



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS A LA INGENIERÍA**

### **CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Proyecto de Investigación previo a  
la obtención del título de Ingeniero  
Industrial.

#### **Título del Proyecto de Investigación:**

**HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA MEJORA CONTINUA  
DEL PROCESO DE RECTIFICADO DE MOTORES A GASOLINA EN LA  
MICROEMPRESA MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.**

#### **Autor:**

**Fabricio Raúl Aguilera Daza**

#### **Director de proyecto de Investigación:**

**Ing. José David Barros Enriquez, MSc.**

**Quevedo – Los Ríos – Ecuador.**

**2021**



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Fabricio Raúl Aguilera Daza**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normalidad institucional vigente.

-----  
**Fabricio Raúl Aguilera Daza**

**C.C. 1723182778**



## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito, Ing. José David Barros Enríquez, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Fabricio Raúl Aguilera Daza, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA MEJORA CONTINUA DEL PROCESO DE RECTIFICADO DE MOTORES A GASOLINA EN LA MICROEMPRESA MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, bajo mi dirección habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

-----  
Ing. José David Barros Enríquez, MSc.

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Ing. José David Barros Enríquez, MSc.**, en calidad de Director de Proyecto de Investigación titulado “**HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA MEJORA CONTINUA DEL PROCESO DE RECTIFICADO DE MOTORES A GASOLINA EN LA MICROEMPRESA MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.**”, me permito manifestar a usted y por intermedio de la presente al Consejo Directivo de la Facultad lo siguiente:

Que, el estudiante, **Fabricio Raúl Aguilera Daza**, egresado de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, de la carrera de Ingeniería Industrial, ha cumplido con las correcciones pertinentes, e ingresado su Proyecto de Investigación al sistema URKUND, tengo a bien de certificar la siguiente información sobre el informe del sistema anti plagio con un porcentaje de 6%.

URKUND	
Documento	<a href="#">HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA MEJORA CONTINUA DEL PROCESO DE RECTIFICADO DE MOTORES A GASOLINA DE LA MICROEMPRESA MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA..pdf (D98831057)</a>
Presentado	2021-03-18 18:46 (-05:00)
Presentado por	fabricio.aguilera2016@uteq.edu.ec
Recibido	jbarros.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA MEJORA CONTINUA DEL PROCESO DE RECTIFICADO DE MOTORES A GASO <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>
	6% de estas 35 páginas, se componen de texto presente en 16 fuentes.

-----  
**Ing. José David Barros Enríquez, MSc.**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

# **CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## **Título:**

“HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA MEJORA CONTINUA  
DEL PROCESO DE RECTIFICADO DE MOTORES A GASOLINA EN LA  
MICROEMPRESA MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Aprobado por:

---

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Luis Mera Chinga

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Patricio Alcocer Quinteros

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Milton Villafuerte López

**QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR**

## **AGRADECIMIENTO**

*Estoy agradecido primeramente con Dios por siempre ayudarme, se han presentado momentos difíciles, pero no han sido impedimento para seguir, gracias a su inmensa misericordia, cuanto más lo necesitaba Él ha estado allí y no ha permitido dejarme vencer, sino seguir luchando hasta lograrlo.*

*Mis agradecimientos a mis padres Raúl Aguilera y Loli Daza que son el pilar fundamental ya que me han sabido educar y darme lo necesario para poder llegar a dónde me encuentro hoy en día. Cómo no resaltar a mi madre quien ha sido una de mis motivaciones a seguir debido a su enfermedad, sé que la debo ayudar y por eso debo seguir adelante cumpliendo metas y preparándome. A mis hermanas por su apoyo incondicional.*

*A Abraham Aguilera por el gran apoyo que me ha dado durante mis estudios, a cada uno de mis familiares que me han dado buenos consejos para seguir y cumplir una de las muchas otras metas que me gustaría lograr.*

*Asimismo, mis agradecimientos a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en dónde me he formado como un profesional, gracias a todos los docentes de la Facultad Ciencias de la Ingeniería.*

*A la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA., por la oportunidad y la disposición de cada uno de los miembros de esta organización.*

*Por último, expreso mi gratitud a mis amigos y compañeros que de una u otra manera me ayudaron a culminar mi carrera universitaria.*

***Fabricio Raúl Aguilera Daza***

## **DEDICATORIA**

*El presente proyecto de investigación va dedicado a Dios porque cuando más lo he necesitado ha obrado grandemente, no lo puedo ver, pero sé que está conmigo a cada momento, a cada instante.*

*A mis padres y hermanas por su apoyo incondicional porque hemos sabido sobrellevar tantas situaciones que muchas veces han sido complejas.*

*A todas las personas que de forma desinteresada han hecho posible la culminación de este trabajo.*

***Fabricio Raúl Aguilera Daza***

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó en la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA LTDA., en el cual, se desarrolló herramientas Lean Manufacturing para la mejora continua del proceso de rectificación del cabezote abordando herramientas como el Takt Time, el mapa de flujo de valor (Value Stream Mapping, VSM), las 5S del orden y la limpieza, Kaizen que están enfocados a mejorar constantemente el proceso. El objetivo de aplicar esta metodología Lean Manufacturing es crear buenos hábitos en el área de trabajo, involucrando a cada uno de los trabajadores. Para abordar la temática de este trabajo se identificaron los posibles problemas mediante la observación y entrevista a los colaboradores realizando un estudio de todos los elementos que intervienen en el proceso como; las máquinas y equipos, los operarios, los puestos de trabajo. En el desarrollo de esta investigación se utilizó las herramientas de registro y análisis como; el diagrama de flujo, diagrama de recorrido y diagrama de análisis de operaciones que permitieron diagnosticar la situación actual de la microempresa, determinando el modo y tiempo en que se realizan las actividades en el proceso. Con la aplicación de la metodología Lean específicamente el diagrama gráfico Value Stream Mapping se identificó los limitantes de la productividad y desperdicios que presenta el proceso siendo estos movimientos innecesarios, defectos, retrabajos, actividades innecesarias, esperas y búsquedas, transporte de materiales, herramientas y ciertas operaciones de más, lo que provoca que el proceso se prolongue mucho más, no obstante se planteó el diseño de un plan de implementación de las herramientas 5S y Kaizen buscando obtener un proceso sistematizado con mejores procedimientos que involucre a todo el personal que labora en la microempresa con la finalidad de innovarse constantemente.

**Palabras claves:** Lean Manufacturing, Takt Time, proceso, mejora continua.

## ABSTRACT

This research project was carried out in the micro-company MUNDORECONSMOTOR CÍA LTDA., In which Lean Manufacturing tools were used for the continuous improvement of the head rectification process, addressing tools such as Takt Time, the value stream map (Value Stream Mapping, VSM), the 5S of order and cleanliness, Kaizen that are focused on constantly improving the process. The objective of applying this Lean Manufacturing methodology is to create good habits in the work area, involving each of the workers. To address the subject of this work, possible problems were identified by observing and interviewing the collaborators who carry out a study of all the elements that intervene in the process, such as; machines and equipment, operators, jobs. In the development of this research, registration and analysis tools such as; the flow diagram, path diagram and operations analysis diagram that allowed diagnosing the current situation of the microenterprise, determining the way and time in which the activities are carried out in the process. With the application of the Lean methodology specifically the Value Stream Mapping graphic diagram, the limitations of productivity and waste presented by the process were identified, these being unnecessary movements, defects, rework, unnecessary activities, waiting and searches, transport of materials, tools and certain operations of more, which causes the process to be prolonged much more, however, the design of an implementation plan of the 5S and Kaizen tools was proposed, seeking to obtain a systematized process with better procedures that involves all the personnel working in the microenterprise in order to constantly innovate.

**Key words:** Lean Manufacturing, Takt Time, process, continuous improvement.

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
TABLA DE CONTENIDO .....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Problema de investigación .....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.2. Formulación del problema.....	6
1.1.3. Sistematización del problema.....	6
1.2. Objetivos.....	7
1.2.1. Objetivo General.....	7
1.2.2. Objetivos Específicos.....	7
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	9
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
2.1. Marco Conceptual.....	10
2.1.1. Proceso.....	10
2.1.2. Proceso de rectificado.....	10

2.1.2. El motor de combustión interna. ....	11
2.1.3. Mejora continua. ....	14
2.1.4. Mejora continua de procesos. ....	14
2.1.5. Pensamiento Lean. ....	14
2.1.6. Manufactura Esbelta o Lean Manufacturing. ....	15
2.1.7. Herramientas que se utilizan en la Manufactura Esbelta. ....	15
2.2. Marco referencial. ....	19
2.2.1. La manufactura. ....	19
2.2.2. Manufactura y servicios. ....	19
2.2.3. Rectificado de la culata o cabezote. ....	19
2.2.4. Flujogramas. ....	24
2.2.5. Diagrama de flujo de proceso. ....	25
2.2.6. Diagrama de recorrido. ....	26
2.2.7. Diagrama de Gantt. ....	27
2.2.8. Limitantes de la productividad. ....	28
2.2.9. Desperdicio o muda. ....	30
2.2.10. Lean Manufacturing. ....	35
CAPÍTULO III .....	40
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	40
3.1. Localización. ....	41
3.2. Tipo de investigación .....	42
3.2.1. Investigación diagnóstica. ....	42
3.2.2. Bibliográfica o documental. ....	42
3.2.3. Investigación explicativa. ....	42
3.3. Métodos de investigación. ....	42
3.3.1. Método Deductivo. ....	42
3.3.2. Observación. ....	43

3.4. Fuentes de recopilación de información. ....	43
3.4.1. Fuentes primarias. ....	43
3.4.2. Fuentes secundarias. ....	43
3.5. Diseño de la investigación. ....	43
3.6. Instrumentos de investigación. ....	44
3.6.1. Guía de observación. ....	44
3.6.2. Guía de la entrevista. ....	44
3.7. Tratamiento de datos. ....	44
3.8. Recursos humanos y materiales. ....	44
3.8.1. Recurso humano. ....	44
3.8.2. Recursos materiales. ....	45
CAPÍTULO IV .....	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	46
4.1. Diagnóstico de la situación actual del proceso de rectificado de la culata (cabezote) de motores a gasolina. ....	47
4.1.1. Procesos operativos de la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. ....	47
4.1.2. Diagramas del proceso de rectificado del cabezote. ....	49
4.2. Evaluación de los limitantes de la productividad y desperdicios existentes en el proceso de rectificado del cabezote. ....	55
4.2.1. Cálculo del TAKT TIME. ....	55
4.2.2. Mapa del flujo de valor VSM (VALUE STREAM MAPPING). ....	57
4.2.3. Desperdicios existentes en el proceso de rectificado del cabezote. ....	64
4.3. Diseño de un plan de implementación de las herramientas lean para la mejora continua del proceso de rectificado del cabezote. ....	66
4.3.1. Plan de implementación de las 5S para la mejora continua del proceso de rectificado del cabezote en la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. ....	67
4.3.2. Plan de mejora continua (Kaizen). ....	95
4.4. Discusión. ....	98

CAPÍTULO V .....	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	99
5.1. Conclusiones.....	100
5.2. Recomendaciones.....	101
CAPÍTULO VI.....	102
BIBLIOGRAFÍA.....	102
6.1. Bibliografía.....	103
CAPÍTULO VII.....	107
ANEXOS .....	107

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Simbología ANSI .....	26
<b>Tabla 2.</b> Simbología ASME.....	27
<b>Tabla 3.</b> Recursos. ....	45
<b>Tabla 4.</b> Procesos de Rectificación.....	48
<b>Tabla 5.</b> Maquinaria de la Microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. ....	49
<b>Tabla 6.</b> Diagrama de análisis de operaciones del proceso de rectificado de la culata. ....	53
<b>Tabla 7.</b> Demanda mensual para el rectificado de cabezotes. ....	55
<b>Tabla 8.</b> Cálculo del TAKT TIME. ....	56
<b>Tabla 9.</b> Tiempo del ciclo de cada operación. ....	57
<b>Tabla 10:</b> Calculo de la disponibilidad.....	58
<b>Tabla 11:</b> Significado de las abreviaturas.....	59
<b>Tabla 12.</b> Clasificación de los elementos de acuerdo a su importancia.....	67
<b>Tabla 13.</b> Acciones correctivas a elementos con tarjeta roja.....	70
<b>Tabla 14.</b> Fotografía de elementos etiquetados con tarjeta roja. ....	72
<b>Tabla 15.</b> Elementos necesarios.....	75
<b>Tabla 16.</b> Elementos innecesarios. ....	76
<b>Tabla 17.</b> Resumen de disposiciones tomadas.....	77
<b>Tabla 18.</b> Objetos necesarios. ....	78
<b>Tabla 19.</b> Ubicación de elementos.....	80
<b>Tabla 20.</b> Fotografías de elementos necesarios. ....	82
<b>Tabla 21.</b> Cronograma de limpieza.....	85
<b>Tabla 22.</b> Fotografías de la limpieza. ....	86
<b>Tabla 23.</b> Ciclo de trabajo 3S. ....	87
<b>Tabla 24.</b> Cronograma de limpieza.....	89
<b>Tabla 25.</b> Responsables de la limpieza. ....	90
<b>Tabla 26.</b> Planificación del orden. ....	92
<b>Tabla 27.</b> Capacitaciones. ....	93
<b>Tabla 28.</b> Formación de la junta directiva. ....	96

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Cabezote o Culata.....	13
<b>Gráfico 2.</b> Cabezote. ....	20
<b>Gráfico 3.</b> Reloj comparador. ....	21
<b>Gráfico 4.</b> Micrómetro. ....	21
<b>Gráfico 5.</b> Rectificadora de superficies planas. ....	22
<b>Gráfico 6.</b> Soldadora eléctrica. ....	22
<b>Gráfico 7.</b> Soldadura MIG. ....	23
<b>Gráfico 8.</b> Pruebas hidrostáticas. ....	23
<b>Gráfico 9.</b> Rectificadora de válvulas. ....	24
<b>Gráfico 10.</b> Ubicación actual de la Microempresa MUNDORECOSMOTOR CÍA. LTDA. .....	41
<b>Gráfico 11.</b> Diagrama de flujo del proceso de rectificado.....	51
<b>Gráfico 12.</b> Diagrama de recorrido del proceso de rectificado del cabezote.....	52
<b>Gráfico 13.</b> Tarjeta roja. ....	69

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Mapa de valor actual del proceso de rectificado del cabezote. ....	60
<b>Ilustración 2.</b> Mapa del valor futuro del proceso de rectificado del cabezote. ....	61
<b>Ilustración 3.</b> Diagrama de Gantt aplicando la mejora del proceso de rectificado del cabezote. ....	63
<b>Ilustración 4.</b> Delimitación de las áreas según colores. ....	91
<b>Ilustración 5.</b> Delimitación de colores para áreas y rutas. ....	93
<b>Ilustración 6.</b> Delimitación de áreas y rutas según colores. ....	94

