC”:

La unidad de lubricación central es el componente de la máquina encargado de realizar el bombeo de aceite para que el sistema de cierre permanezca lubricado.

2.2.3.6 Succionador de Material:

Equipo eléctrico periférico encargado de elevar el material desde el recipiente hasta la tolva.

2.2.3.7 Tablero Eléctrico:

Componente donde se encuentra ubicado el sistema eléctrico y electrónico de la máquina.

2.2.3.8 ISOTools:

Es el software manejado por la empresa, donde se maneja el sistema integrado de gestión de calidad.

2.2.3.9 Orden de Trabajo “OT”:

La orden de trabajo es el formato donde se describen en detalle las acciones o trabajo realizados, en determinada máquina o equipo, así como también el tiempo y fecha de ejecución, insumos utilizados, personal encargado de realizar la labor en los trabajos de mantenimiento, estos pueden ser preventivos o correctivos.

2.2.3.10 Inspección:

La inspección es el formato donde se realiza una revisión general del estado de la máquina, se revisan todos los componentes y en caso de haber alguna novedad, quedara mencionada en el formato.

2.3. MARCO CONTEXTUAL

2.3.1. Descripción general

La empresa RAMBAL S.A.S es una empresa con más de 30 años de fundación, está centrada en el desarrollo, producción y comercialización de productos dosificadores plásticos innovadores y sostenibles como complemento para los empaques flexibles, y ofrece a sus clientes soluciones integrales, teniendo en

cuenta las necesidades y expectativas de las partes interesadas, mediante el cumplimiento del marco legal, la eficiencia y mejora continua del Sistema de Gestión Integrado que se encuentra conformado por Calidad, Inocuidad, Medio ambiente, Control y Seguridad BASC. (Rambal S.A.S., s.f.)

2.3.2. Misión

Desarrollamos soluciones innovadoras de empaque sostenibles de acuerdo a las expectativas del mercado, soportadas en la mejora continua y en una cultura de responsabilidad social empresarial, contribuyendo así a la productividad, confianza y bienestar de nuestros grupos de interés. (Rambal S.A.S., s.f.)

2.3.3. Visión

Ser reconocidos como la más confiable opción para nuestro mercado objetivo, en la elaboración y distribución de accesorios plásticos para empaque, destacándose por su innovación, competitividad, alta calidad e inocuidad. (Rambal S.A.S., s.f.)





2.3.4. Máquinas utilizadas

Las máquinas empleadas en la producción de los dosificadores plásticos son inyectoras de plásticos, y para su ensamble se diseñaron máquina ensambladoras, la tabla 3 muestra los tipos de máquinas utilizadas para la fabricación de los dosificadores plásticos.

Actualmente cuentan con:

- (32) Inyectoras de plásticos, 19 inyectoras Arburg, 11 inyectoras LienYu, 2 inyectoras Krauss Maffei
- (18) Máquinas ensambladoras.

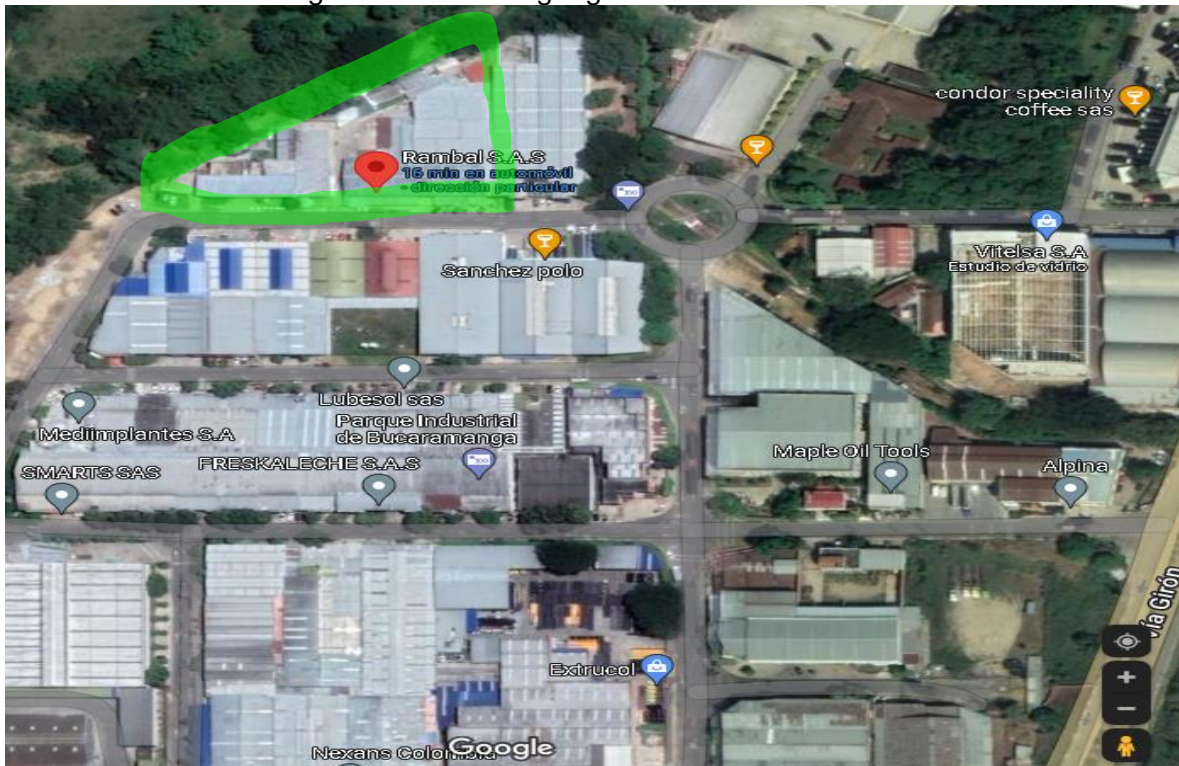
Tabla 4 Maquinaria utilizada en la producción.

INYECTORA ARBURG	INYECTORA LIENYU
 <p data-bbox="597 705 787 730">420 C 1000 - 290</p> <p data-bbox="418 732 609 762">Fuente: autor</p>	 <p data-bbox="1000 743 1190 772">Fuente: autor</p>
INYECTORA KRAUSS MAFFEI	ENSAMBLADORAS
 <p data-bbox="418 1171 609 1201">Fuente: autor</p>	 <p data-bbox="1000 1184 1190 1213">Fuente: autor</p>

2.3.5. Ubicación geográfica

En la figura 3 se observa la empresa Rambal S.A.S, se encuentra ubicada en Santander en el municipio de Bucaramanga, Colombia; exactamente en el parque industrial en la calle F 71 y 59 manzana E.

Figura 3 Ubicación geográfica de Rambal S.A.S



Fuente: (Google, s.f.)

2.3.6. Descripción de productos

Los principales productos fabricados por la empresa Rambal S.A.S son los siguientes (ver figura 4)

Figura 4 Portafolio de productos de Rambal S.A.S



Fuente: (Rambal S.A.S., s.f.)

2.3.7. Principales cliente:

Los principales clientes de la empresa Rambal S.A.S son:

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

- Alicorp
- Unilever
- Nestlé
- Reckitt Benckiser

2.3.8. Infraestructura

Actualmente Rambal S.A.S, cuenta con 3 bodegas, en la primer bodega se encuentra las áreas productivas, laboratorios de calidad e inocuidad, recepción, oficinas de control de calidad, dirección de producción, e inocuidad, zona de vistieres, zona de sistema de refrigeración “chillers y torres de enfriamiento” zona de compresores, cuarto de insumos químicos, cuarto de preparación de insumos químicos, cuarto de residuos sólidos, sustancias peligrosas, en la segunda bodega se encuentran oficinas administrativas, taller de mantenimiento, taller de matricería y mantenimiento de molde, taller de innovación, área de soldadura, diseño, en la última se encuentra el almacenamiento de materia prima, oficina de departamento de compras.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto bajo la modalidad de fortalecimiento empresarial fue por medio de una investigación descriptiva con enfoque cuantitativo. En la tabla 5, se describen las 3 fases que conforman la consultoría que se realizó en la empresa Rambal S.A.S relacionadas a su vez a un respectivo objetivo específico, además, se describe lo que se implementó en cada fase.

Tabla 5 Fases de desarrollo de trabajo de grado

OBJETIVO ESPECIFICO	FASE	DESCRIPCIÓN
Medir los tiempos empleados en la realización de los mantenimientos preventivos en el área de inyección, a partir del registro de la duración de las actividades, para la generación del tiempo de trabajo actual.	Toma de tiempos con cronometro.	Se realizo la medición de los tiempos empleados en la realización de los mantenimientos preventivos del área de inyección. Se registraron los tiempos empleados. Se hallo el tiempo estándar de trabajo actual.
Proponer una mejora basado en el análisis del tiempo estándar, para la realización las actividades de mantenimiento preventivos en el área de	Propuesta de mejora mediante análisis de resultados obtenidos.	Se elaboro una propuesta de mejora, teniendo en cuenta los resultados obtenidos con la toma de tiempos con cronometro.

inyección, mediante toma de tiempo con cronometro.		Se elaboro modelo donde se observe los tiempos a mejorar.
Comparar los resultados obtenidos, mediante la realización del contraste entre los tiempos empleados al inicio con los establecidos por el modelo.	Se realiza comparación entre tiempo estándar del proceso y tiempo estándar del modelo.	Se realizo contraste entre los tiempos medidos en la realización de los trabajos de mantenimiento preventivo, con los tiempos que podrían mejorar según el nuevo modelo.

Nota: Tabla elaborada por autor a partir del análisis de las fases de para el desarrollo del trabajo de grado.

Fuente: Autor

Tabla 6 Se definen herramientas utilizadas para el desarrollo del fortalecimiento empresarial.

FASES DEL TRABAJO DE GRADO	HERRAMIENTA UTILIZADA
Toma de tiempos con cronometro.	Para la toma de tiempos se utilizó el método de cronometro con cuenta a cero, se realizó acompañamiento durante la realización de las actividades correspondientes al mantenimiento preventivo del área de inyección de plásticos, para determinar el tiempo de ejecución, se realizo toma de tiempo tanto en máquinas del área blanca como del área industrial.
Propuesta de mejora mediante análisis de resultados obtenidos.	Se realizo análisis de los resultados obtenidos, y se realizó una propuesta de mejora para disminuir los tiempos improductivos.
Se realiza comparación entre tiempo estándar del proceso y tiempo estándar del modelo.	Mediante un estudio de benchmarking, se comparativo interno, se evaluó la viabilidad de la propuesta de mejora.

Fuente: Autor.

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

4.1. Diagnóstico-proceso de apoyo

La empresa Rambal S.A.S., de la ciudad de Bucaramanga, se dedica a la producción de válvulas dosificadoras plásticas. Dentro de sus procesos de apoyo se encuentra el área de mantenimiento.

Actualmente para la realización de los trabajos en cuanto al mantenimiento preventivo en el área de inyección se encuentran documentadas en un instructivo (IN-73), donde se describe el paso a paso para la correcta realización del trabajo de mantenimiento preventivo de las inyectoras.

Por otro lado también se realiza un cronograma de actividades teniendo en cuenta la programación anual, la cual se encuentra inscrita en el instructivo realización del trabajo en el mes inmediatamente anterior, debido a que en ocasiones dependiendo la disponibilidad del equipo estas fechas se pueden retrasar o adelantar algunos días, teniendo en cuenta una debida inspección de la máquina, para estos trabajos han definido cierta duración en la realización de los trabajos de mantenimiento preventivo del área de inyección teniendo en cuenta la intervención directa en la máquina sin tener en cuentas las labores previas a la realización de dichos trabajos, por esta razón se ha elaborado un diagrama de flujo donde se pueden determinar las operaciones, traslados, inspecciones y demoras que se pueden presentar durante la ejecución de los trabajos de mantenimiento preventivo, y así realizar la toma de los tiempos de ejecución.

4.1.1. Diagrama de actividades de proceso

Para la realización de los diagramas de actividades de proceso y flujo relacionadas con mantenimiento preventivo del área de inyección, se tuvo en cuenta la clase o marca de inyectora y el lugar de ubicación teniendo como referencia “área blanca y área industrial, en las figuras (ver figuras 5, 6, 7 y 8) se observan las operaciones,

traslados, inspecciones y demoras necesarias en la realización de los trabajos relacionadas con el mantenimiento preventivo en el área de inyección de plástico; la simbología es basada en la Tabla 1.

Figura 5 Diagrama de actividades de proceso de mantenimiento inyectoras Arburg.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO									
Diagrama No.	1	Hoja No.	1	OPERARIO	<input checked="" type="checkbox"/>	MATERIAL	<input type="checkbox"/>	EQUIPO	<input type="checkbox"/>
Proceso analizado	Mantenimiento preventivo inyectoras Arburg			RESUMEN					
				ACTIVIDAD	SÍMBOLO	ACTUAL	PROPUESTO		
Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	Propuesto	<input type="checkbox"/>	Operación	○	11			
Área	Inyección			Transporte	⇒	1			
Elaborado por:	Fecha: 12/08/2022			Demora	D				
Yamid Sandoval	12/08/2022			Decisión	◇	1			
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Símbolo				Observaciones		
			○	⇒	D	◇			
¿Esta disponible la máquina?									
Alistar herramientas e insumos									
Informar al líder y parar la máquina.									
Realizar lubricación									
Realizar verificación de seguros									
Realizar limpieza de "UC" y puertas									
Limpiar intercambiador									
Limpiar succionador									
Limpiar tablero eléctrico.									
Informar al líder e iniciar producción									
Transportar aceite y toallas contaminadas									
Limpieza y desinfección general									
Diligenciar OT e inspección									