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Fórmula para el Takt Time. ....	36
<b>Ecuación 2.</b> Formula del tiempo disponible. ....	58
<b>Ecuación 3.</b> Formula de la disponibilidad de la máquina. ....	58
<b>Ecuación 4.</b> Fórmula para el cálculo del tiempo con valor agregado. ....	59
<b>Ecuación 5.</b> Fórmula para el cálculo del tiempo sin valor agregado. ....	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Portada del Plan de mejora continua 5S del proceso de rectificado.....	108
<b>Anexo 1.1.</b> Ficha de la clasificación de elementos en el área de trabajo. ....	109
<b>Anexo 1.2.</b> Tarjeta Roja. ....	110
<b>Anexo 1.3.</b> Ficha de acciones correctivas a los elementos.....	111
<b>Anexo 1.4.</b> Ficha de evidencia de elementos etiquetados. ....	112
<b>Anexo 1.5.</b> Ficha de elementos necesarios.....	113
<b>Anexo 1.6.</b> Ficha de elementos innecesarios.....	114
<b>Anexo 1.7.</b> Ficha de elementos y acción tomada. ....	115
<b>Anexo 1.8.</b> Ficha de lista de objetos necesarios. ....	115
<b>Anexo 1.9.</b> Ficha de materiales y la frecuencia de uso. ....	116
<b>Anexo 1.10.</b> Ficha de fotografías del orden. ....	117
<b>Anexo 1.11.</b> Ficha de manual de la limpieza. ....	118
<b>Anexo 1.12.</b> Ficha de fotografías de la limpieza. ....	119
<b>Anexo 1.13.</b> Ficha de aplicación de las primeras S.....	120
<b>Anexo 1.14.</b> Ficha de la planificación de la limpieza. ....	121
<b>Anexo 1.15.</b> Ficha de los responsables de la limpieza. ....	121
<b>Anexo 1.16.</b> Ficha de la planificación y verificación del orden.....	122
<b>Anexo 1.17.</b> Ficha de la planificación de las capacitaciones. ....	122
<b>Anexo 2.</b> Guía de la observación dirigida a la microempresa.....	123
<b>Anexo 2.</b> Área Administrativa. ....	123
<b>Anexo 2.1.</b> Recopilación de información del proceso de rectificado.....	124
<b>Anexo 3.</b> Área de Rectificado. ....	124
<b>Anexo 3.1.</b> Recopilación de información en el campo de trabajo.....	124
<b>Anexo 3.2.</b> Torneado de pieza.....	125
<b>Anexo 3.3.</b> Mesa para la toma de mediciones.....	125
<b>Anexo 3.4.</b> Maquina Rectificadora de 3 puntos. ....	126
<b>Anexo 3.5.</b> Maquina Prueba Hidrostática. ....	126
<b>Anexo 4.</b> Área de lavado y pulverizado. ....	127
<b>Anexo 5.</b> Ficha técnica de trabajo. ....	127
<b>Anexo 6.</b> Entrevista realizada al Gerente y dueño de la Microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. ....	128
<b>Anexo 7.</b> Reporte de cabezotes rectificadas durante el año. ....	129

## Código Dublin

Título:	HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA MEJORA CONTINUA DEL PROCESO DE RECTIFICADO DE MOTORES A GASOLINA EN LA MICROEMPRESA MUNDO RECONSMOTOR CÍA. LTDA.			
Autor:	FABRICIO RAÚL AGUILERA DAZA			
Palabras clave:	Lean Manufacturing	Takt Time	proceso	mejora continua
Fecha de publicación:				
Editorial:	Quevedo, UTEQ 2021			
Resumen:	<p><b>Resumen.</b> - El presente proyecto de investigación se realizó en la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA LTDA., en el cual se desarrolló herramientas Lean Manufacturing para la mejora continua del proceso de rectificación del cabezote abordando herramientas como el Takt Time, el mapa de flujo de valor (Value Stream Mapping, VSM), las 5S del orden y la limpieza, Kaizen que están enfocados a mejorar constantemente el proceso. El objetivo de aplicar esta metodología Lean Manufacturing es crear buenos hábitos en el área de trabajo, involucrando a cada uno de los trabajadores. Para abordar la temática de este trabajo se identificaron los posibles problemas mediante la observación y entrevista a los colaboradores realizando un estudio de todos los elementos que intervienen en el proceso como; las máquinas y equipos, los operarios, los puestos de trabajo. En el desarrollo de esta investigación se utilizó las herramientas de registro y análisis como; el diagrama de flujo, diagrama de recorrido y diagrama de análisis de operaciones que permitieron diagnosticar la situación actual de la microempresa, determinando el modo y tiempo en que se realizan las actividades en el proceso. Con la aplicación de la metodología Lean específicamente el diagrama gráfico Value Stream Mapping se identificó los limitantes de la productividad y desperdicios que presenta el proceso siendo estos movimientos innecesarios, defectos, retrabajos, actividades innecesarias, esperas y búsquedas, transporte de materiales, herramientas y ciertas operaciones de más, lo que provoca que el proceso se prologue mucho más, no obstante se planteó el diseño de un plan de implementación de las herramientas 5S y Kaizen buscando obtener un proceso sistematizado con mejores procedimientos que involucre a todo el personal que labora en la microempresa con la finalidad de innovarse constantemente.</p> <p><b>Abstract.</b> - This research project was carried out in the micro-company MUNDORECONSMOTOR CÍA LTDA., In which Lean Manufacturing tools were used for the continuous improvement of the head rectification process, addressing tools such as Takt Time, the value stream map (Value Stream Mapping, VSM), the 5S of order and cleanliness, Kaizen that are focused on constantly improving the process. The objective of applying this Lean Manufacturing methodology is to create good habits in the work area, involving each of the workers. To address the subject of this work, possible problems were identified by observing and interviewing the collaborators who carry out a study of all the elements that intervene in the process, such as; machines and equipment, operators, jobs. In the development of this research, registration and analysis tools such as; the flow diagram, path diagram and operations analysis diagram that allowed diagnosing the current situation of the microenterprise, determining the way and time in which the activities are carried out in the process. With the application of the Lean methodology specifically the Value Stream Mapping graphic diagram, the limitations of productivity and waste presented by the process were identified, these being unnecessary movements, defects, rework, unnecessary activities, waiting and searches, transport of materials, tools and certain operations of more, which causes the process to be prolonged much more, however, the design of an implementation plan of the 5S and Kaizen tools was proposed, seeking to obtain a systematized process with better procedures that involves all the personnel working in the microenterprise in order to constantly innovate.</p>			
Descripción:	hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM			
URI:				

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basa en el mejoramiento continuo del proceso de rectificado de cabezotes en la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA., dicha investigación trató sobre la utilización de herramientas Lean Manufacturing en el rectificado, las cuales buscan descubrir continuamente las oportunidades de mejora que se encuentran ocultas en toda microempresa debido a que siempre existen desperdicios que pueden ser eliminados con la finalidad de crear una organización más efectiva, innovadora y eficiente.

Mediante la utilización de herramientas de registro y análisis tales como: el diagrama de flujo, diagrama de recorrido y diagrama de análisis de operaciones se diagnosticó la situación actual del rectificado. Con dichas herramientas se determinó la secuencia de las actividades, tiempos de cada operación y las distancias recorridas que conlleva la ejecución del proceso que se realiza.

Con la herramienta Value Stream Mapping (VSM) actual se implementó un sistema estructurado como base en el cual se identificaron las operaciones que no aportan valor y posterior a eso se desarrolló el (VSM) futuro con las posibles mejoras a implementar, eliminando las actividades que no contribuyen en el proceso.

Se propuso la implementación de las 5S del orden y la limpieza al proceso de rectificado y así lograr la mejora continua, reducir costes de operación, minimizar errores, disminuir el desperdicio, mejorar la eficiencia de los procesos, incrementar la productividad y elevar los niveles de calidad de la microempresa, involucrando a todos los trabajadores.

Para abordar la temática de este trabajo de investigación se estructuró siete capítulos, los cuales son los siguientes:

**Capítulo I.** Se basa en establecer el planteamiento del problema de la investigación, los objetivos que se pretende cumplir y la justificación.

**Capítulo II.** Se describe la fundamentación teórica de la investigación los cuales son el conjunto de principios teóricos que guían o sustentan el objeto investigativo las Herramientas Lean Manufacturing en el proceso de rectificado de motores a gasolina en la

microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA., contribuyendo a la formación del marco teórico y conceptual.

**Capítulo III.** Se detalla la metodología investigativa, técnicas de investigación, materiales y equipos utilizados.

**Capítulo IV.** Se desarrollaron los resultados y discusión acorde a los objetivos planteados, donde se refleja el diagnóstico de la situación actual, la evaluación de los limitantes de la productividad y desperdicios existentes, a más de eso el diseño de un plan de implementación de las herramientas lean para la mejora continua del proceso.

**Capítulo V.** Se detallan las conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los objetivos planteados.

**Capítulo VI.** Se muestran las diferentes fuentes bibliográficas utilizadas para el desarrollo de la investigación.

**Capítulo VII.** Está compuesto por ilustraciones y fotografías complementando la investigación.

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de investigación**

### **1.1.1. Planteamiento del problema.**

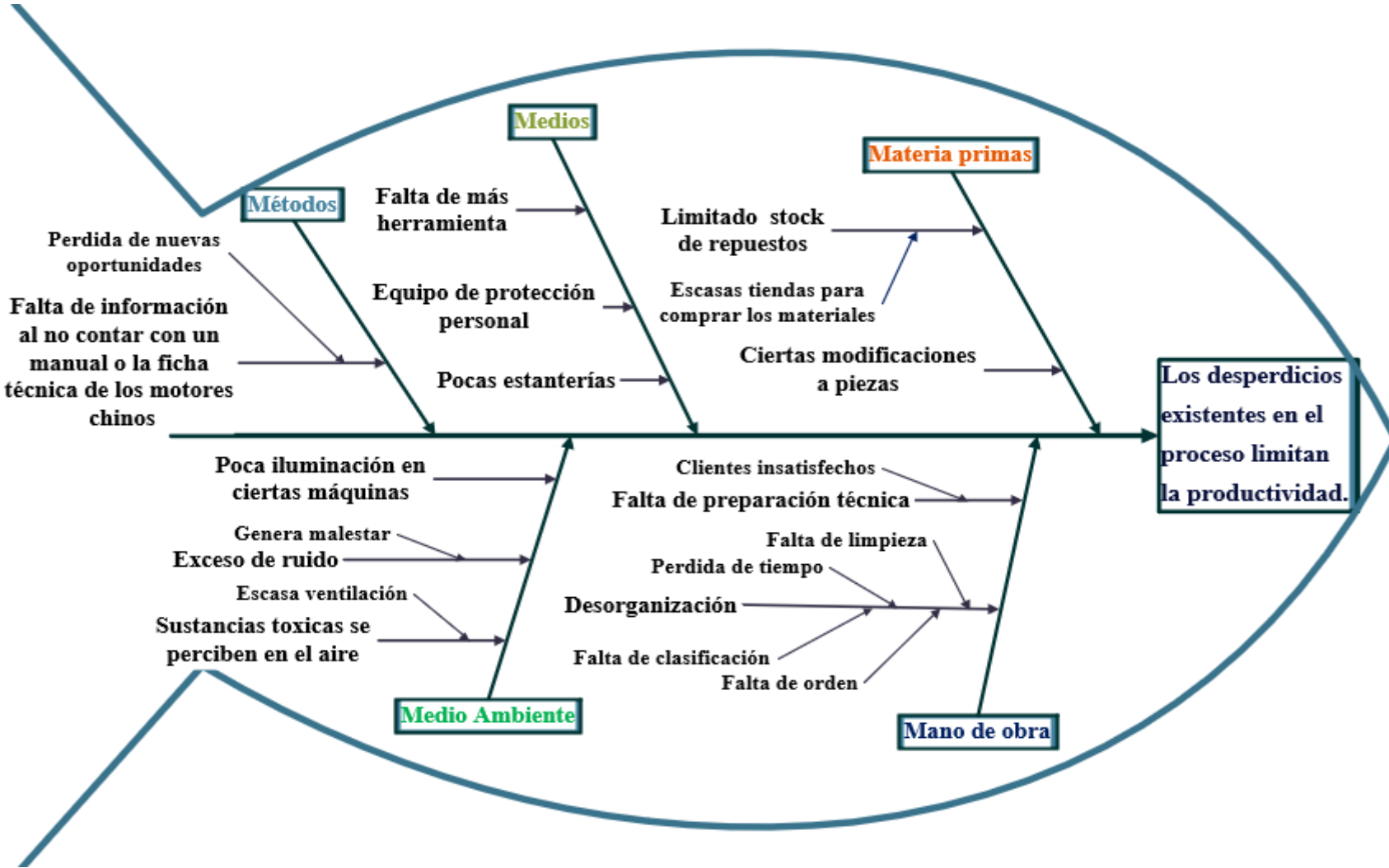
En la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA., se han detectado desperdicios en el proceso de rectificación del cabezote, a esto se suma los nuevos motores chinos que están ocasionando problemas a la microempresa ya que no cuenta con un manual o fichas técnicas, lo que implica hacer estudios a cabezotes similares de ciertas marcas para proceder a realizar el rectificado, al realizar estas rectificaciones con fichas técnicas de otros cabezotes se podría generar algún defecto ocasionando el retrabajo de las piezas, a esto se suma los procesos que estén de más por no hacerse un buen estudio de las falencias que presenta el cabezote.

Por la carencia de herramientas en el proceso de rectificado del cabezote estas se las debe pedir a ciertas áreas lo que implica en ciertos casos esperar hasta que la desocupen, como también se ocasionan una serie de movimientos en vano al localizar herramientas, materiales, instrucciones o fichas técnicas por no asignarles un determinado lugar. A la falta de equipos con dispositivos a prueba de errores surgen actividades innecesarias en muchos casos se realiza demasiadas inspecciones o verificaciones.

#### **Diagnóstico.**

La microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA., presenta inconvenientes al buscar herramientas y materiales debido a la desorganización existente en el área, falta de fichas técnicas de los motores chinos, falta de dispositivos para predecir ciertos errores que se puedan generar, el exceso de verificaciones y movimiento de más por material que se necesite.

Diagrama causa efecto.



Elaborado por: Aguilera Daza Fabricio (2021).

## **Pronóstico.**

La microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA., se encuentra en un estado de desorganización en dónde se debe analizar cada puesto de trabajo para que cuenten con lo necesario en el proceso.

Al no organizar cada puesto de trabajo se podría ocasionar un accidente, mayores serán los gastos que se ocasionen por no aplicar una corrección a tiempo.

Con la implementación de la metodología 5S del orden y la limpieza se va a reorganizar cada una de las áreas con lo cual se mantendrá lo necesario en el lugar de trabajo, disminuyendo el tiempo de búsqueda.

La calidad del trabajo y el precio para realizar el rectificado se mantendrá, los procesos serán más precisos y las actividades a realizar serán exactas logrando mayor beneficio y acortando el tiempo en el proceso.

### **1.1.2. Formulación del problema.**

¿Qué mecanismos o metodología de mejora continua se podrían aplicar en el proceso de rectificación del cabezote de motores a gasolina para elevar la productividad?

### **1.1.3. Sistematización del problema.**

¿Cuál es la situación actual del proceso de rectificado del cabezote?

¿Mediante que técnicas o herramientas se va a evaluar los limitantes de la productividad y desperdicios existentes en el proceso?

¿Cómo se podrá implantar mejoras en el proceso de rectificado del cabezote?

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo General.**

- Desarrollar herramientas Lean Manufacturing para la mejora continua del proceso de rectificación del cabezote en la microempresa rectificadora de motores a gasolina MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.

### **1.2.2. Objetivos Específicos.**

- Diagnosticar la situación actual del proceso de rectificado del cabezote de motores a gasolina en la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.
- Evaluar los limitantes de la productividad y desperdicios existentes en el proceso de rectificado del cabezote de un motor.
- Diseñar un plan de implementación de las herramientas lean para la mejora continua del proceso de rectificado del cabezote.

## **1.3. Justificación.**

Al realizar el estudio de los procesos que se ejecutan en las microempresas se determinó el estado en el que se encuentra la organización, descubriendo desperfectos que se están generando debido a la falta de organización.

En la empresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA., se detectó la desorganización que presenta el proceso en dónde cada puesto de trabajo debe ser analizado minuciosamente para aportar con cambios positivos de mejora, contribuyendo con el proceso de rectificación de cabezote para que tenga un mejor desenlace al ejecutarse.

Este estudio beneficiara a la microempresa al aplicar las mejoras en el proceso mediante la aplicación de herramientas Lean, y lograr agregar valor a cada una de las actividades que se realizan.

Al aplicar las 5S del orden y la limpieza, mayores serán los beneficios en las microempresas, la inversión que se realice al ejecutar el proceso será menor, con una mejor calidad obteniendo mayores ganancias del servicio o producto que se ofrece.