Fuente: Autor

Figura 6 Diagrama de actividades de proceso de mantenimiento inyectoras LienYu "A.I"

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO									
Diagrama No.	2	Hoja No.	1	OPERARIO	■	MATERIAL	□	EQUIPO	□
Proceso analizado		Mantenimiento preventivo inyectoras LienYu "AI"		RESUMEN					
				ACTIVIDAD	SIMBOLO	ACTUAL	PROPUESTO		
Actual	■	Propuesto	□	Operación	○	14			
Área		Inyección		Transporte	⇒	1			
Elaborado por:	Yamid Sandoval	Fecha:	12/08/2022	Demora	D				
			12/08/2022	Decisión	◇	2			
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Simbolo				Observaciones		
			○	⇒	D	◇			
¿Esta disponible la máquina?									
Alistar herramientas e insumos									
Informar al lider y parar la máquina.									
Revisar estado de aceite de "UCL"									
Cambiar aceite VG 220 por ACPM									
Purgar sistema de la "UCL"									
Lubricar con grasa "UC" y "UI"									
Cambiar ACPM por VG 220									
Purgar sistema									
Realizar limpieza de unidad de cierre									
Limpiar intercambiador									
Limpiar tablero eléctrico									
Limpiar tablero eléctrico succionador									
Realizar limpieza y desinfección general									
Informar al líder e iniciar producción									
Transportar aceite y servilletas contaminadas									
Diligenciar "OT" e inspección.									

Fuente: Autor

Figura 7 Diagrama de actividades de proceso de mantenimiento inyectoras LienYu "A.B"

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO									
Diagrama N°	2	Hoja No.	1	OPERARIO	■	MATERIAL	□	EQUIPO	□
Proceso analizado		Mantenimiento preventivo inyectoras LienYu "AB"		RESUMEN					
				ACTIVIDAD	SIMBOLO	ACTUAL	PROPUESTO		
Actual	■	Propuesto	□	Operación	○	15			
Área		Inyección		Transporte	⇒	1			
Elaborado por:		Fecha: 12/08/2022		Demora	D				
Yamid Sandoval		12/08/2022		Decisión	◇	2			
Descripción		Cantidad	Distancia (m)	Simbolo				Observaciones	
				○	⇒	D	◇		
¿Esta disponible la máquina?									
Alistar herramientas e insumos				●					
Realizar montaje de cortina				●					
Informar al líder y parar la máquina.							●		
Revisar estado de aceite de "UCL"				●					
Cambiar aceite VG 220 por VG 15				●					
Purgar sistema de la "UCL"				●					
Lubricar con grasa "UC" y "UI"				●					
Cambiar aceite VG 15 por VG 220				●					
Purgar sistema				●					
Realizar limpieza de unidad de cierre				●					
Limpiar intercambiador				●					
Limpiar tablero eléctrico				●					
Limpiar tablero eléctrico succionador				●					
Realizar limpieza y desinfección general				●					
Informar al líder e iniciar producción				●					
Transportar aceite y servilletas contaminadas					●				
Diligenciar "OT" e inspección.				●					

Fuente: Autor

Figura 8 Diagrama de actividades de proceso de mantenimiento inyectoras Krauss Maffei.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO									
Diagrama No.	1	Hoja No.	1	OPERARIO	■	MATERIAL	□	EQUIPO	□
Proceso analizado	Mantenimiento preventivo inyectoras Krauss Maffei			RESUMEN					
Actual	■	Propuesto	□	ACTIVIDAD	SIMBOLO	ACTUAL	PROPUESTO		
Área	Inyección			Operación	○	10			
Elaborado por:	Fecha: 12/08/2022			Transporte	⇒	1			
Yamid Sandoval	12/08/2022			Demora	D				
				Decisión	◇	1			
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Símbolo				Observaciones		
Alistar herramientas e insumos			○	⇒	D	◇			
Informar al líder y parar la máquina			●						
Desmontar de tapas "UC" y "UI"			●						
Lubricar guías de "UC" y "UI"			●						
Limpieza de "UC" y "UI"			●						
Limpiar tablero eléctrico			●						
Montar tapas de "UC" y "UI"			●						
Limpiar tablero eléctrico succionador			●						
Limpieza y desinfección general			●						
Informar al líder e iniciar la producción			●						
Transportar toallas contaminadas			●	⇒					
Diligenciar OT e inspección			●						

Fuente: Autor

4.1.2. Área de Mantenimiento

4.1.2.1 Descripción del proceso

Para realizar el mantenimiento de las maquinas inyectoras Arburg, Lín Yu y Krauss Maffei del área blanca y área industrial estos mantenimientos se realizan a las 1000, 5000, 10000, 20000 horas según el plan de mantenimiento de cada máquina y mensualmente, se deben ejecutar los siguientes pasos:

- Cuando la persona encargada de realizar el mantenimiento se disponga a ingresar al área blanca, debe ser con la dotación adecuada y debe realizar el correcto lavado de manos.
- Alistamiento de la herramienta que se necesita para realizar dicha labor tanto en el área blanca como en el área externa.
- Preparar sustancia química para limpiar las herramientas y equipos (OKS-2650)

- Aplicar en recipiente plástico 1 litro de agua, luego aplicar 200 ml de sustancia química en el recipiente con agua y homogenizar la solución
- Aplicar solución (OKS 2650) a un paño absorbente y fregar todas las superficies de las herramientas que se van a utilizar para ejecutar el mantenimiento, se debe utilizar los elementos de protección como guantes y gafas.
- Aplicar solución sobre todas las superficies de las herramientas que se van a utilizar.
- Dejar actuar solución durante 5 minutos y dejar secar.
- Realizar desinfección de la herramienta que va a ingresar al área blanca con el desinfectante. (WIHISPER V Y VORTEXX ES).
- En el caso de las inyectoras: I-29, I-33, I-34 y I-42 antes de ejecutar el mantenimiento se debe hacer un encerramiento en el área de las inyectoras con cortinas plásticas para evitar que partículas de aceite o grasa salpiquen en los otros equipos (Área Blanca).
- Se procede a apagar la bomba hidráulica y se des-energizar la máquina bajando el breaker de la máquina donde se va a realizar el mantenimiento, tanto en el área blanca como en el área externa.
- Luego se procede a realizar el mantenimiento según el plan de mantenimiento y cambio de los repuestos que se necesiten cambiar utilizando la herramienta apropiada.
- Realizar mantenimiento, limpieza al motor eléctrico y verificar su funcionamiento.
- Se procede a cambiar el aceite de lubricación grado alimenticio (LIEN YU) (Área Blanca) y en el área externa se hace también el cambio de aceite de lubricación (Arburg I-53, I-59 Lien Yu y Krauss Maffei).
- Para las maquinas Lien Yu se procede a desocupar el recipiente del aceite y se llena el recipiente con aceite (Frixo UMP 480 VG 15 y se pone a recircular

en la máquina para realizar su respectiva limpieza de las mangueras de los lubricadores y luego se debe desmontar el recipiente soltando los 4 tornillos de la tapa, se procede a realizar la limpieza del recipiente y sus accesorios