Las microempresas dejan pasar por alto ciertos desperdicios que se generan debido a que no se los puede ver a simple vista, mucho más si no analizan el proceso que realizan, se toman como si las actividades están siendo al cien por ciento satisfactorias.

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco Conceptual.**

### **2.1.1. Proceso.**

Es un conjunto de actividades que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en bienes o servicios capaces de satisfacer las expectativas de distintas partes interesadas: clientes externos, clientes internos, accionistas, comunidad, etc. [1].

### **2.1.2. Proceso de rectificado.**

El proceso de rectificado consiste en una operación de mecanizado en la que una herramienta llamada muela desbasta la superficie de la pieza sustrayendo virutas cortas y delgadas obteniendo un grado de terminación superficial, exactitud de forma geométrica y precisión dimensional [2].

Permite restaurar piezas que por causas del uso constante del vehículo se han desgastado considerablemente provocando pérdida de compresión, disminución de la potencia y hasta evitando el arranque de éste. Por lo que los usuarios prefieren reparar la parte del motor afectada y evitar así la adquisición de un nuevo motor que fácilmente triplicaría el costo de la reparación [3].

El rectificado es una técnica de mecanizado similar al realizado por fresadoras y tornos. Para el rectificado de motores se utiliza una maquinaria específica, diseñada para el trabajo en las distintas piezas del automóvil, como pueden ser las utilizadas para rectificar cilindros, rectificadora de cabezote, rectificadora del cigüeñal [3].

El proceso de rectificado de un motor se lo debe ejecutar con la maquinaria y tecnología adecuada, en talleres especializados y con técnicos que posean todo el conocimiento en la materia, ya que de ello dependerá la decisión correcta del reparar o cambiar la pieza para continuar con un adecuado funcionamiento del motor [3].

Al rectificar una pieza se tomará en consideración el movimiento que realizará la máquina, además de utilizar la muela adecuada de acuerdo a la superficie en la que se va a trabajar ya que todo esto afecta directamente en el acabado de la pieza [4].

### **2.1.2. El motor de combustión interna.**

El motor de combustión interna ha ido cambiando a medida que ha pasado el tiempo hasta la actualidad, desde sus inicios nadie apostaba por el, debido a la existencia de la máquina de vapor que era más competente [5].

El motor de gasolina desarrollado por Daimler en aquel entonces era el más eficaz y el que dominaba toda la maquinaria industrial y de la industria automovilística, pero por otra parte, otro ingeniero trabajaba con el fin de superar el motor ideado por Otto [5].

El motor de combustión interna es el encargado de transformar la energía térmica que le proporciona el combustible en energía mecánica. Estos motores se llaman de combustión interna porque realizan su trabajo en el interior de una cámara cerrada mediante la aportación del calor producido al quemarse el combustible. En este caso la presión de los gases de la combustión y el calor generado en el interior, provocan el movimiento de un mecanismo que se aprovechara como fuente de energía [6].

La energía mecánica es indispensable para poner en funcionamiento las diferentes máquinas, esta energía se puede obtener utilizando energía térmica, hidráulica, solar y eólica. La más utilizada es la energía térmica que se obtiene de la quema de los combustibles de naturaleza orgánica tales como los hidrocarburos. Dentro de los equipos que transforman la energía térmica en trabajo se encuentran los motores de combustión interna, los cuales consumen el 80% de la energía derivada de los hidrocarburos a nivel mundial. Los motores de combustión interna transforman la energía térmica del combustible en trabajo útil [6].

Un motor de combustión interna tiene como propósito la producción de trabajo mecánico a partir de la energía química contenida en un combustible. En los motores de combustión interna la energía es liberada por la quema u oxidación del combustible dentro del motor [6].

La finalidad de un motor es la de realizar un trabajo lo más eficazmente posible, para eso varias personas idearon el motor de combustión interna que reemplazaría a la máquina de vapor, de esta manera optimizarían el mundo del motor [7].

En el siguiente apartado se mencionarán las partes principales de un motor de combustión interna:

#### **2.1.2.1. Partes fijas:**

- Cabezote o culata
- Block de cilindros
- Carter

#### **2.1.2.2. Partes móviles:**

- Pistones
- Bielas
- Cigüeñal
- Válvulas

La presente investigación se basará en una de las partes fijas del motor la cual se describirá a continuación.

#### **2.1.2.3. Culata o cabezote.**

El cabezote es una de las piezas más importantes y costosas del motor. Se fabrica en aleaciones de aluminio y de fundición. Esta pieza sólo se rectifica si el fabricante lo completa en el manual de reparaciones [8].

La culata o cabeza es un elemento construido de varias aleaciones de metales cuya principal función es aliviar el peso y obtener una mejor conductividad térmica, se aloja en la parte superior del bloque de cilindros el cual permite el cierre hermético de la cámara de combustión [8].

La culata es la parte superior del motor en donde se encuentran las válvulas de admisión y de escape, el eje de levas, las bujías y las cámaras de combustión. En la culata es donde encontramos todo el sistema de distribución, aunque antiguamente el eje de levas se encontraba en la parte interior del motor [7].

La culata también tiene conductos de refrigeración y lubricación al igual que el bloque motor, para que por aquí pasen los correspondientes líquidos [7].

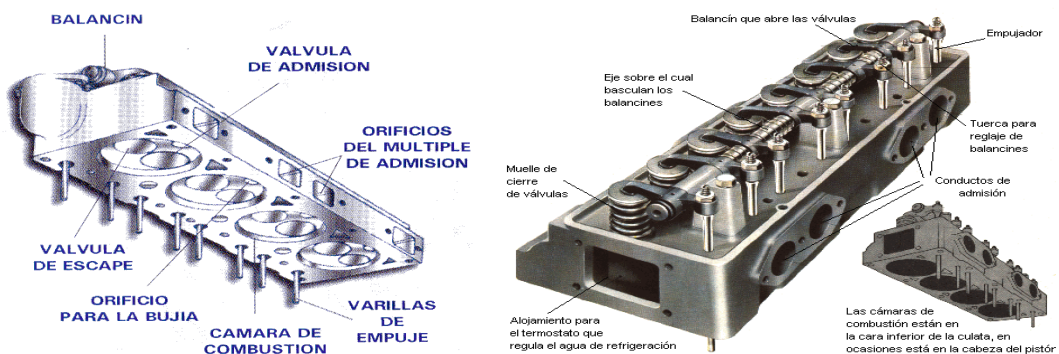
La culata es la parte estática del motor que más se calienta, por eso su construcción ha de ser muy cuidadosa. Una culata debe ser resistente a la presión de los gases, ya que en la cámara de combustión se producen grandes presiones y temperaturas, poseer buena conductividad térmica para mejorar la refrigeración, ser resistente a la corrosión y poseer un coeficiente de dilatación exactamente igual al del bloque motor [7].

La culata, al igual que el bloque motor, se construye de aleaciones de hierro con aluminio, con pequeñas porciones de cromo y níquel [7].

En la culata encontramos los siguientes componentes:

- Cámara de combustión
- Válvulas
- Guías y asientos de válvulas
- Árboles de levas
- Bujías

*Gráfico 1. Cabezote o Culata.*



**Fuente:** GEOCITIES. WS. (2019)

### **2.1.3. Mejora continua.**

La mejora continua se aplica de manera gradual y ordenada a través de eventos o procesos de mejora, de modo que se involucre a todas las personas en la empresa y se busquen las soluciones óptimas a aquellos procesos que no funcionan [9].

Estos procesos de mejora se llevan a cabo, generalmente, cuando se dan algunas de las situaciones siguientes: [9]

- Se quiere mejorar la distribución de las áreas de actividad.
- Es preciso mejorar el orden y la limpieza.
- Es necesario hacer eficiente el uso de los equipos.

### **2.1.4. Mejora continua de procesos.**

La mejora continua un conjunto de acciones planeadas, organizadas, integradas y sistematizadas para obtener cambios en los procesos, es una estrategia de la gestión empresarial que consiste en desarrollar mecanismos sistemáticos para mejorar el desempeño de los procesos y como consecuencia, elevar el nivel de satisfacción de los clientes internos o externos y de otras partes interesadas [10].

La mejora continua se fundamenta en una cultura organizacional sólida de profundos valores, donde el primordial de aquellos es el enfoque al cliente; es también vital contar con un liderazgo de la alta dirección que apoye y reconozca las iniciativas del personal [10].

### **2.1.5. Pensamiento Lean.**

El pensamiento Lean es un proceso enfocado en el incremento de valor agregado en productos y servicios y en la reducción del desperdicio, proporciona un método para especificar valor, llevar a cabo las actividades sin interrupción siempre que alguien las solicite y realizarlas de forma cada vez más eficaz. Lean es un sistema que proporciona hacer más con menos es decir menos esfuerzo humano, equipamiento, tiempo con la finalidad de ofrecer al cliente lo que desea [11].

También proporciona un modo de trabajar más satisfactorio ofreciendo un *feedback* inmediato de los esfuerzos para convertir *muda* en valor. Y, un fuerte contraste con la moda reciente de la reingeniería de procesos, proporciona un método para crear nuevo trabajo, en lugar de simplemente destruir puestos de trabajo en nombre de la eficiencia [11].

### **2.1.6. Manufactura Esbelta o Lean Manufacturing.**

Es una metodología de trabajo desarrollada en Japón poco después del fin de la Segunda Guerra Mundial. Implementada inicialmente en la compañía fabricante de automóviles Toyota, le permitió en pocos años pasar de ser una pequeña empresa con serias limitantes económicas a competir y superar a las poderosas fabricantes estadounidenses [12].

Su metodología fue conocida inicialmente como Toyota Production System y más tarde se implementó en empresas de muy diversa tipología, tanto de producción industrial como de servicios, en diferentes países del mundo [12].

Lean Manufacturing no se lo puede definir directamente ni tampoco es un sistema que rompa todo lo conocido. Este sistema consiste en combinar distintas técnicas de acuerdo a las necesidades que presente un proceso. El pensamiento Lean se va desarrollando como consecuencia del aprendizaje que se va adquiriendo sobre su implementación y adaptación de las diferentes técnicas a los distintos entornos industriales [13].

### **2.1.7. Herramientas que se utilizan en la Manufactura Esbelta.**

#### **2.1.7.1. Justo a tiempo (JIT).**

Ohno desarrolló una nueva manera de coordinar el flujo de componentes a través de la cadena de suministro en el día a día con el sistema justo a tiempo, que se ha hecho posible gracias al sistema Camban. La idea fue convertir un gran grupo de suministradores y de componentes en una gran máquina, como la planta Highland Park de Ford, dictando que las piezas sólo serían producidas para satisfacer la demanda inmediata del siguiente paso del proceso [14].

### **2.1.7.2. Producir a un ritmo o Takt Time.**

La palabra Takt viene del alemán “taktzeit” que significa ritmo, compás; hablando en términos para la ingeniería industrial es tiempo de ciclo, pero a diferencia del tiempo del ciclo se conoce, este mide el ritmo de trabajo en una planta de manufactura. En lo que respecta a la producción esbelta, el TAKT TIME es el ritmo en que los productos deben ser completados o finalizados para satisfacer las necesidades de la demanda [14].

### **2.1.7.3. Diagrama de Flujo de Valor (Value Stream Mapping, VSM).**

Un flujo de valor son todas las acciones (tanto con valor agregado como sin valor agregado) actualmente requerido para llevar un producto a través de principales flujos esenciales para cada producto: el flujo de producción de materia prima a brazos del cliente, y el flujo de diseño desde el concepto hasta el lanzamiento [15].

El mapa de flujo de valor es una metodología desarrollada para dar a las empresas de fabricación mejora duraderas y ayudarles a identificar los residuos y la causa de los residuos. Además afirma que una herramienta de mapeo de procesos es reconocida como un importante instrumento de gestión para la comprensión de cómo se entrega el valor para los clientes [16].

### **2.1.7.4. Las 5S para el orden y limpieza.**

La estrategia de las 5S es una metodología de trabajo desarrollada por la industria japonesa después de la II Guerra Mundial, debido a que existía la necesidad de incorporarse nuevamente al mercado internacional después que las industrias en general fueran casi totalmente destruidas, enfrentando en aquel entonces una sensible baja en la economía y en la producción de bienes y servicios. En esa búsqueda de elevar el nivel de competitividad y reputación, ya que mundialmente se consideraba que los productos fabricados en Japón eran baratos y de baja calidad, por lo que iniciaron la solicitud de apoyo técnico a otros países [17].

Las 5S es una metodología práctica para el establecimiento y mantenimiento del lugar de trabajo bien organizado, ordenado y limpio, a fin de mejorar las condiciones de seguridad, calidad en el trabajo y en la vida diaria. Está integrado por cinco palabras japonesas que inician con la letra “s”, que resumen tareas simples que facilitan la ejecución eficiente de las actividades laborales [17].

La metodología 5S es una herramienta de la Manufactura Esbelta que trata de establecer y estandarizar una serie de rutinas de orden y limpieza en el puesto de trabajo, se utiliza para configurar y mantener la calidad del entorno de trabajo en una organización. 5S es la metodología de creación y mantenimiento de un lugar de trabajo bien organizado, limpio, de alta eficiencia y de alta calidad [18].

El nombre de la metodología de las 5S, proviene de los términos japoneses de los cinco elementos básicos del sistema: Seiri (selección), Seiton (sistematización), Seiso (limpieza), Seiketsu (normalización) y Shitsuke (autodiciplina) [18].

1. Seiri (seleccionar). Seleccionar lo necesario y eliminar lo que no lo es.
2. Seiton (orden). Cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa.
3. Seiso (limpiar). Esmerarse en la limpieza del lugar y de las cosas.
4. Seiketsu (estandarizar). Cómo mantener y controlar las tres primeras S.
5. Shitsuke (autodiciplina). Convertir las 4S en una forma natural de actuar.

#### **2.1.7.5. EL KAIZEN.**

Palabra japonesa KAIZEN que significa “mejoramiento”, todavía no tiene una explicación detallada que le permita brindar mayor claridad de su contenido teórico. Diferentes autores han intentado explicarlo desde diferentes perspectivas. El propio Imai (1989: 23) lo define como: “Mejoramiento y aún más significa mejoramiento continuo que involucra a todos, gerente y trabajadores por igual”. Para Newitt (1996), la definición de Imai (1986, 1989), se basa en que la palabra KAIZEN es una derivación de dos ideogramas japonesas que significan: KAI= Cambio, ZEN= Bueno [19].

Es importante indicar después de analizar la literatura que el KAIZEN ha sido un término que sigue en evolución, lo que ha traído como consecuencia, diferentes significados dependiendo del tiempo y el contexto organizacional en que se ha presentado [19].

La esencia de KAIZEN significa mejoramiento. Más aún, KAIZEN significa mejoramiento progresivo que involucra a todos, incluyendo tanto a gerentes como a trabajadores [20].

El mejoramiento puede dividirse en KAIZEN e innovación. KAIZEN significa mejoras pequeñas realizadas en el statu quo como resultado de los esfuerzos progresivos. La innovación implica una mejora drástica en el statu quo como resultado de una inversión más grande en nueva tecnología y/o equipo [20].

## **2.2. Marco referencial.**

### **2.2.1. La manufactura.**

La evolución de la manufactura moderna lo marcó James Watt con el invento de la máquina a vapor de doble acción, en 1776. Al cumplirse estos se puso en marcha la Revolución Industrial. Años después, la propuesta de Eli Whitney con su maravillosa maquinaria de piezas intercambiables, en 1798, siendo este un mayor aporte a la producción masiva, sembrando con ello las bases de lo que hoy se conoce como estandarización [21].

### **2.2.2. Manufactura y servicios.**

Generalmente, en las empresas tradicionales el área de producción y el área de servicio actúan de acuerdo con un programa definido por planificación, que debe ser cumplido a tiempo, con la calidad y el costo adecuado. Lo cierto es que las cualidades de dicho producto o servicio no siempre son medidas por estas mismas áreas, ya que si preguntamos a cualquier persona de este departamento si estamos ganando o perdiendo dinero con lo que acaba de producirse, casi siempre nos piden que le preguntemos a finanzas; o si queremos saber si el cliente lo recibe en el tiempo acordado, nos dicen que le preguntemos al área de entregas [22].

### **2.2.3. Rectificado de la culata o cabezote.**

En los motores de gasolina los fabricantes no suelen suministrar espesores distintos de junta de culata, por lo que en un rectificado del plano de la culata no se contempla montar juntas de culata de mayor espesor, para compensar el material de la culata rectificado. Cuando se rectifica la culata hay que tener en cuenta dos cosas: primero que aumenta la relación de compresión del motor y la otra cosa a tener en cuenta es la posibilidad de que las válvulas toquen en los pistones [23].

El procedimiento se realiza con una rectificadora de superficies planas y una previa verificación de la apertura de las válvulas especialmente si el árbol de levas ha sido modificado para no tener un posible golpe mecánico en altas revoluciones [24].

En la parte interna de las cámaras de combustión se procede a pulir la superficie de la misma para obtener una superficie lisa tipo espejo, esto se realiza con gasolina y una lija de agua fina, no se recomienda rectificar debido a que la cámara posee una figura específica para que el flujo de mezcla forme una correcta turbulencia para una mejor combustión [24].

*Gráfico 2. Cabezote.*



**Fuente:** Autorradiador S.A. (2020)

#### **2.2.3.1. Trabajos que se realizan en el rectificado del cabezote.**

- ❖ Rectificar asientos.
- ❖ Rectificar válvulas.
- ❖ Cambio de guías.
- ❖ Cambio de anillos.
- ❖ Perforar para colocar guías.
- ❖ Perforar para colocar anillos.
- ❖ Hacer anillos.
- ❖ Construir guías.
- ❖ Armar cabezote.
- ❖ Cepillar cabezote.
- ❖ Reparar rosca de bujía.
- ❖ Calibrar válvulas.
- ❖ Prueba hidrostática.
- ❖ Asentar árboles.
- ❖ Cambio precámaras.
- ❖ Rectificado de alojamientos de árbol levas.
- ❖ Rellenar alojamientos.
- ❖ Rellenar superficie plana y espárragos.

### 2.2.3.2. Instrumentos de medida para el rectificado.

- **Reloj comparador.** – Es un instrumento para medir longitudes y formas, mediante medida diferencial [25].

*Gráfico 3. Reloj comparador.*



**Fuente:** MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. (2021)

- **Micrómetro.** – Es un instrumento de medición de forma directa, que por lo general se utiliza para hacer lecturas del orden de centésimas de milímetros, hasta milésimas de milímetros en el sistema métrico decimal [25].

*Gráfico 4. Micrómetro.*



**Fuente:** MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. (2021)

### 2.2.3.3. Máquinas que intervienen en el rectificado del cabezote.

- **Rectificadora de superficies planas con muelas frontales.** – Se caracteriza por tener una muela que gira sobre un husillo vertical, que trabaja de manera plana o perpendicular a la superficie a rectificarse sobre la pieza y se desliza con un movimiento rectilíneo. Se utiliza generalmente para eliminación de material de una forma rápida [25].

**Gráfico 5.** Rectificadora de superficies planas.



**Fuente:** MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. (2021)

- **Soldadora al arco eléctrico SMAW.** – Se compone básicamente de una fuente de poder, porta electrodo, y cable de fuerza. Este tipo de soldadura es uno de los procesos de unión de metales más antiguo que existe, su inicio data de los años 90 de siglo XVIII [26].

**Gráfico 6.** Soldadora eléctrica.



**Fuente:** INFRA. (2019)

- **Soldadura MIG.** – Cuenta con una fuente de poder y un equipo adicional, que permite mantener de forma continua la alimentación del alambre para soldar, además de eso la antorcha varia significativamente ya que debe de facilitar también la inyección del gas de protección [26].

*Gráfico 7. Soldadura MIG.*



**Fuente:** INFRA. (2019)

- **Máquina de pruebas hidrostáticas.** – Consiste en inyectar agua en el interior de un cabezote y llevarlo a una presión predeterminada, realizándole la respectiva prueba hermeticidad, de modo que se pueda determinar si posee algún tipo de falla o por el contrario está en condiciones óptimas de uso [27].

Estas pruebas se las hace por medio de dos bombas hidráulicas, las cuales funcionan con su respectivo motor eléctrico, una con alto caudal para poder disminuir el tiempo de llenado y la otra bomba con capacidad despresurización de 15000 psi, que es lo máximo que podrá alcanzar el banco de pruebas [27].

*Gráfico 8. Pruebas hidrostáticas.*



**Fuente:** MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. (2021)

- **Rectificadora de válvulas.** – Es una técnica sin centros, en donde la válvula rota sobre el vástago permitiendo un rango mayor de utilización desde 4 hasta 16mm sin necesidad de cambiar mordazas y mandriles o utilizar algún otro equipo [28].

*Gráfico 9. Rectificadora de válvulas.*



**Fuente:** MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. (2021)

#### **2.2.4. Flujogramas.**

Los flujogramas son ideales para representar procesos complejos que exigen una serie de decisiones, con diversas acciones como resultados de cada decisión; describen individualmente los procedimientos para diversas porciones del sistema [29].

Los diagramas de flujo, no son sólo valiosos en los manuales, sino también una herramienta técnica muy importante para guiar la ejecución del proceso en forma ordenada y esquemática, mostrando la secuencia lógica y dinámica del trabajo; permitiendo conocer y comprender las unidades administrativas y cargos que intervienen en ella y el proceso que se describe a través de documentos e instructivos [29].

Al escribir sobre el procedimiento general de la empresa, resulta útil organizar las diversas etapas en un diagrama de flujo antes de iniciar la elaboración y redacción de los manuales de funciones y de procedimientos. Así mismo, se elaboran diagramas de operación o curso gramas analíticos donde se indica la secuencia de las actividades mediante su simbología normalizada y el tiempo de cada una de ellas [29].

### **2.2.5. Diagrama de flujo de proceso.**

Marelys Núñez y Alexis Sarmiento autores de la metodología para el estudio de procesos de producción de bienes y servicios [30], Es importante resaltar que antes de emprender cualquier proceso de mejora se debe enfocar la atención en dos elementos importantes: el primero, el registro de cómo se está haciendo el trabajo y segundo, priorizar lo que se va a estudiar para que el proyecto no resulte algo inabarcable e interminable, lo que terminaría desmotivando a las personas y muchas veces, en el fracaso. Se propone una metodología que permitirá la revisión de las tareas desarrolladas en organizaciones productoras de bienes y servicios, la cual contempla como elementos iniciales: motivar e involucrar a los trabajadores, así como también, reconocer la relevancia de los procesos que se llevan a cabo, identificando aquellos susceptibles de mejoras, puntualizando las tareas medulares y aquellas que no lo son, pero aun así necesarias para la producción [30].



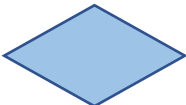






El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlo y, por ende, reducir sus costos [31].

Además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimiento y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. En el diagrama de flujo del proceso, se van situando las diferentes acciones y tareas que los componen, así como el orden en que se realizan. Los diagramas de flujo de proceso, por lo tanto, necesitan varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos [31].

Al representar y dibujar un diagrama de flujo existe una simbología comúnmente aceptada. ANSI (American Normalization and Standardization Institute) ha publicado una lista con símbolos nos ayudan a realizar diagramas de flujo [32].

### 2.2.5.1. Simbología ANSI 1918.

*Tabla 1. Simbología ANSI*

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Operación: Se usa para describir cualquier actividad. En el interior del rectángulo se escribe una breve descripción de la actividad.
	Límites del proceso: Indica el inicio y el final de un proceso. En el interior del óvalo aparece la palabra inicio o fin.
	Punto de Decisión: Denota que en ese punto se toma una decisión. Los outputs salidos del diamante, son siempre dos y del tipo Si / No.
	Movimiento: Muestra el movimiento de un output entre distintos puntos de la organización.
	Conector: Señala que el output de ese proceso puede ser el input de otro (la letra indica el proceso de entrada).
	Dirección del flujo: Denota la dirección y el orden de los pasos.
	Documento: Documento / registro.
	Listado: Listados / notas de trabajo acumulado, información referente a la actividad.
	Base de datos: Punto de archivo donde se retiene temporalmente la información, en espera que se cumplan otras condiciones para continuar el proceso.

**Fuente:** WIMSERVICES (2017).

### 2.2.6. Diagrama de recorrido.

Es un plano del área de trabajo donde se indica la trayectoria seguida por el objeto o actividad que se estudia, acompañado de los símbolos de análisis de procesos de la ASME, colocados sobre el plano, para indicar lo que sucede al objeto o actividad a su paso por el proceso.





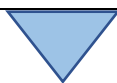
Este diagrama es particularmente útil, porque proporciona una vista global compacta y general, de un proceso en existencia o propuesto. Es un auxiliar valioso en el trabajo de distribución de la planta [29].

Su elaboración familiariza rápida y efectivamente al ingeniero con el proceso completo y el lugar donde se desarrolla cada actividad. Un estudio sistemático de todo los trabajos y movimientos sirve para proyectar cambios, ahorrar tiempo y espacio, utilizar herramientas adecuadas y colocar tanto las herramientas como los suministros en lugares apropiados. [29]

Para facilitar el estudio del proceso de fabricación, se usan diagramas simplificados que utilizan un lenguaje y unos símbolos que incluyen varios conjuntos y estándares de elementos, a partir de los cuales es posible describir más rápida y efectivamente la secuencia de una actividad productiva. Dicho lenguaje y símbolos fueron propuestos y publicados por ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos), el 21 de mayo de 1947 y son hoy ampliamente utilizados, por su facilidad de comprensión [29].

### 2.2.6.1. Simbología ASME 1880.

*Tabla 2. Simbología ASME.*

ELEMENTOS	SÍMBOLOS	USOS
Operación		Estudio del proceso de fabricación.
Trasporte		
Inspección		
Demora		
Almacenamiento		

**Fuente:** WIMSERVICES (2017).

### 2.2.7. Diagrama de Gantt.

Los diagramas de Gantt, son un sistema gráfico que se ejecuta en dos dimensiones; en el eje de las abscisas se coloca el tiempo y en el eje de las coordenadas se colocan las actividades a desarrollar. Este diagrama es muy útil para mostrar la secuencia de ejecución de operaciones de todo un paquete de trabajo y tiene la virtud que puede utilizarse tanto como una herramienta de planificación, así como una herramienta de seguimiento [33].

La programación del proyecto se verá reflejado en el diagrama en donde básicamente se representa en graficas el tiempo de ejecución y las actividades facilitando de esta manera el seguimiento de las tareas que se van realizando, a su vez se ira registrando que actividad necesita una reprogramación si se presentan retrasos. El gráfico finalmente es utilizado como información que será entendido como un resumen del proyecto para cada operario involucrado en la obra [33].

### **2.2.8. Limitantes de la productividad.**

Aunque en la actualidad se habla mucho sobre la productividad, en realidad muy pocos son los que conocen su significado y sobre todo, cómo medirla para poder mejorarla.

En un mundo global, donde la competitividad se ha convertido en la mayor arma estratégica, muchas empresas se esfuerzan por aumentar sus ventas, disminuir sus costos y mejorar su imagen, pero son pocas las que realmente están logrando resultados tangibles [21].

En un proceso se utilizan, personas, recursos naturales, tecnología y recursos financieros que dan como resultado un producto o servicio. En todo proceso se realizan ciertas actividades de transformación, cuya eficacia se mide por sus indicadores de productividad [21].

Sin embargo, en los negocios, la productividad no es infinita. Esta se ve afectada por una gama muy amplia de problemas que limitan los resultados que se pueden obtener a partir de los recursos disponibles. Los ingenieros japoneses han clasificado estos limitantes en tres grupos a los que llamaron las 3 “Mu”, debido a que todas empiezan con la sílaba mu: [21]

MURI= Sobrecarga

MURA= Variabilidad

MUDA= Desperdicio

#### **2.2.8.1. Sobrecarga o muri.**

La productividad de las actividades empresariales y las personas disminuye cuando se les impone una carga de trabajo que rebasa su capacidad. Si a los operadores se les exige que produzcan por arriba de sus limitantes normales, o cuando a la máquina se les hace producir

por encima de su capacidad, se provoca un agotamiento de los recursos más valiosos de la organización, disminuyendo así la productividad [21].

#### **2.2.8.2. Variedad o mura.**

Se refiere a la falta de uniformidad generada desde los elementos de entrada de los procesos, como los materiales, las especificaciones, el entrenamiento, las habilidades, los métodos y las condiciones de la maquinaria; esto produce, a su vez, una falta de uniformidad en los procesos, lo que se traduce en la generación de productos o servicios que tampoco son uniformes, es decir, muestran variabilidad. Esta variación puede o no causar problemas a nuestros clientes, por lo que es importante reconocer el tipo de variación y si esta es natural [21].

#### **2.2.8.3. Desperdicios o mudas.**

La mejor traducción de la palabra japonesa muda debería ser “exceso”. Los siete tipos de desperdicio que afectan negativamente la productividad deben ser bien entendidos, detectados y eliminados o minimizados todos los días en empresas e instituciones. Uno de los principales objetivos de Lean Manufacturing es conocer, detectar y eliminar sistemáticamente todos los desperdicios en la industria, ya que reducen diariamente la capacidad de las empresas y representan un reto para administradores, gerentes y empleados en general [21].

Para una mejor comprensión del término muda hay tener en claro cuales son las actividades que agregan valor (VA). Las actividades que agregan valor, generan aportes positivos que el cliente desea, al grado que éste dispuesto a pagar por ese esfuerzo. Desperdicio o exceso será cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio tal como lo requiere el cliente [21].

Estos esfuerzos aumentan los costos y disminuyen el nivel de servicio, con lo cual afectan los resultados obtenidos por la empresa. Toyota clasifica en siete grupos los desperdicios: [21]

1. Sobreproducción.

2. Sobreinventario.
3. Defectos y retrabajos.
4. Movimientos innecesarios.
5. Actividades innecesarias.
6. Esperas y búsquedas.
7. Transporte de materiales y herramientas.

### **2.2.9. Desperdicio o muda.**

Es toda actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias y productos sobrantes, pasos en el proceso que realmente no son necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas en una actividad aguas abajo, en espera porque una actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo, bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente [11].

Se ha definido las mudas como todo aquello que añade valor a el producto, o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. El valor se añade cuando las materias primas se transforman del estado en que se han recibido en otro estado de un grado superior de acabado que algún cliente está dispuesto a comprar. Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso, pero sin valor añadido, y que no contribuyen a comunicar valor al producto o servicio [34].

Tipos de desperdicios existentes en un proceso:

#### **2.2.9.1. Sobreproducción.**

Básicamente, sobreproducir significa:

- Producir más cantidad de la necesaria de un bien o servicio o antes que se necesite.
- Producir un bien o servicio más rápido de lo que se requiere [22].

Ejemplo de sobreproducción:

- Inventario acumulado.
- Exceso de equipo o de personal en los servicios y áreas de trabajo.
- Flujo de material e información desequilibrados.
- Exceso de espacio para realizar el servicio, almacenar o producir.
- Mano de obra adicional a la necesaria.
- Administración compleja de inventarios.
- Capacidad instalada mayor a la requerida / inversión.
- Grandes espacios en la planta.
- Problemas ocultos.
- Sensación de ambiente de trabajo inseguro.
- Obsolescencia de materiales.
- Gran tamaño de lotes de fabricación o de servicios. [22]

#### **2.2.9.2. Sobreinventario.**

Generalmente, los inventarios se generan para proteger las ineficiencias en los siguientes aspectos:

- Pronósticos erróneos en la demanda esperada.
- Desequilibrio en la producción o en el servicio.
- Poca confianza en la maquinaria.
- Desconocimiento de la capacidad real de producción.
- Intento de aumentar eficiencias en equipos o áreas individuales.
- Grandes distancias entre procesos o máquinas.
- División del trabajo en lotes, lo que genera lentitud en el proceso.
- Tiempos muy altos de cambio de producto o preparación de máquinas.
- Distribución de planta inadecuada.
- Altos colchones de producto sin plan de producción entre los procesos, para intentar ocultar los problemas.
- Proveedores poco fiables [22].