- Se procede a colocar el recipiente con sus respectivos tornillos y luego se llena el recipiente con aceite de lubricación grado alimenticio (Frixo UMP 480) para las maquinas Lien Yu del área blanca, en el área industrial se utiliza aceite de lubricación (Aceite uno gear EP220 Lubrio).
- En las maquinas Arburg y Krauss Maffei se omiten los dos pasos anteriores, solo se comprueba el nivel de aceite de la lubricación y si este es muy bajo nivelar con (Frixo F561 VG 220).
- Se procede engrasar maquina utilizando los puntos de grasera que traen las máquinas con grasa grado alimenticio (Frixo 279 NGLI o OKS-476) en el área blanca y en el área externa (grasa compleja de litio EP grado NLGI2 Coexito).
- Se procede a verificar el mantenimiento realizado a la maquina haciendo las pruebas necesarias energizando la maquina subiendo el breaker de la maquina y encendiendo la bomba hidráulica para realizar los movimientos necesarios para dicha verificación.
- Se procede a apagar de nuevo la bomba hidráulica y des energizar la máquina bajando el breaker de la máquina.
- Se procede hacer la limpieza de la máquina que consiste en retirar la grasa sobrante de los puntos de engrase recoger el aceite de las bandejas de recolección.
- Se procede a limpiar la maquina con limpiador el cual ya estaba preparado antes de iniciar el mantenimiento, aplicar la solución sobre un paño absorbente y fregar todas las partes visibles de la máquina para retirar las sustancias liquidas como aceites, los paños sucios depositarlos en la caneca de residuos peligrosos de color rojo.

- Se procede a revisar el imán de la tolva de alimentación verificar que se encuentre en buen estado y se entregar el imán al ajustador o líder de inyección para su respectiva limpieza.
- Luego se procede a limpiar la herramienta con el limpiador ya preparado inicialmente, fregar todas las superficies de las herramientas recoger la herramienta los paños sucios y dejar limpio alrededor de la máquina, los paños sucios depositarlos en la caneca roja.
- Se procede a entregar la maquina al técnico en control de proceso o al líder encargado del turno, para que realicen la respectiva limpieza y desinfección, y se procede a entregar la máquina al líder de producción.

4.2. Estudio de métodos y tiempos

4.2.1. *Cálculo del tiempo estándar inyectoras Arburg*

En la figura 9 su contenido y encabezado esta detallado en la página 42 – Formato de estudio de tiempos, datos que describen el tiempo de ejecución de las actividades necesarias para la realización del mantenimiento preventivo de una inyectora Arburg. Se estudio la realización de 4 mantenimientos con cronometro, con un promedio total de 117,38 minutos, una tasa de nivelación de 1,15, los suplementos 1,1. Obteniendo un tiempo estándar de 148,48 minutos lo que equivale a 2 horas y 28 minutos para la realización del mantenimiento preventivo de una inyectora Arburg, bien sea en el área blanca o área industrial.

Figura 9 Estudio de tiempos inyectoras Arburg

ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS										
EMPRESA		RAMBAL SAS								
ÁREA		INYECCIÓN				OPERACIÓN		MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
MÁQUINAS		I-25, I-47, I-49, I-51				REALIZADO POR		YAMID SMITH SANDOVAL		
MÉTODO		Actual				FECHAS		10, 14, 15, 15 DE JULIO DE 2022		
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO	TÉCNICO/TIEMPO DE EJECUCIÓN (min)				PROMEDIO (minutos)	TASA DE NIVELACIÓN	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR (minutos)
			1	2	3	4				
1	Alistar herramientas e insumos	To	25,1	22,45	24,38	20,57	22,71	1,15	1,1	28,72
		Tn	22,59	22,45	23,16	22,63				
2	Informar al líder y parar la máquina	To	8,36	9,48	7,13	10,19	8,44	1,15	1,1	10,68
		Tn	7,94	9,01	7,13	9,68				
3	Realizar lubricación	To	10,54	9,35	11,22	14,41	10,11	1,15	1,1	12,79
		Tn	10,01	9,35	9,54	11,53				
4	Limpieza de "UC"	To	17,47	20,54	14,35	15,28	14,41	1,15	1,1	18,23
		Tn	14,85	15,41	13,63	13,75				
5	Limpiar tablero eléctrico	To	4,35	6,18	5,28	6,45	5,03	1,15	1,1	6,36
		Tn	4,35	5,25	5,02	5,48				
6	Limpiar succionador	To	10,23	12,19	11,25	14,37	10,85	1,15	1,1	13,72
		Tn	10,23	10,97	10,69	11,5				
7	Limpieza y desinfección general	To	7,48	8,27	9,18	6,38	6,97	1,15	1,1	8,81
		Tn	7,11	7,03	7,34	6,38				
8	Informar al líder e iniciar producción	To	9,33	11,18	12,29	8,44	9,49	1,15	1,1	12,00
		Tn	8,4	10,06	11,06	8,44				
9	Transportar aceite y toallas contaminadas	To	7,17	8,21	6,12	6,59	6,26	1,15	1,1	7,92
		Tn	6,09	6,57	6,12	6,26				
10	Diligenciar OT e inspección	To	28,48	30,14	25,36	23,17	23,13	1,15	1,1	29,25
		Tn	25,1	22,45	24,38	20,57				
TOTAL						117,38	1,15	1,1	148,48	

Fuente: Autor

4.2.2. Cálculo del tiempo estándar inyectoras LienYu área blanca

En la figura 10 su contenido y encabezado esta detallado en la página 44 – Formato de estudio de tiempos, datos que describen el tiempo de ejecución de las actividades necesarias para la realización del mantenimiento preventivo de una inyectora LienYu del área blanca. Se estudio la realización de 4 mantenimientos con cronometro, con un promedio total de 206,12 minutos, una tasa de nivelación entre (1,05 y 1,1), los suplementos 1,05. Obteniendo un tiempo estándar de 248,52 minutos lo que equivale a 4 horas y 8 minutos para la realización del mantenimiento preventivo de una inyectora LienYu ubicada en el área blanca.