El sobreinventario se utiliza para proteger ineficiencias. Si bien mantener el río lo suficientemente profundo parece una manera de pensar lógica, tiene al menos dos inconvenientes. El primero, que no el más importante, es el hecho de que el mantenimiento de los inventarios es bastante costoso, además de que estanca los recursos de la empresa, incrementa el apalancamiento financiero, requiere espacio, seguros administración y manipulación de los artículos. Pero esa lista, según los ingenieros de Toyota, no es el principal problema. El principal problema, generado por la sobreproducción y el sobreinventario, radica en el hecho de que a la larga oculta los problemas importantes [22].

### **2.2.9.3. Defectos y retrabajos.**

Se refiere a la pérdida en el aprovechamiento de los recursos cuando producimos un artículo o servicio defectuoso, ya que se dedicaron materiales, equipos y lo más importante, el tiempo de una persona para desempeñar un trabajo que, a fin de cuentas, no sirvió para agregar valor al cliente. Poniendo como ejemplo un pastel quemado, podríamos hablar de la pérdida de tiempo en preparar la mezcla de ese pastel, encender el horno y, además, el consumo de gas de ingredientes. Todo esto terminó en la basura, y no fue gratis.

Situaciones y características que generan los defectos: [22]

- Exceso de personas que inspeccionan, retrabajan o reparan.
- Inventario específicamente acumulado para ser retrabajado.
- Flujo complejo del producto o servicio dentro del área de trabajo.
- Calidad cuestionable del producto o servicio.
- Errores en los embarques y las entregas.
- Pocas ganancias debido a los retrabajos, desechos y costos por primas de fletes urgentes y devoluciones.
- Organización que se vuelve reactiva. Se “apagan fuegos”. [22]

### **2.2.9.4. Movimientos innecesarios.**

Se refiere al traslado de personas de un punto a otro de su lugar de trabajo o bien, en toda la empresa, más allá de lo indispensable para aportar valor al producto, sin que ese movimiento contribuya a la transformación o beneficio del cliente [22].

Es fácil encontrar este desperdicio si observamos con cuidado todos los ciclos de un trabajador. Así descubrimos que muchas veces camina más de lo necesario, pero no estamos acostumbrados a contar sus pasos o seguir sus rutas. Otro ejemplo muy común de esos movimientos, además de los indispensable para el cliente, toman tiempo y en consecuencia bajan la productividad de los procesos [22].

Ejemplo de movimientos innecesarios son: [22]

- Mucho tiempo empleado en localizar materiales, personas, instrucciones o herramientas.
- Movimientos innecesarios al agacharse o caminar.
- Esfuerzos por alcanzar las herramientas o materiales en cada ciclo de trabajo.
- Movimiento de producto a través de la planta [22].

#### **2.2.9.5. Actividades innecesarias.**

Aunque dentro de la empresa podemos encontrar muchos procesos bien estandarizados, no siempre agregan directamente valor para el cliente. Muchos de los trabajos son consecuencia de las necesidades del taller (como el cambio de un troquel en una prensa), o bien de la calidad de la manufactura (como la inspección de un artículo antes de enviarlo a la siguiente estación), o mala planificación de las entregas (como desembalar la materia prima antes de iniciar). Las mejoras van desde la eliminación total del desperdicio, la combinación con otro proceso que sí agrega valor, la reducción del mismo o bien su simplificación [22].

Ejemplos de actividades innecesarias son:

- Aparentes existencias de varios cuellos de botella en el proceso.
- Falta de especificaciones clara del cliente.
- Exceso de inspecciones o verificaciones.
- Falta de equipos con dispositivos a prueba de errores.
- Estaciones detenidas mientras se hace trabajo administrativo.
- Información excesiva (muchos documentos en el proceso que no se utilizan) [22].

### **2.2.9.6. Esperas y búsquedas.**

Se refiere al tiempo perdido cuando esperamos instrucciones, documentos, materiales, herramientas, etc., o cuando para realizar una actividad tenemos que buscar algo. Esto genera retrasos en todo el proceso de agregar valor. Es el más común de todos los desperdicios en la industria y, como no puede verse, es difícil ser consciente de este. Si no somos capaces de encontrar cualquier cosa en treinta segundos o menos, es muy probable que estemos desacelerando el proceso de generar valor o estamos haciendo esperar al sistema completo [22].

Ejemplos de esperas y búsquedas son:

- El colaborador espera que la máquina termine u ciclo de procesamiento.
- La máquina espera que el colaborador termine su ciclo.
- Tiempos de preparación para iniciar un servicio o producción.
- El colaborador espera a otro colaborador para poder empezar o terminar.
- El colaborador y la máquina esperan instrucciones, programa o materiales.
- Despreocupación por los errores o paros en los equipos.
- Paros inesperados de los equipos [22].

### **2.2.9.7. Transportes de materiales y herramientas.**

Son todos aquellos movimientos de materiales que no apoyan directamente al servicio o la producción. Mover los productos de un lado a otro de la planta no aporta un cambio interesante para el cliente, pero sí tiene un costo e incluso, pone en riesgo la integridad del producto. Cabe aclarar que nos referimos, en este caso, al transporte dentro de las instalaciones de la empresa, y no a la distribución del producto a los clientes o centros de distribución [22].

Situaciones y características que las generan:

- Exceso de equipo de movimiento de materiales en montacargas.
- Muchos metros de bandas transportadoras, rampas o tuberías.

- Demasiadas ubicaciones de almacenamiento.
- Exceso de estantes para materiales.
- Mala administración de los inventarios.
- Mal diseño y aprovechamiento de las instalaciones.
- Bajo control de los inventarios.
- Demasiado personal moviendo materiales.
- Distancias largas entre procesos y almacenes [22].

### **2.2.10. Lean Manufacturing.**

José Vargas, Gabriela Muratalla, María Jiménez autores de Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción [35], mencionan que los avances que se han obtenido en las investigaciones realizadas sobre la implementación de Lean Manufacturing en las empresas y la mejora continua para optimizar los sistemas de producción, puede darse la pauta a obtenerse otros resultados de los que plantean en la hipótesis planteada en este artículo de investigación [35].

Este conjunto de técnicas incluye el Justo a Tiempo, pero se comercializó con otro concepto, con el de minimizar inventarios, y no es ese el objetivo, es una técnica de reducción de desperdicios, ya sea inventarios, tiempos, productos defectuosos, transporte, almacenajes, maquinaria y hasta personas [36].

Cuenta con herramientas que abarcan distintos aspectos de la actividad empresarial, como planificación estratégica, administración de operaciones, detección de áreas de oportunidad y simplificación del trabajo [12]. Las herramientas que se abordarán se describirán a continuación:

#### **2.2.10.1. Takt Time.**

Producir según el TAKT TIME significa sincronizar el ritmo de la producción con el de las ventas, de manera que se tiene una idea de la velocidad a la cual se debería estar produciendo idealmente para evitar la sobreproducción. El TAKT TIME también afectará al resto del flujo: [34]

- Número de operaciones en la línea.
- Frecuencia de alimentación de la línea.
- Frecuencia de alimentación de la estantería dinámica.
- Número de componentes de proveedor consumidos.

***Ecuación 1. Fórmula para el Takt Time.***

$$TAKT = \frac{\text{tiempo de trabajo}}{\text{producción requerida}} = \frac{\text{tiempo del turno} - \text{tiempo no productivo}}{\text{producción} + \text{número de piezas scrap}}$$

En la expresión anterior, el “tiempo de trabajo” o tiempo disponible, se mide normalmente en minutos, para flujos de elevado volumen se calcula en segundos [36].

**2.2.10.2. Diagrama de Flujo de Valor.**

Andrés Paredes autor del artículo de investigación llamado aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio [37], menciona que la implementación de la herramienta de Value Stream Mapping permitió mostrar a la alta gerencia cómo se desempeñaba uno de los procesos más críticos dentro de la compañía y con esa base ver el comportamiento de todo el sistema de una forma global y no por partes. Al identificar el comportamiento y las relaciones subyacentes dentro del proceso, se logró establecer un plan de acción que actualmente se encuentra en ejecución y que en corto tiempo ha entregado ahorros considerables a la compañía [37].

Es una herramienta adecuada para el diseño de los sistemas de producción, el mapeo de flujo de valor es una manera de enfocar la atención en el flujo y para ver la imagen desde una mayor escala con el fin de poner en práctica mejoras duraderas que incorporen todo el sistema, resaltado que hay que ver el flujo en toda la línea en vez de pensar en la producción como procesos aislados [16].

El mapeo de flujo de valor básicamente, es un método que implica el diseño de dos mapas: el mapa de estado actual y el mapa de estado futuro. La esencia de la aplicación de la herramienta consiste en el análisis del sistema de producción o proyecto completo y no sólo

sus partes y el objetivo es mejorar el flujo y eliminar las actividades que no generen valor o desperdicios [16].

Entre las técnicas desarrolladas y que han evidenciado excelentes resultados se encuentra la aplicación de un sistema de 5S con lo que se logró tener una bodega limpia y ordenada [37].

### **2.2.10.3. Las 5S.**

Hiroyuki Hirano autor del libro 5 Pilares de la Fábrica Visual [38], menciona que los productos y procesos actuales deben integrar tolerancias muy estrictas. La variabilidad debe estar plenamente controlada. Por ello, el entorno físico del trabajo es crítico en el impulso para el logro de elevada calidad, bajo coste, y rápidas entregas. Las 5S son los cimientos o pilares de los lugares de trabajo sobre los que podremos establecer la producción en flujo, el control visual, las operaciones estándares, y otros bloques del edificio JIT [38].

Es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad [39].

Las 5S tiene por objetivo realizar cambios ágiles y rápidos con una visión a largo plazo, en la que participan activamente todas las personas de la organización para idear e implementar sus mejoras. Exigen un compromiso total por parte de la línea jerárquica para provocar un cambio en los comportamientos y actividades del personal implicando a todos los niveles. Es ampliamente aceptado que, para la implementación exitosa de la manufactura esbelta, donde se incluya la metodología 5S, el compromiso de la alta dirección es de gran importancia. La implementación efectiva del método 5S es responsabilidad de la dirección y de todo el equipo de empleados [18].

“Uno de nuestros propósitos al implementar 5S es que nuestra fábrica esté siempre impecable, que parezca una sala de exhibiciones, para mostrarles a las personas que nos visitan dónde y cómo hacemos nuestros productos. Sabemos que la gente que conoce cómo llevamos a cabo nuestras relaciones y, en consecuencia, se incrementan nuestras oportunidades de negocio.”

Una fábrica limpia y segura permite orientar la empresa y los talleres de trabajo a las siguientes metas:

Dar respuesta a la necesidad de mejorar, el ambiente de trabajo, la eliminación de materiales innecesarios, falta de aseo y contaminación. Buscar la reducción de pérdidas, tiempo de respuestas y costos con la intervención del personal en el cuidado del lugar de trabajo e incremento de entusiasmo en el trabajo. Facilitar las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos [40].

También identifica los desechos, defectos. sobreproducción, esperas, confusiones, movimientos, exceso de inventario, sobre procesamiento y potencial humano. Es importante remarcar que las 5S representan un medio para el logro de mejoras, sin que esto quiera decir que con ello se van a resolver todos los problemas relacionados con la calidad que existen en la organización, pero si continuarán una base sólida para que surjan mejoras con el tiempo apoyados principalmente en la disciplina [40].

Un programa de 5S se construye mediante el desarrollo de las siguientes etapas:

- **Seiri (seleccionar).** – Consiste en retirar de nuestro lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios [21].
- **Seiton (organizar).** – Consiste en ordenar los artículos que necesitamos para nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y vuelta al mismo lugar después de usarla [21].
- **Seiso (limpiar).** – Consiste básicamente en eliminar la suciedad y evitar ensuciar, siempre con la idea en mente de que, al limpiar, también estamos inspeccionando lo que limpiamos [21].
- **Seiketsu (estandarizar).** – Consiste en lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas se mantengan en las áreas de trabajo [21].

- **Shitsuke (seguimiento).** – Consiste en convertir en un hábito las actividades de las 5S, manteniendo correctamente los procesos generados mediante el compromiso de todos, así como participando en los eventos kaizen que resultan de las necesidades de mejora surgidas en el lugar de trabajo [21].

#### **2.2.10.4. Kaizen.**

Jessica Tapia, Teresa Escobedo, Enrique Barrón, Guillermina Martínez, Virginia Estebané autores del libro Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria, mencionan que la mejora continua o Kaizen permita a todos los miembros de la organización estén buscando continuamente formas de mejorar cada aspecto de la misma, y que todos están de acuerdo y apoyan este tipo de mentalidad. Esta técnica requiere también una visión clara a la hora de saber qué se quiere conseguir y hacia dónde se quiere llegar [14].

El Kaizen sustenta su presencia como un elemento de la organización en que la participación de los empleados impacta sin más en la mejora de los procesos de trabajo. Teoría creada por el señor Imai, el cual indagaba encontrar cualidades propias y esenciales del modelo japonés, que facultara distinguirse del modelo occidental. En tal sentido, Bessant (2003) señala que la participación de los colaboradores, genera un medio para que ellos mismos, puedan contribuir al desarrollo institucional, como la aprobación de una serie de principios filosóficos interiorizados y puestos en práctica [41].

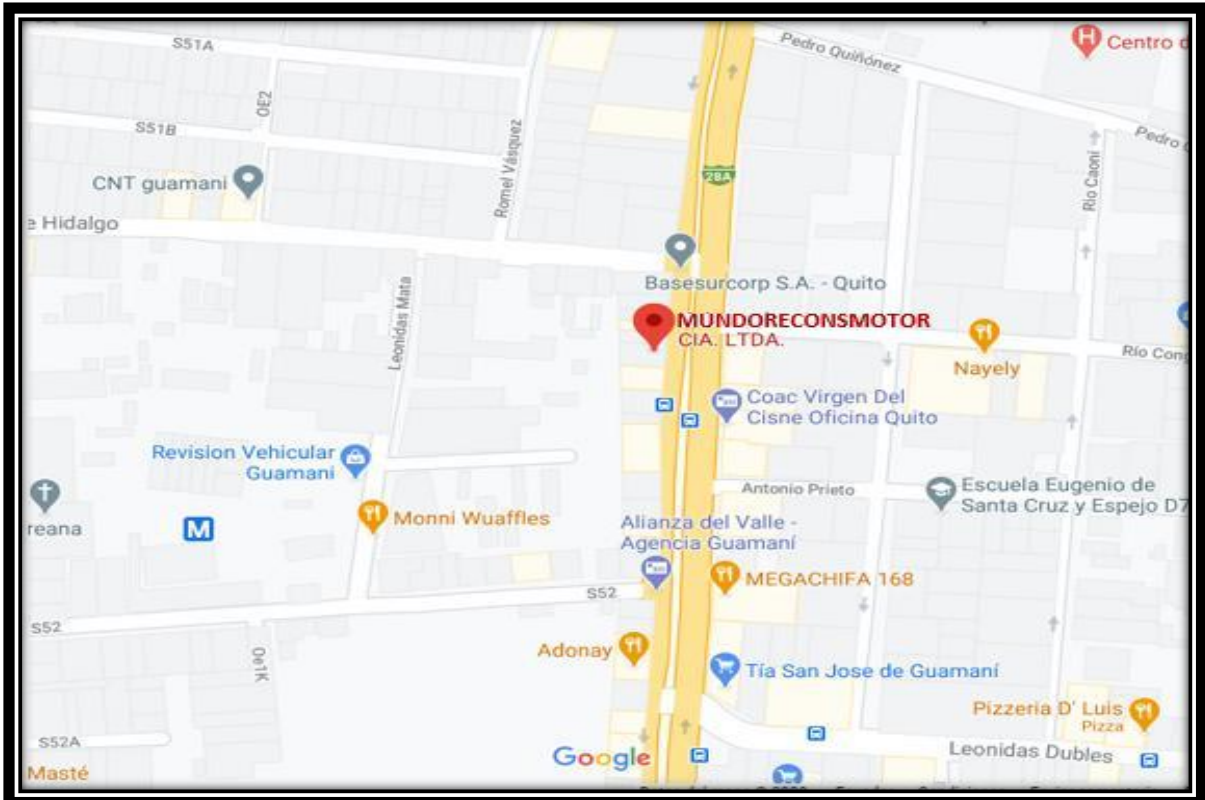
## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización.