Figura 10 Estudio de tiempos inyectoras LienYu área blanca

ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS										
EMPRESA		RAMBAL SAS				OPERACIÓN		MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
ÁREA		INYECCIÓN				REALIZADO POR		YAMID SMITH SANDOVAL		
MÁQUINAS		I-33, I-34, I-29, I-42				FECHA		10 de agosto DE 2022		
MÉTODO		Actual								
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO	TECNICO/TIEMPO DE EJECUCION (min)				PROMEDIO (minutos)	TASA DE NIVELACIÓN	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR (minutos)
			1	2	3	4				
1	Alistar herramientas e insumos	To	31,54	29,33	27,4	26,55	25,83	1,15	1,05	31,20
		Tn	28,39	26,40	24,66	23,90				
2	Montar cortinas	To	8,16	9,25	7,48	8,05	7,41	1,05	1,1	8,56
		Tn	7,34	8,33	6,73	7,25				
3	Informar al líder y parar la máquina	To	15,48	9,39	8,15	6,34	8,28	1,15	1,05	10,00
		Tn	11,61	7,98	7,34	6,21				
4	Cambiar aceite VG 220 por VG 15	To	10,15	8,49	9,59	7,31	7,87	1,15	1,05	9,50
		Tn	8,63	7,64	8,63	6,58				
5	Purgar sistema	To	11,29	12,46	13,24	10,55	11,29	1,15	1,05	13,63
		Tn	10,73	11,84	12,58	10,02				
6	Lubricar con grasa "UC" y "UJ"	To	9,5	12,33	11,22	10,28	10,29	1,15	1,05	12,43
		Tn	9,03	11,71	10,66	9,77				
7	Cambiar aceite VG 15 por VG 220	To	9,54	9,15	10,24	11,33	9,56	1,15	1,05	11,55
		Tn	9,06	8,69	9,73	10,76				
8	Purgar sistema	To	7,54	9,15	8,21	7,19	7,62	1,15	1,05	9,20
		Tn	7,16	8,69	7,80	6,83				
9	Realizar limpieza de unidad de cierre	To	33,19	35,18	38,45	34,28	33,51	1,15	1,05	40,46
		Tn	31,53	33,42	36,53	32,57				
10	Limpiar intercambiador	To	23,24	27,33	24,19	25,44	23,80	1,15	1,05	28,74
		Tn	22,08	25,96	22,98	24,17				
11	Limpiar tablero eléctrico	To	7,49	8,37	8,11	6,48	7,23	1,15	1,05	8,73
		Tn	7,12	7,95	7,70	6,16				
12	Limpiar tablero eléctrico succionador	To	6,22	5,32	5,49	5,02	5,24	1,15	1,05	6,32
		Tn	5,91	5,05	5,22	4,77				
13	Realizar limpieza y desinfección general	To	8,45	7,33	9,21	7,02	7,60	1,15	1,05	9,18
		Tn	8,03	6,96	8,75	6,67				
14	Informar al líder e iniciar producción	To	11,18	9,25	7,48	9,09	8,17	1,15	1,05	9,86
		Tn	9,50	8,33	7,11	7,73				
15	Transportar aceite y servilletas accionadores	To	14,34	17,54	15,1	16,24	15,01	1,15	1,05	18,13
		Tn	13,62	16,66	14,35	15,43				
16	Diligenciar "OT" e inspección.	To	20,15	17,35	23,19	24,19	17,41	1,15	1,05	21,02
		Tn	16,12	15,615	18,552	19,352				
TOTAL						206,13	1,15	1,05	248,52	

Fuente: Autor

4.2.3. Cálculo del tiempo estándar inyectoras LienYu área industrial

En la figura 11 su contenido y encabezado esta detallado en la página 46 – Formato de estudio de tiempos, datos que describen el tiempo de ejecución de las actividades necesarias para la realización del mantenimiento preventivo de una inyectora LienYu del área blanca. Se estudio la realización de 6 mantenimientos con cronometro, con un promedio total de 206,98 minutos, una tasa de nivelación de 1,05, los suplementos 1,1. Obteniendo un tiempo estándar de 239,06 minutos lo que equivale a 3 horas y 59 minutos para la realización del mantenimiento preventivo de una inyectora LienYu ubicada en el área industrial.

Figura 11 Estudio de tiempos inyectoras LienYu área industrial

ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS													
EMPRESA		RAMBAL SAS						OPERACIÓN		MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
ÁREA		INYECCIÓN						REALIZADO POR		YAMID SMITH SANDOVAL			
MÁQUINAS		I-28, I-35, I-36, I-37, I-38, I-39						FECHA		12 de agosto de 2022			
MÉTODO		Actual											
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO	TÉCNICO/TIEMPO DE EJECUCIÓN (minUTOS)						PROMEDIO (minutos)	TASA DE NIVELACIÓN	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR (minutos)	
			1	2	3	4	5	6					
1	Alistar herramientas e insumos	To	35,48	37,19	38,10	34,25	33,50	29,55	29,96	1,05	1,1	34,60	
		Tn	30,16	31,61	32,39	32,54	28,81	24,23					
2	Informar al líder y parar la máquina	To	12,01	10,07	11,25	8,56	7,35	11,58	8,62	1,05	1,1	9,95	
		Tn	10,21	8,56	9,56	7,28	6,25	9,84					
3	Cambiar aceite VG 220 por VG 15	To	5,11	7,29	7,02	6,49	5,18	6,29	5,68	1,05	1,1	6,56	
		Tn	4,85	6,34	6,32	5,84	4,82	5,91					
4	Purgar sistema	To	12,26	13,33	10,15	14,27	12,19	14,55	11,59	1,05	1,1	13,38	
		Tn	11,65	11,33	9,64	12,84	10,97	13,10					
5	Lubricar con grasa "UC" y "LJ"	To	4,15	4,18	5,38	4,08	3,55	6,11	4,23	1,05	1,1	4,89	
		Tn	3,94	3,97	4,84	3,84	3,30	5,50					
6	Cambiar aceite VG 15 por VG 220	To	9,25	10,10	10,18	8,08	12,48	8,57	8,95	1,05	1,1	10,34	
		Tn	8,60	9,39	9,37	7,51	10,86	7,97					
7	Purgar sistema	To	8,47	7,48	10,24	9,18	11,09	9,24	8,82	1,05	1,1	10,19	
		Tn	8,05	7,11	9,73	8,72	10,54	8,78					
8	Realizar limpieza de unidad de cierre	To	31,21	36,22	32,43	34,19	29,43	28,59	30,35	1,05	1,1	35,06	
		Tn	29,65	34,05	30,81	32,48	27,96	27,16					
9	Limpiar intercambiador	To	22,46	28,27	24,11	22,47	21,23	25,57	22,82	1,05	1,1	26,35	
		Tn	21,34	26,86	22,90	21,35	20,17	24,29					
10	Limpiar tablero eléctrico	To	11,25	13,54	9,57	12,14	13,44	10,25	10,78	1,05	1,1	12,45	
		Tn	10,69	11,51	9,09	11,53	12,10	9,74					
11	Limpiar tablero eléctrico succionador	To	4,17	5,11	3,02	5,25	4,17	5,01	4,23	1,05	1,1	4,89	
		Tn	3,96	4,85	2,87	4,99	3,96	4,76					
12	Realizar limpieza y desinfección general	To	10,55	13,05	9,55	8,22	11,49	9,25	9,83	1,05	1,1	11,36	
		Tn	10,02	12,40	9,07	7,81	10,92	8,79					
13	Informar al líder e iniciar producción	To	13,02	11,25	10,14	11,43	8,41	12,05	10,50	1,05	1,1	12,12	
		Tn	12,37	10,69	9,63	10,86	7,99	11,45					
14	Transportar aceite y servilletas contaminadas	To	18,2	22,24	17,45	16,35	20,19	18,49	17,88	1,05	1,1	20,65	
		Tn	17,29	21,13	16,58	15,53	19,18	17,57					
15	Diligenciar "OT" e inspección.	To	24,5	20,41	26,15	22,44	24,16	26,02	22,75	1,05	1,1	26,28	
		Tn	23,28	19,39	24,84	21,32	22,95	24,72					
TOTAL									206,98	1,05	1,1	239,06	