La presente investigación se realizó en la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. La misma que se encuentra ubicada en la ciudad de Quito en la Av. Maldonado S51 – 186 Y Calle S51 – C Quito, Ecuador.

*Gráfico 10. Ubicación actual de la Microempresa MUNDORECOSMOTOR CÍA. LTDA.*



**Fuente:** GOOGLE MAPS (2020)

La empresa fue fundada por el Ingeniero Juan Figueroa en el año 2005 la misma que tenía el nombre de UNIVERSALMOTOR en sus inicios al pasar los años está pasa a un nuevo propietario en el año 2019 siendo el nuevo administrador él Tecnólogo Javier González y esta microempresa ahora en la actualidad esta con el nombre de MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. en la cual se realiza la rectificación y reconstrucción de las partes de un motor.

Los servicios que brindan son los siguientes: Rectificado de cabezotes, prueba hidrostática, enderezado de cabezotes mediante proceso electrotérmico, rectificado de cilindros, rectificado de cigüeñales, rectificado del brazo de biela, rectificación de superficies planas, soldas especiales “sistema irontite”.

## **3.2. Tipo de investigación**

### **3.2.1. Investigación diagnóstica.**

En base a la investigación diagnóstica se determinó la situación actual en la que se encontraba la microempresa con la finalidad de analizar el proceso para tomar decisiones en función a la información de campo recopilada.

### **3.2.2. Bibliográfica o documental.**

Mediante la recolección de información de los distintos libros, página web, revistas, entre otras, se conformó el marco teórico de acuerdo al proceso a realizar y las herramientas a emplear para lograr llegar a cabo esta investigación y realizar la propuesta de mejor del proceso de rectificación en la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.

### **3.2.3. Investigación explicativa.**

Se realizó el diagrama de Ishikawa con el propósito de relacionar las causas-efectos de los problemas que afectan a la rectificadora en el área de cabezotes de la microempresa MUNDORECOSMOTOR. CIA. LTDA.

## **3.3. Métodos de investigación.**

### **3.3.1. Método Deductivo.**

Se empleó el siguiente método con la finalidad de aprovechar los recursos disponibles; humanos o materiales y lograr suprimir todas aquellas actividades que limitan la productividad.

### **3.3.2. Observación.**

Se aplicó el método de observación en el proceso de rectificado de cabezote para poder determinar posibles problemas que se pueden estar generando en el proceso y se los deja pasar sin aplicar las debidas correcciones.

## **3.4. Fuentes de recopilación de información.**

### **3.4.1. Fuentes primarias.**

Con la obtención de información mediante la entrevista realizada al Administrador, jefe del taller y colaboradores se determinó la situación actual de la empresa, como también se planteó posibles mejoras a aplicar en beneficio de la microempresa.

### **3.4.2. Fuentes secundarias.**

Se adquirió información mediante libros, páginas web, y revistas para solventar el tema investigado.

## **3.5. Diseño de la investigación.**

Se aplicó la investigación de campo ya que los datos y la información recopilada es de forma directa en el área de trabajo, mediante la utilización de técnicas específicas como es la observación directa y la entrevista aplicada a todos los que interactúan directamente en el proceso de rectificado sin alteración alguna a las condiciones existentes.

### **3.6. Instrumentos de investigación.**

#### **3.6.1. Guía de observación.**

Se baso en la obtención de la información mediante lo captado por la vista, todo fue en función a los objetivos de la investigación, en donde los instrumentos utilizados fue un cuaderno y el teléfono móvil.

#### **3.6.2. Guía de la entrevista.**

Se planteo una entrevista al administrador, al jefe de taller y colaboradores para la obtención de información para determinar las condiciones en las que realizan su trabajo y si cuentan con las máquinas, herramientas y equipo de protección básico para realizar la rectificación de los cabezotes.

### **3.7. Tratamiento de datos.**

Se utilizo documentos creados en Microsoft Excel y Word para la recopilación y tabulación de la información obtenida en el área de trabajo para el análisis de los datos referente a las problemáticas en la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.

### **3.8. Recursos humanos y materiales.**

#### **3.8.1. Recurso humano.**

Director de tesis.

Personal ejecutivo y de planta de la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA LTDA.

Docentes de la carrera Ingeniería Industrial.

### 3.8.2. Recursos materiales.

*Tabla 3. Recursos.*

Descripción	Cantidad
Libros	4
Esferos	2
Calculadora	1
Teléfono móvil	1
Ordenador portátil	1
Impresora	1
Cuaderno	2
Metro	2
Cronometro	1

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4.1. Diagnóstico de la situación actual del proceso de rectificado de la culata (cabezote) de motores a gasolina.**

### **4.1.1. Procesos operativos de la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.**

#### **4.1.1.1. Procesos administrativos.**

Los clientes son quienes se sirve del servicio que se brinda en la rectificadora ya que un motor puede presentar una serie de daños en ciertas partes que lo conforman. Los clientes suelen enviar el motor completo o en partes para que las personas especializadas realicen el correspondiente análisis del motor o de sus partes e informar del estado en el que se encuentra los mismos.

El motor o las partes de este son recibidas en la puerta principal, en donde se realiza una serie de preguntas al cliente que puede venir acompañado de un mecánico y lo siguiente que se realiza es un diagnóstico de la parte afectada o del motor completo según sea el requerimiento del cliente de acuerdo a la falla que el motor presente, al finalizar el chequeo se elabora la orden de trabajo en donde el cliente decide si se realiza el trabajo o no.

La orden de trabajo pasa a administración para determinar los costos que va conllevar la rectificación del motor completo o de una de sus partes para ser presentada al cliente y tome una decisión si está conforme el gasto que va a realizar, pero también se le deja en claro que se le va a notificar en el caso de que el motor presente una falla interna en alguna de sus partes y esta no pueda ser solucionada, se requiera la adquisición de una nueva para proceder a realizar el trabajo. Una vez que se ha dejado todo claro y el cliente está de acuerdo se emite la orden al jefe de taller para que se realice el trabajo según las especificaciones de la orden, y seleccione los trabajadores que lo van a hacer.

#### 4.1.1.2. Procesos de rectificación.

Una vez emitida la orden al jefe de taller, procede a realizar el trabajo de acuerdo a los daños que presente, se asigna cada componente a su respectiva área en el caso de ser un motor completo o su vez al componente que se ha receptado para iniciar el rectificado del o de los mismos.

Al comienzo se traslada la o las partes al área de lavado para que sean sumergidas en agua y otras sustancias que ayudan a eliminar la grasa y polvo por un determinado tiempo, seguido del pulverizado para eliminar en superficies pequeñas la suciedad existente.

Una vez limpia las partes del motor, pasan a sus respectivas áreas para rectificar las piezas. En la microempresa MUNDORECONSMOTOR. CÍA. LTDA. se han identificado los procesos de rectificado que son más comunes.

*Tabla 4. Procesos de Rectificación.*

No.	Rectificación y reconstrucción
1	Cabezote
2	Block de cilindros
3	Cigüeñal
4	Brazo de biela

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

#### 4.1.1.3. Maquinaria

En la rectificadora se realiza un mantenimiento preventivo cada determinado tiempo para evitar alguna falla al momento de hacer uso de alguna de las máquinas.

Las operaciones que se realizan con la maquinaria son las siguientes: rectificado, cepillado, bruñido, encamisado, torneado, soldadura al frío.

**Tabla 5. Maquinaria de la Microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.**

No.	Nombre de la maquinaria	Cantidad	Área de ubicación
1	Torno	1	Área de Torno
2	Rectificadora de cilindros	1	Área de cilindros
3	Rectificadora de superficies planas	1	Área de cabezote
4	Pruebas hidrostáticas	1	Área de cabezote
5	Prensa	1	Área de cabezote
6	Rectificadora de cigüeñales	1	Área de cigüeñal
7	Bruñidora	1	Área de pulidora de cilindros
8	Soldadora	1	Área de asentamiento de motores
9	Compresor	1	Área de asentamiento de motores
10	Alineadora de bielas	1	Área de cabezote
11	Rectificadora 3 Ángulos	1	Área de cabezote
12	Cepilladora	1	Área de cabezote
13	Rectificadora de alojamientos y bocines de biela.	1	Área de pulidora de cilindros
14	Máquina térmica	1	Área de asentamiento de motores

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

#### **4.1.2. Diagramas del proceso de rectificado del cabezote.**

La microempresa cuenta con un total de 7 personas en el área de rectificación, los colaboradores son multifuncionales, pero a cada área se ha asignado un responsable, la jornada laboral es un solo turno. La rectificadora tiene una superficie de 20 metros de largo y 14 metros de ancho, con un área total de 280 metros cuadrados. En la microempresa están distribuidas cada una de las máquinas según el proceso del rectificado de las partes de un motor.

El proceso de rectificado del cabezote conlleva una serie de pasos los cuales se van a representar en un diagrama de flujo de procesos (gráfico 11) para su mejor comprensión. Para la elaboración del siguiente diagrama se recogió información directamente en el campo de trabajo mediante la observación, con la ayuda del Administrador y jefe de taller para la toma de datos y la información necesaria para la realización del diagrama.

La rectificación del cabezote inicia en la recepción de la pieza y pasa al diagnóstico en donde se determina el trabajo a realizar conforme a los daños que esté presente. Según las averías que presente será el proceso. Después pasa al área de lavado, en donde es remojado el cabezote con unas sustancias químicas desengrasantes por ciertas horas, para luego pasar al pulverizado y darle una limpieza final a la pieza, cómo siguiente paso va la prueba hidrostática la cual consiste en someter al cabezote a alta presión y temperaturas elevadas hasta determinar los lugares en donde se encuentran las fisuras para proceder a realizar el soldado ya sea suelda eléctrica o al frío según el material que ha sido construido el cabezote.

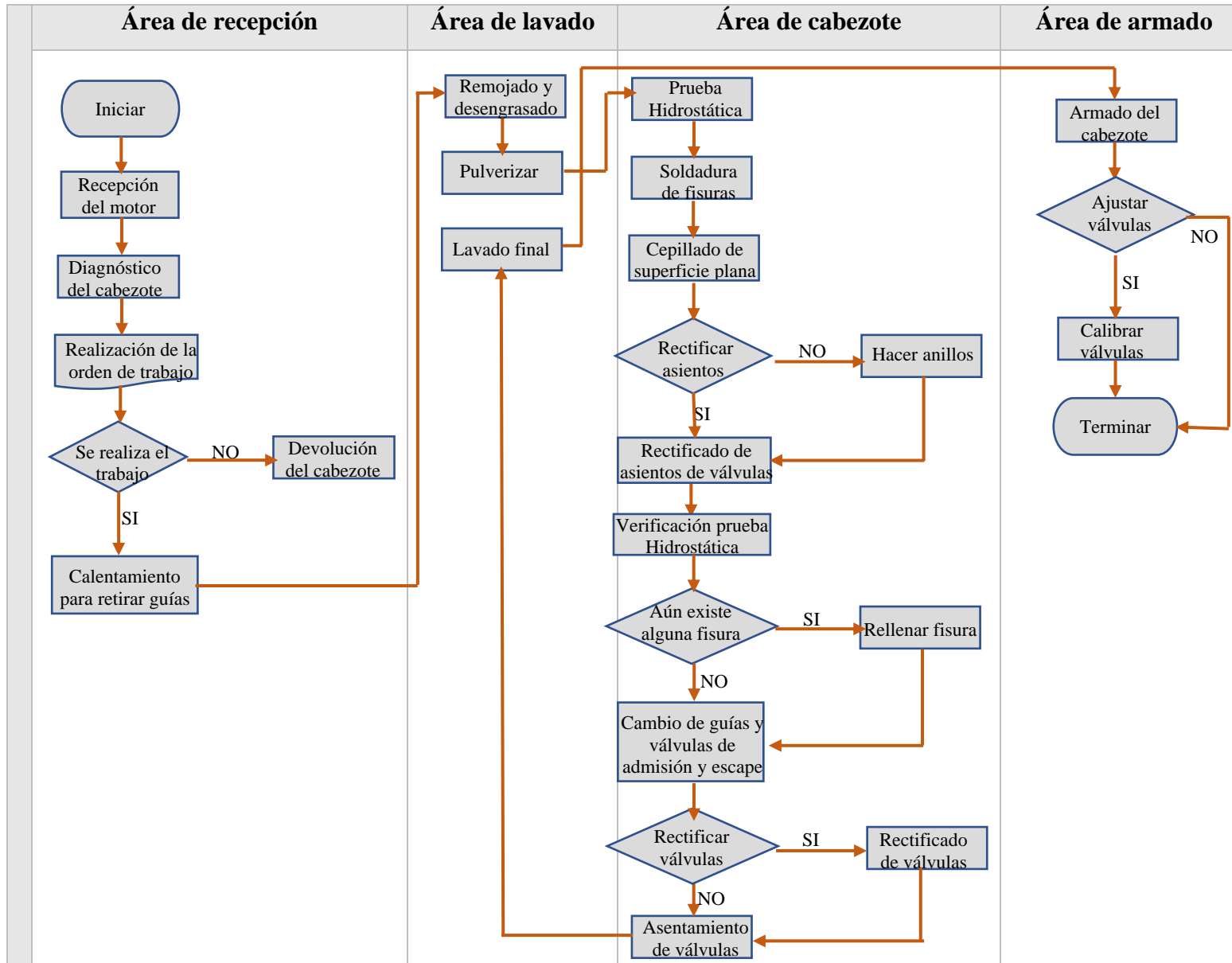
El próximo paso es el cepillado de la superficie plana, se ejecutan las correspondientes mediciones de acuerdo al manual proporcionado por el fabricante y se realiza el rectificado de asientos de válvula.

El diagrama de proceso va de acuerdo a los problemas comunes que presentan los cabezotes. En el diagrama de recorrido (gráfico 12) se detalla la secuencia de actividades, indica el camino o las rutas por las que recorre el cabezote para cumplir cada una de las operaciones respectivas.

En el diagrama de análisis de operaciones (tabla 5) se detalla el proceso que conlleva rectificar el cabezote, en cada una de las actividades se describe el tiempo y distancia que recorre el cabezote por cada área y las máquinas que intervienen en el proceso.

En la (tabla 5) del diagrama se tiene un resumen total de las operaciones, transporte, control, demora y almacenamiento del proceso obteniendo el total de la distancia recorrida y el tiempo empleado para llevar a cabo el rectificado del cabezote.

Gráfico 11. Diagrama de flujo del proceso de rectificado.

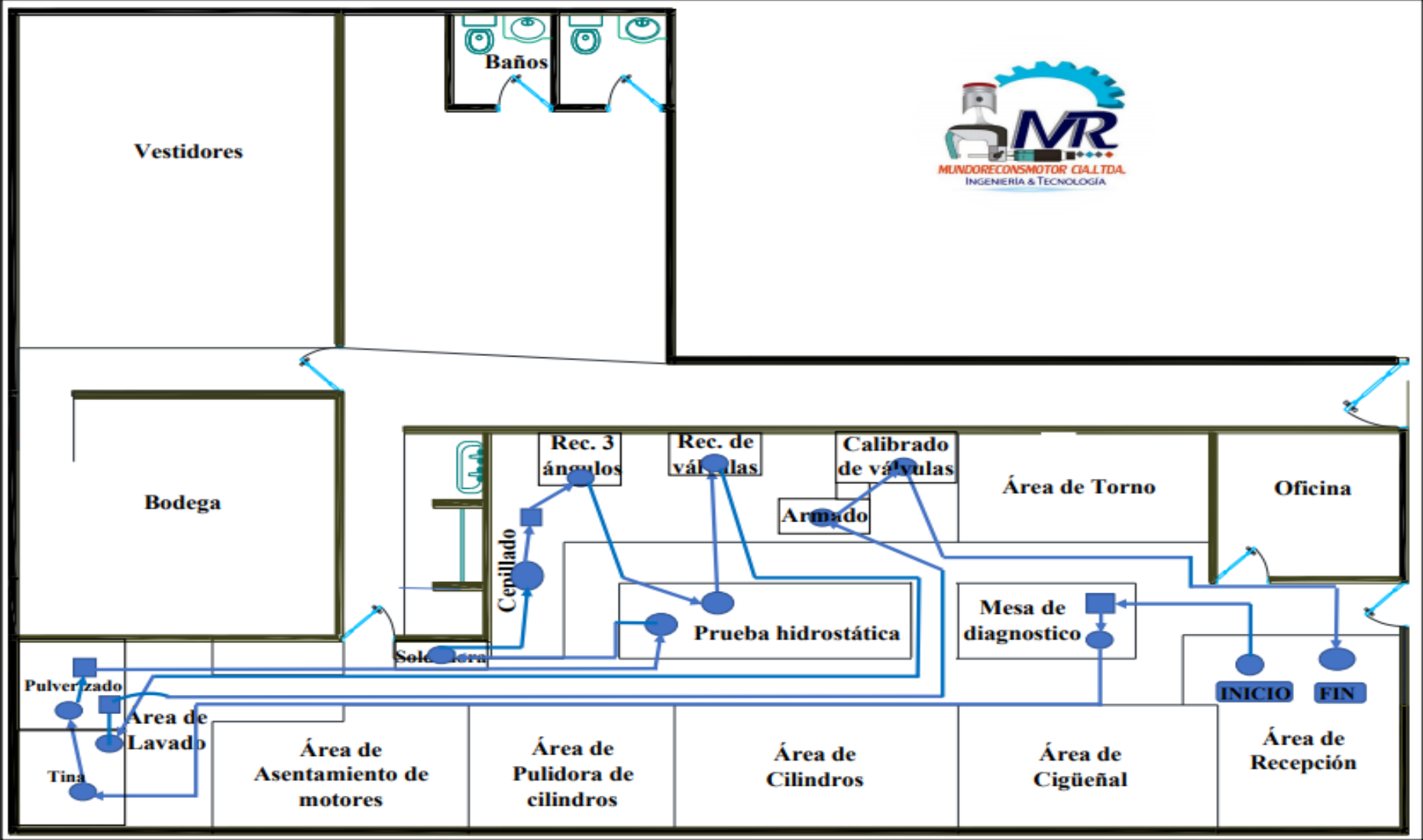


**Norma:** ANSI (American National Standard Institute)

**Fuente:** Microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

Gráfico 12. Diagrama de recorrido del proceso de rectificado del cabezote.



Elaborado por: Aguilera Daza Fabricio (2021).

**Tabla 6.** Diagrama de análisis de operaciones del proceso de rectificado de la culata.

DIAGRAMA DE ANALISIS DE OPERACIONES								
MICROEMPRESA: MUNDORECONSMOTOR. CÍA. LTDA.		Resumen por:		METODOLOGIA ACTUAL				
				Número	Distancia (m)	Tiempo (min)		
ÁREA EN ESTUDIO: CULATA O CABEZOTE.		Operación		15	--	507min.		
		Transporte		11	67 m.	25 min.		
		Control		5	--	63 min.		
		Demora		3	--	180min.		
		Almacenamiento		1	--	--		
Indicaciones cuantitativas		Total			67 m.	775 min. 12.92 horas.		
Descripción		Actividad					Distancia (metros)	Tiempo (minutos)
		○	→	■	◐	▽		
1	Recepción del cabezote	○						10 min.
2	Diagnóstico del cabezote	○						37 min.
3	Medición de superficies y componentes			■				30 min.
4	Realizar la orden de trabajo	○						15 min.
5	Traslado a la mesa de trabajo		→				2 m.	2 min.
6	Retiro de guías viejas	○						15 min.
7	Traslado a la tina de lavado		→				16 m.	5 min.
8	Desengrasado del cabezote	○						180 min.
9	Lavado				◐			20 min.
10	Pulverizado	○						15 min.
11	Traslado a la máquina de pruebas hidrostática		→				10 m.	3 min.
12	Prueba hidrostática	○						30 min.
13	Sometimiento a presión y altas temperaturas					◐		90 min.
14	Traslado a la soldadora		→				5 m.	2 min.
15	Soldado de fisuras	○						15 min.

16	Traslado a la cepilladora.					3 m.	1 min.		
17	Cepillado de la superficie plana.						25 min.		
18	Medición de la superficie plana.						5 min.		
19	Traslado a la rectificadora 3 ángulos.					2 m.	2 min.		
19	Rectificado de los asientos de válvulas.						25 min.		
20	Traslado a la máquina de pruebas hidrostáticas.					2 m.	1 min.		
21	Prueba hidrostática.						30 min.		
22	Verificación de prueba hidrostática.						20 min.		
23	Sometimiento a presión y altas temperaturas.						70 min.		
24	Traslado a la rectificadora de válvulas.					2 m.	1 min.		
25	Cambio de guías, rectificado y asentamiento de válvulas.						40 min.		
26	Traslado a la tina de lavado.					10 m.	3 min.		
27	Lavado final.						10 min.		
28	Pulverizado.						5 min.		
29	Traslado a la mesa de armado.					10 m.	3 min.		
30	Armado del cabezote.						40 min.		
32	Calibrar válvulas.						20 min.		
33	Medición del calibrado.						3 min.		
34	Traslado a la recepción para su respectiva entrega.					5 m.	2 min.		
35	Cabezote terminado.						0 min.		
<b>TOTAL</b>			15	11	5	3	1	<b>67 m.</b>	<b>775 min.</b>

Elaborado por: Aguilera Daza Fabricio (2021).

## 4.2. Evaluación de los limitantes de la productividad y desperdicios existentes en el proceso de rectificado del cabezote.

### 4.2.1. Cálculo del TAKT TIME.

En la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. los empleados tienen un horario de trabajo de 8h00 – 12h30 y de 13h30 – 17h00 su trabajo va de acuerdo a la demanda de clientes y según eso son las actividades que se llevan a cabo cada día.

Los miembros de esta microempresa laboran un total de 8 horas, tienen 45 minutos entre descanso y preparación distribuida de la siguiente manera: 5 minutos al iniciar su mañana para la preparación de la jornada laboral, 15 minutos después, para tomar un descanso o comer algo, en la tarde tienen 15 minutos para distraer la mente y no ocasionar fatiga, y al finalizar 10 minutos para organizar los puestos de trabajo.

*Tabla 7. Demanda mensual para el rectificado de cabezotes.*

Semanas	Horas/semanales	Rectificado de cabezotes semanales
1	40 horas	5 cabezotes
2	40 horas	6 cabezotes
3	40 horas	4 cabezotes
4	40 horas	5 cabezotes
<b>Total, al mes:</b>	<b>160 horas</b>	<b>20 cabezotes</b>

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

**Interpretación:** En la tabla se da a conocer la demanda semanal y mensual de cabezotes a rectificar en donde se determina que son 20 cabezotes que deben ser rectificadas en un mes para lograr satisfacer la demanda.

Con la siguiente formula se va a determinar el cálculo del TAKT TIME, en la cual se debe conocer el tiempo disponible y las unidades producidas.

$$\text{TAKT TIME} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Unidades producidas}}$$

$$\text{TAKT TIME} = \frac{8700 \text{ minutos al mes}}{20 \text{ cabezotes al mes}}$$

$$\text{TAKT TIME} = 435 \frac{\text{minutos}}{\text{cabezote}}$$

*Tabla 8. Cálculo del TAKT TIME.*

<b>Demanda al mes</b>	<b>20</b>	<b>cabezotes</b>
<b>Días al mes</b>	20	días
<b>Horas al mes</b>	160	horas
<b>Demanda promedio a la semana</b>	5	cabezotes
<b>Días en la semana</b>	5	días
<b>Horas en la semana</b>	40	horas
<b>Horas al día</b>	8	horas
<b>Minutos al día</b>	480	minutos
<b>Minutos de preparación</b>	45	minutos
<b>Tiempo disponible a la semana</b>	2175	minutos
<b>Tiempo disponible al mes</b>	8700	minutos
<b>TAKT-TIME</b>	<b>435</b>	<b>minutos / cabezote</b>

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

**Interpretación:** El cálculo del TAKT TIME nos da a conocer que debe ser rectificado un cabezote diario para lograr satisfacer la demanda en un mes.

#### 4.2.2. Mapa del flujo de valor VSM (VALUE STREAM MAPPING).

En la presente tabla se describe cada una de las operaciones que intervienen en el rectificado del cabezote con su respectivo tiempo del ciclo en minutos. El tiempo del ciclo fue tomado del diagrama de análisis de operaciones (tabla 6), el cual contribuyo a la realización de la presente tabla.

*Tabla 9. Tiempo del ciclo de cada operación.*

<b>OPERACIONES</b>	<b>TIEMPO DEL CICLO</b>
<b>Lavado del cabezote.</b>	215 min.
<b>Prueba hidrostática.</b>	120 min.
<b>Soldadura.</b>	15 min.
<b>Rectificadora de superficies planas.</b>	30 min.
<b>Rectificadora 3 ángulos.</b>	25 min.
<b>Rectificadora de válvulas.</b>	40 min.
<b>Prueba hidrostática.</b>	120 min.
<b>Lavado final.</b>	15 min.
<b>Armado y calibrado.</b>	63 min.

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

De cada una de las operaciones descritas en la tabla se va a realizar el cálculo de la disponibilidad de cada uno de los equipos. La finalidad de realizar este cálculo de la disponibilidad es para realizar el mapa de valor actual de la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA., ya que es un requisito fundamental con el cual se determinará el tiempo que agrega valor y el que no agrega valor al proceso, con esto proponer posibles mejoras al proceso de rectificación de cabezotes y realizar el mapa de valor futuro con las posibles mejoras.

La siguiente formula de la disponibilidad se va a emplear en cada una de las operaciones, en la que se requiere conocer el tiempo disponible de la máquina y los tiempos muertos (la máquina se encuentra en reparación y esta indisponible para realizar la actividad).

*Ecuación 2. Formula del tiempo disponible.*

**Tiempo disponible** = *Tiempo producción planificado* – *Tiempo descanso programado*

*Ecuación 3. Formula de la disponibilidad de la máquina.*

$$\text{Disponibilidad maq 1} = \frac{\text{Tiempo disponible} - \text{Tiempos parados o tiempo muerto}}{\text{Tiempo disponible}}$$

$$\text{Disponibilidad maq 1} = \frac{435 \text{ minutos} - 0 \text{ minutos}}{435 \text{ minutos}}$$

$$\text{Disponibilidad maq 1} = 100\%$$

*Tabla 10: Calculo de la disponibilidad.*

Operaciones	Tiempo de producción planificado	Tiempo de descanso	Tiempo disponible	Tiempos parados o muertos	Disponibilidad del equipo
Lavado del cabezote	480 min.	45 min.	435 min.	0	100%
Prueba hidrostática	480 min.	45 min.	435 min.	0	100%
Soldadura	480 min.	45 min.	435 min.	0	100%
Rectificado de superficies planas	480 min.	45 min.	435 min.	0	100%
Rectificadora 3 ángulos	480 min.	45 min.	435 min.	0	100%
Rectificadora de válvulas	480 min.	45 min.	435 min.	0	100%
Prueba hidrostática	480 min.	45 min.	435 min.	0	100%
Lavado final	480 min.	45 min.	435 min.	0	100%
Armado y calibrado	480 min.	45 min.	435 min.	0	100%

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

**Interpretación:** En la (tabla 10) del cálculo de la disponibilidad se encuentran cada una de las operaciones con su respectivo tiempo y el cálculo de la disponibilidad, todo esto contribuye a la creación del mapa de flujo de valor.

Una vez obtenidos los valores requeridos mediante los cálculos se da a conocer el mapa gráfico del flujo de valor actual el cual se presentará a continuación (ilustración 1), y también se da a conocer el mapa gráfico de flujo de valor futuro (ilustración 2).

En la siguiente tabla se detallan las abreviaturas que se encuentran en el mapa de flujo de valor con la finalidad que se entienda cada una de estas.

**Tabla 11:** Significado de las abreviaturas.

<b>TVA</b>	Tiempo con valor agregado
<b>TNVA</b>	Tiempo que no agrega valor
<b>NVA</b>	No agrega valor
<b>VA</b>	Valor agregado
<b>TC</b>	Tiempo del ciclo
<b>TCP</b>	Tiempo de cambio del producto
<b>TF</b>	Disponibilidad
<b>O</b>	Operadores

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

La presente formula es para determinar el tiempo con valor agrado y el que no agrega valor al proceso del rectificado del cabezote.