Fuente: Autor

4.2.4. Cálculo del tiempo estándar inyectoras Krauss Maffei

En la figura 12 en su contenido y encabezado esta detallado en la página 48 – Formato de estudio de tiempos, datos que describen el tiempo de ejecución de las actividades necesarias para la realización del mantenimiento preventivo de una inyectora Krauss Maffei. Se estudio la realización de 2 mantenimientos con cronometro, con un promedio total de 133,73 minutos, una tasa de nivelación de 1,15, los suplementos 1,15. Obteniendo un tiempo estándar de 176,86 minutos lo que equivale a 2 horas y 59 minutos para la realización del mantenimiento preventivo de una inyectora Krauss Maffei.

Figura 12 Estudio de tiempos inyectoras Krauss Maffei

ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS								
EMPRESA		RAMBAL SAS						
ÁREA		INYECCIÓN		OPERACIÓN		MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
MÁQUINAS		I-56, I-57		REALIZADO POR		YAMID SMITH SANDOVAL		
MÉTODO		Actual		FECHAS		5, 6 DE JULIO DE 2022		
Nº	DESCRPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO	TIEMPO DE EJECUCIÓN (min)		PROMEDIO (minutos)	TASA DE NIVELACIÓN	SUPLEMEN TOS	TIEMPO ESTÁNDAR (minutos)
			1	2				
1	Alistar herramientas e insumos	To	15,45	18,2	12,16	1,15	1,15	16,09
		Tn	11,59	12,74				
2	Informar al líder y parar la máquina	To	11,35	15,29	10,18	1,15	1,15	13,46
		Tn	9,65	10,7				
3	Desmontar de tapas "UC" y "UI"	To	10,3	8,25	9,22	1,15	1,15	12,2
		Tn	9,79	8,66				
4	Lubricar guías de "UC" y "UI"	To	6,2	5,15	5,39	1,15	1,15	7,13
		Tn	5,89	4,89				
5	Limpieza de "UC" y "UI"	To	40,12	35,56	36,72	1,15	1,15	48,57
		Tn	36,11	37,34				
6	Limpiar tablero eléctrico	To	8,45	7,39	7,71	1,15	1,15	10,19
		Tn	8,03	7,39				
7	Montar tapas de "UC" y "UI"	To	11,47	12,18	11,52	1,15	1,15	15,24
		Tn	11,47	11,57				
8	Limpiar tablero eléctrico accionador	To	2,5	4,25	3,16	1,15	1,15	4,18
		Tn	2,5	3,83				
9	Limpieza y desinfección general	To	4,19	5,25	4,59	1,15	1,15	6,07
		Tn	4,19	4,99				
10	Informar al líder e iniciar la producción	To	8,16	7,2	7,1	1,15	1,15	9,39
		Tn	7,36	7,2				
11	Transportar toallas contaminadas	To	2,41	3,05	2,73	1,15	1,15	3,61
		Tn	2,41	3,05				
12	Diligenciar OT e inspección	To	28	25,34	23,24	1,15	1,15	30,73
		Tn	22,4	24,07				
TOTAL					133,73	1,15	1,15	176,86

Fuente: Autor

4.3. Propuesta de mejora para el proceso de mantenimiento preventivo del área de inyección

Para construir la propuesta de mejora, se realizaron tres actividades.

4.3.1. Identificación de tiempos improductivos

Durante el desarrollo del estudio de tiempos se ha logrado identificar ciertos tiempos improductivos y ciertas condiciones en la ejecución del mantenimiento preventivo de las máquinas inyectoras, estos tiempos improductivos provoca que se generen

un aumento de tiempo en el desarrollo de las actividades, generando como una consecuencia un aumento de tiempo de parada de la máquina, y otras en temas de ergonomía en los movimientos, y orden en la realización

- El tiempo de informar al líder para parar la máquina es inestable debido a que en varias ocasiones el líder se encuentra ocupado en la realización de otras labores, haciendo que esté tiempo sea improductivo.
- El alistamiento de insumos también es variante debido a que se les olvidan las cosas que deben llevar para la realización del trabajo.
- Llevar los insumos hasta la máquina, genera fatiga muscular al tener que llevar varias herramientas en las manos o conlleva a realizar varios viajes, dependiendo de la máquina puede hacer que este tiempo sea elevado.
- El intercambiador se limpia cada dos meses, al no llevar un control sobre la realización de la limpieza, conlleva a que se realice cada mes, lo cual genera un aumento en el tiempo del mantenimiento.
- Transportar los aceites que se cambian al cuarto de sustancias peligrosas generan una postura que genera tensión a la altura de hombros y espalda.
- Las plataformas ISOTools, tanto en el computador de escritorio como en la Tablet debido a la cantidad de información que tiene almacenada genera retardos a la hora de diligenciar las ordenes de trabajo y las inspecciones.

4.3.2. Propuesta de mejora

Para mejorar los tiempos en la realización de los trabajos de mantenimiento preventivo teniendo como base las observaciones realizadas anteriormente se propone:

- Para disminuir el tiempo de información con el líder de producción se establecerá un cronograma semanal, el cual va a ser enviado al coordinador de producción del área de inyección y a los líderes del proceso, para que puedan dar respuesta pronta al momento de parar la máquina al momento de iniciar el mantenimiento general.

- Para mejorar el tiempo de alistamiento de herramienta y evitar los reprocesos, entendiéndose por reproceso el tiempo que transcurre en volver al taller por la herramienta faltante, se creara un check list donde se enliste las herramientas necesarias para el mantenimiento de la máquina inyectora, ver tabla 14, con esta mejora se espera tener un tiempo de alistamiento estable.
- La fatiga que genera llevar la herramienta sobre los hombros y espalda, en vista de esto se propondrá la fabricación o adquisición de carro transportador (ver figura 13), el cual nos servirá para transportar los residuos al cuarto de sustancias peligrosos, y se disminuya la fatiga, generando una disminución en descansos.
- Para llevar un mejor seguimiento de la limpieza de los intercambiadores y evitar reprocesos o que se deje de realizar la labor, se revisara la posibilidad de incluirla en la programación mensual, con el fin de que solo aparezca en las máquinas a las que se le deba realizar dicha tarea.
- Para disminuir los tiempos en el diligenciamiento de la orden de trabajo e inspección, se realizar la consulta de forma verbal con el coordinador del área encargada, para revisar la posibilidad de realizar una división del archivo con el fin de que se maneje menor información y así pueda cargar más rápido.

5. RESULTADOS

5.1. Hallazgo de tiempos improductivos

Para identificar los tiempos improductivos que se presentan en la realización de los trabajos de mantenimiento preventivo en el área de inyección, se realizó una tabla (ver Tabla 7) en la cual se clasifica el tiempo improductivo con el cual se asocia cada actividad y una descripción de dicho tiempo, como ya se habían mencionado

anteriormente se definió hacer un énfasis en las 5 actividades con tiempos improductivos que se pueden mejorar en la realización del mantenimiento preventivo de las inyectoras, y se realiza la tabla 8 donde se establece el nuevo tiempo promedio estimado estándar con la realización es estas actividades para evidenciar el mejoramiento en la aplicación de las mejoras.

Tabla 7 Tiempos a mejorar mantenimiento preventivo

Actividad	Tiempo promedio (minutos)
Informar al líder y parar la máquina	10,89
Alistar herramientas e insumos	25,97
Limpiar intercambiador	25,32
Transportar toallas contaminadas	18,08
Diligenciar OT e inspección	20,49
Tiempo total	100,75

Fuente: Autor

Tabla 8 Comparación de tiempos

Actividad	Tiempo promedio (minutos)	Nuevo Tiempo estimado (minutos)	Porcentaje de tiempo ahorrado
Informar al líder y parar la máquina	10,89	5,89	45.91 %
Alistar herramientas e insumos	25,97	15,97	38.5 %
Limpiar intercambiador	25,32	25.32 "cada 2 meses"	100 % "cada 2 meses"
Transportar toallas contaminadas	18,08	10,08	44.25 %

Diligenciar OT e inspección	20,49	15,49	24.4 %
Tiempo total (minutos y porcentaje)	100,75	72,75	27.8 %

Fuente Autor

5.2. PROPUESTA DE MEJORA

Las propuestas de me mejora que se sugieren a la empresa se dan como resultado del análisis en base a las actividades en las se puede obtener como un primer resultado, una optimización y reducción de tiempo de ejecución también se espera que los tiempos sean más estables, así también métodos más sencillos y eficientes que facilitaran la labor de los técnicos de mantenimiento en su labor, seguidamente se procederá a sugerir una propuesta para el mejoramiento de postura, con el cual sí se llega a realizar se podría obtener un resultado beneficioso como menor fatiga muscular a nivel de hombros y espalda, creando un ambiente más confortable, maximizando el rendimiento de los técnicos.

Para la propuesta de mejora se elaboró un plan de acción, el cual se presenta en la tabla 9.

Tabla 9 Plan de acción

Fecha	Herramienta	Actividad	Responsable
Del 13 al 16 de junio	Diagrama de flujo del proceso.	Obtener la información del proceso de mantenimiento preventivo mediante entrevista realizada al líder de mantenimiento.	Autor
Del 18 al 22 de julio	Tabla con identificación de tiempos improductivos en el proceso	Se realiza diagnóstico y se caracterizaron los tiempos improductivos más relevantes del proceso.	Autor

Del 25 al 29 de julio	Elaboración tabla de check list para alistamiento de herramientas e insumos.	Se realiza lista de inspección de herramientas e insumos necesarios para la realización de los mantenimientos preventivos.	Autor
Del 2 al 5 de agosto	Tabla de identificación de tiempos a mejorar.	Se realiza una tabla con los principales tiempos a mejorar y se establecerá un tiempo estimado si se llegan a ejecutar las mejoras propuestas.	Autor
Del 8 al 12 de agosto	Tabla estimación de nuevos tiempos si se realizan las mejoras.	Se realiza una tabla con los valores de tiempos estimados si se llegasen a realizar las mejoras sugeridas.	Autor
Del 16 al 19 de agosto	Socialización de check list para el alistamiento de herramientas e insumos.	Se realiza una charla con los técnicos de mantenimiento donde se socializa el objetivo principal del check list diseñado para el alistamiento de herramientas e insumos.	Autor

Fuente: Autor

Una vez que se determinaron los tiempos improductivos se definieron los instrumentos con los que se llevara a cabo la implementación de las mejoras que se pueden implementar a corto plazo como lo son la elaboración del check list el cual se podrá observar en la siguiente tabla 10, con la elaboración de esta lista de chequeo se espera lograr:

- ✓ Disminución en el tiempo empleado en el alistamiento de la herramienta necesaria para la ejecución de las labores de mantenimiento preventivo.
- ✓ Que la herramienta sea la necesaria y la adecuada para la realización de la actividad, así evitar llevar herramientas en exceso, lo cual puede generar desorden en el área.
- ✓ Contribuye con el orden en la realización de la actividad y la estandarización del procedimiento.

- ✓ Se evitan posibles errores en la aplicación de los lubricantes, al alistarse los necesarios según la máquina a intervenir.
- ✓ Favorece el trabajo en equipo, al distribuirse las tareas del alistamiento.

Tabla 10 Check list para el alistamiento de herramientas e insumos.

CHECK LIST MANTENIMIENTO PREVENTIVO INYECCIÓN					
ITEM	HERRAMIENTA O INSUMO	ARBURG	LIENYU Área Industrial	LIENYU Área Blanca.	KRAUSS MAFFEI
1	Toallas Scott reutilizables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Aceitera punta recta VG 220	<input type="checkbox"/>			
3	Aceitera punta cónica VG 220	<input type="checkbox"/>			
4	Lija 220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Grasera con grasa Frixo 177		<input type="checkbox"/>		
6	Grasera con grasa Frixo UPM 209				<input type="checkbox"/>
7	Grasera con grasa Frixo UPM 279			<input type="checkbox"/>	
8	Aceite Frixo VG 220			<input type="checkbox"/>	
9	Aceite one gear VG 220		<input type="checkbox"/>		
10	Aceite VG 15			<input type="checkbox"/>	
11	Aceite VG 220 Frixo 561 "inyectoras eléctricas"	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
12	ACPM		<input type="checkbox"/>		
13	Varilla para intercambiador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Juego de llaves Allen milimétrica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Destornillador de pala y estrella	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Llave mixta ½"- 9/16"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Media caneca limpia para agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	Media caneca limpia para aceite		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

19	Manguera neumática con pistola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Manguera neumática con acople	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	Desengrasante OKS 2650	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	Guantes de vaqueta y nitrilo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	Diligenciar inspección.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Diligenciar orden de trabajo en ISOTools.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Con la adquisición del carrito portaherramientas (ver figura 13), se espera lograr una disminución de 10 minutos en el alistamiento de la herramienta, lo cual equivaldrá a un 38.4 % del tiempo que se emplea actualmente, también mejorara el orden del área ya que no se necesitaría dejar herramientas encima de a máquina, y contribuirá al mejoramiento de la higiene postural al momento de necesitar trasladar los aceites sobrantes de la realización del desarrollo de la actividad, actualmente se realiza manualmente como se puede observar (ver figura 14), está postura general fatiga a nivel de los hombros, el cual se podría disminuir con esta adquisición.

Figura 13 Carro Portaherramientas



Fuente: autor

Figura 14 Posición para transportar el aceite hacia el cuarto de sustancias peligrosas



Fuente: Autor

Con la implementación de la programación de la limpieza de los intercambiadores como se puede observar en la figura 15, se espera lograr:

- Disminución de 25 minutos en tiempo total de la ejecución de la actividad cada 2 meses.
- Daños en la tubería de bronce que puede ser generado por la fricción generada durante el desarrollo de la actividad.
- Permite manejar un mejor control sobre la limpieza de los elementos.
- Reduce el tiempo de intervención de la máquina.

Con la organización de la realización del mantenimiento de la limpieza de los intercambiadores se conseguirá reducir en promedio de 25 minutos cada dos meses.

Con la propuesta de compra del carro portaherramientas, y teniendo en cuenta comentarios realizados por los técnicos, se tiene previsto para evaluar la adquisición en el presupuesto del mes de septiembre, con la compra de este objeto se espera reducir 8 minutos, el equivalente al 44,25% del tiempo empleado en el transporte de herramientas e insumos, y lograr tener una mejor higiene postural.

Otro factor que se pretende mejorar es el tiempo en el diligenciamiento de las ordenes de trabajo e inspecciones, se tiene estimado que este tiempo pueda disminuir 5 minutos lo cual equivale al 24,4% del tiempo total de la actividad.

6. CONCLUSIONES

- En el desarrollo de la primera fase del trabajo se realizó toma de tiempos se logró registrar y establecer el tiempo estándar de trabajo en la realización de los mantenimientos preventivos del área de inyección, se encontraron las 5 actividades que generan tiempos improductivos debido a demoras y/o reprocesos, y los cuales se pueden llegar a mejorar significativamente en el proceso a corto plazo.
- Con la elaboración del diagrama de flujo de operaciones se pueden visualizar, las operaciones requeridas para la realización de los mantenimientos preventivos en el área de inyección
- Con la elaboración del proyecto se pudo establecer un tiempo estándar para la realización de las actividades de mantenimiento preventivo del área de inyección.
- Con la implementación de las propuestas de mejora que se recomendaron se espera establecer un nuevo tiempo estándar, el cual sería de 72,75 minutos, logrando disminuir en un 27,8% los tiempos improductivos, equivalente a 28 minutos mensual y 53 minutos cada dos meses en la ejecución total de los mantenimientos preventivos área de inyección.
- Se logró un aumento en la productividad de las máquinas inyectoras al disminuir el tiempo de intervención, y también de los técnicos ya que al terminan más rápido la labor, se pueden dedicar a ejecutar nuevas actividades.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa Rambal S.A.S continuar con el seguimiento de las mejoras propuestas para obtener lograr una estandarización de estos tiempos y se puedan generar nuevas opciones de mejoras.
- Evaluar la opción de la compra de herramientas básicas para cada técnico, carro porta herramienta, esto ayudara a tener mejor orden en la realización de los trabajos de mantenimiento.
- Se recomienda que el coordinador de producción del área de inyección pueda compartir cronograma o programación de mantenimiento de moldes, para que se puedan ejecutar o programar mantenimientos en tiempos en que la máquina no esté en funcionamiento, para disminuir tiempos de intervención del proceso.
- Por último, se recomienda analizar la realización de los mantenimientos preventivos realizados en las demás áreas, con el fin de buscar futuras mejoras en la ejecución de estos trabajos,

8. REREFENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chiavenato, I. (2004). *Introducción a la teoría general de la administración. (septima edición)*. Mexico. McGraw Hill Interamericana.

Criollo., R. G. (1998). *Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición de trabajo. (segunda edición)*. México. McGraw Hill.

Cruelles, J. A. (2013). *Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planeación y a la mejora continua*. Alfaomega.

Google. (s.f.). *Google maps. Google maps:*
<https://www.google.com.co/maps/place/Rambal+S.A.S/@7.1108783,-73.1636552,439m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8e683e1753a59033:0x2eb0565cf9f0de7e!8m2!3d7.111709!4d-73.164047?hl=es&authuser=0>

Koontz, H., Wehrich, H., & Cannice, M. (2004). *Administración una perspectiva global y empresarial. (Decimocuarta edición)*. Mexico. McGraw Hill .

Monterroso, H. E. (19 de febrero de 2007). *Herramientas para la simplificación del trabajo*. Gestipolis: <https://www.gestipolis.com/herramientas-para-la-simplificacion-del-trabajo/>

Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (n.d.). Abril de 2010. *Scientia et Technica Año XVI, 44*. <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/h>

Parra, D., Related, O., Est, E. A., & Bravo, L. (n.d.-a). *Ingeniería de Métodos*.

Parra, D., Related, O., Est, E. A., & Bravo, L. (n.d.-b). *Ingeniería de Métodos*.

Sacristán, F. R. (n.d.). *Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo*.

Ximena, E., Polanco, V., Díaz Jiménez, L. A., & Gutiérrez Rodríguez, J. J. (n.d.). *Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos*
Methodological analysis for the performance of studies of methods and times.
<http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/index>

9. APENDICES

Apéndice A.

Apéndice B.

Apéndice C. Check list para el alistamiento de herramientas e insumos

Apéndice D. Acuerdo de cooperación

Apéndice E. Informe final de consultoría

Apéndice F. Presentación con resultados obtenidos

Apéndice G. Certificado de consultoría

Apéndice H. Informe de innovación procedimental

Apéndice I. Certificado de innovación procedimental

Si aplica, se anexan: formato de encuestas entrevistas, chek list, en general las herramientas o instrumentos utilizados en la investigación. Se enumeran con letras mayúsculas de la A - Z, si la cantidad es mayor se enumeran con números arábigos. Fuente y títulos en Normas APA.

10. ANEXOS

La sección de anexos será usada para presentar información que los autores y el director consideren importante, como el caso de: manuales de usuario, hojas de datos, guías de laboratorio, demostraciones matemáticas, diseños esquemáticos, cartografía, entre otros.

Cada Anexo debe estar identificado por una letra (A –Z), la cual será usada para diferenciar las figuras, tablas y ecuaciones que se encuentren en estas secciones