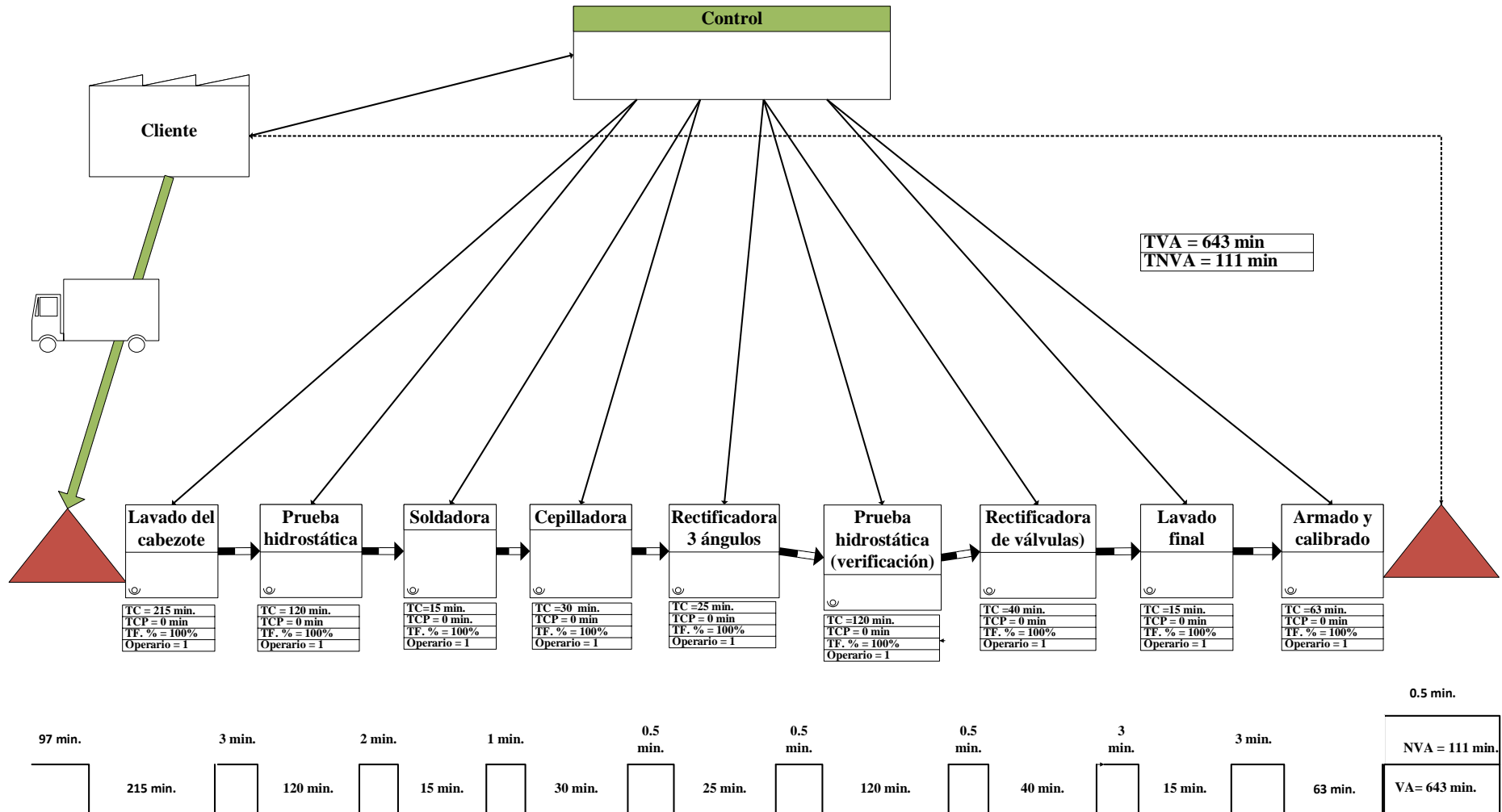
**Ecuación 4.** Fórmula para el cálculo del tiempo con valor agregado.

$$VA = \sum TC + TCP$$

**Ecuación 5.** Fórmula para el cálculo del tiempo sin valor agregado.

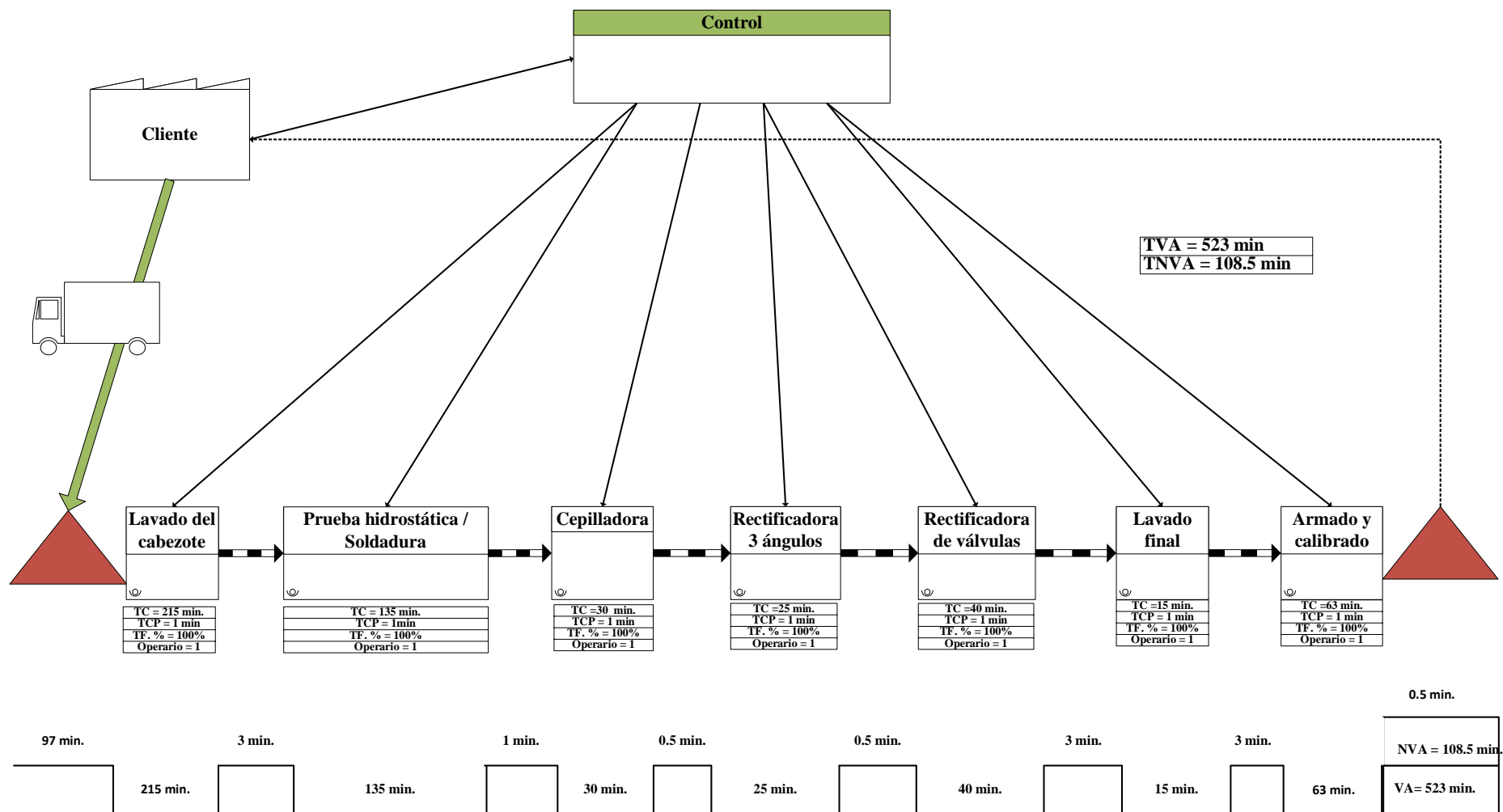
$$NVA = \sum \text{Almacenamiento} + \text{Tiempo de paso del objeto entre operaciones}$$

*Ilustración 1. Mapa de valor actual del proceso de rectificado del cabezote.*



Elaborado por: Aguilera Daza Fabricio (2021).

Ilustración 2. Mapa del valor futuro del proceso de rectificado del cabezote.



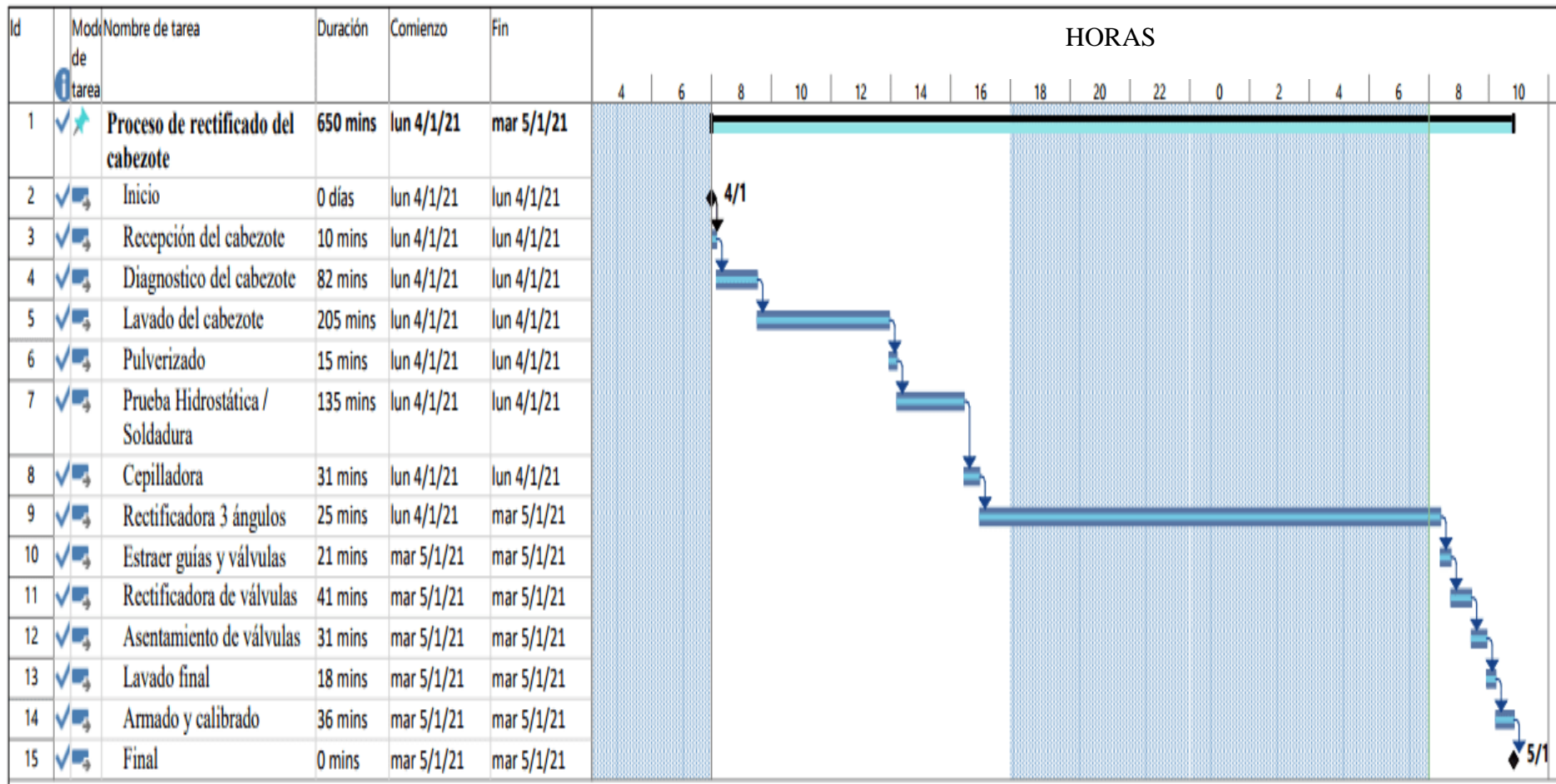
Elaborado por: Aguilera Daza Fabricio (2021).

**Interpretación ilustración 1:** En el mapa gráfico de valor actual se detalla cada una de las actividades de rectificado del cabezote, obteniendo un total de 9 operaciones que se ejecutan en el proceso, cada una de ellas con sus correspondientes datos en donde se obtuvo los tiempos que agregan valor, un total de 643 minutos siendo 10,72 horas y los que no agregan valor al proceso con un total de 111 minutos obteniendo 1,85 horas. Cabe recalcar que la operación de verificación de pruebas hidrostáticas debe ser modificada o ser ejecutada en una actividad anterior debido a que se puede fusionar dos operaciones y formar una sola puesto que esta operación prolonga el tiempo del proceso.

**Interpretación ilustración 2:** En el mapa de valor futuro se presenta una proyección en lo que podría mejorar el proceso de rectificado. Se toman las operaciones de prueba hidrostática y soldadura las cuales en la (ilustración 1) son ejecutadas cada una por separado en donde se hizo unas modificaciones en ambas tareas con el fin de combinarlos y formar una sola operación, al seguir con el proceso más adelante en la (ilustración 1) se hace la verificación de la prueba hidrostática, esta actividad es omitida por la combinación realizada entre la prueba hidrostática y soldadura, permitiendo realizar la verificación en la misma operación esto se evidencia en la (ilustración 2) obteniendo un total de 7 operaciones.

El aporte que realizaría este cambio es la reducción del tiempo de la operación de verificación de prueba hidrostática y el traslado en donde se destaca la disminución de 120 minutos que sería un total de 2 horas menos, al proceso de rectificado del cabezote.

*Ilustración 3. Diagrama de Gantt aplicando la mejora del proceso de rectificado del cabezote.*



**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

**Interpretación ilustración 3:** La anterior ilustración corresponde al diagrama de Gantt del proceso del rectificado del cabezote, con respecto a los nuevos cambios del diagrama de flujo de valor futuro, en dónde están plasmadas cada una de las actividades con su correspondiente tiempo, determinando que el trabajo de rectificado conlleva un total de 650 minutos lo que sería un total de 10,83 horas para finalizar todo el trabajo.

### **4.2.3. Desperdicios existentes en el proceso de rectificado del cabezote.**

Mediante el uso de herramientas se evaluó el proceso de rectificado de cabezote en el cual fueron identificados los despilfarros que presenta el proceso y se dan a conocer a continuación:

#### **4.2.3.1. Defectos y retrabajos.**

Esto se viene dando por la inexistencia de un manual o ficha técnica de motores chinos que hoy en día están en el mercado. Al realizar el trabajo se toman manuales de otros motores similares y muchas veces al finalizar el trabajo este debe volverse a hacer por ciertos desperfectos que se originan. Algunas de las piezas que se consiguen deben ser modificadas y adaptadas para su posterior rectificación.

#### **4.2.3.2. Movimientos innecesarios.**

Al existir desorden en los puestos de trabajo, muchas veces localizar las herramientas hacen que el trabajador que está ejecutando el trabajo se movilice por todo el taller o pregunte de uno a otro si de pronto han visto la herramienta que necesita siendo este otro problema que afecta al proceso incrementando el tiempo de la actividad.

#### **4.2.3.3. Actividades innecesarias.**

De acuerdo a cada una de las operaciones fue identificada una actividad de más en el proceso de rectificado del cabezote siendo esta la verificación de las pruebas hidrostáticas.

#### **4.2.3.4. Esperas y búsquedas.**

Es un problema grave no contar con las fichas técnicas de los motores chinos, a más de esto la falta de herramientas en cada puesto, conlleva a que se debe prestar a otras áreas y muchas veces estas herramientas se encuentran ocupadas. La localización de ciertas herramientas es otro problema que se presenta.

#### **4.2.3.5. Transportes de materiales y herramientas.**

El no contar con estanterías en ciertos puestos obliga a movilizar las piezas y materiales de un lugar a otro poniendo en riesgo las mismas en el caso de que alguna se pierda o sufra algún daño.

### **4.3. Diseño de un plan de implementación de las herramientas lean para la mejora continua del proceso de rectificado del cabezote.**

Son varias las mejoras que se pueden aplicar en el proceso de rectificado de acuerdo a las herramientas utilizadas para el estudio del proceso de la microempresa, los limitantes que fueron identificados y las mejoras a aplicar, van a ser reflejadas mediante la herramienta lean para la mejora continua de la rectificación del cabezote.

Con la implantación de las 5S del orden y la limpieza en el rectificado del cabezote se va a lograr clasificar aquellas cosas que son necesarias en el proceso de las que no son necesarias para una buena ejecución del rectificado con la finalidad de infundir el orden y la limpieza en el área de trabajo.

En el diseño del plan, la principal prioridad que se establece es implantar la metodología 5S a la microempresa, se detallará que la aplicación de esta herramienta se la debe realizar por etapas.

El presente plan de implementación de la herramienta 5S está desarrollado para la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA LTDA., pero puede ser aplicable para muchos otros procesos en los cuales se requiera aplicar mejoras con esta metodología que es efectiva y eficiente.

Los formatos tablas que se presentan a continuación, son un ejemplo del llenado de la información al irse aplicando cada una de las S. Estos formatos tablas pueden ser modificados y adaptados de acuerdo a la necesidad que se presente en el proceso a realizar mejoras, para su aplicación se los encontrara en la sección de anexos.

### 4.3.1. Plan de implementación de las 5S para la mejora continua del proceso de rectificado del cabezote en la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.



La implantación de las 5S del orden y la limpieza se lo va a realizar en etapas las cuales son las siguientes, como primera etapa esta la clasificación, segunda etapa el orden, tercera etapa la limpieza, cuarta etapa es estandarizar y quinta etapa seguir mejorando.

#### ETAPA I Clasificar.

Para implantar Seiri (Clasificar) se procederá a la elaboración de un formato en el cual se clasificará los objetos de acuerdo al grado de importancia que tengan en el proceso.

En el formato se va a ubicar los elementos o materiales que fueron detectados en lugares inadecuados y que deben ser puestos al conocimiento del jefe del área para ser reubicadas en un lugar adecuado.

*Tabla 12. Clasificación de los elementos de acuerdo a su importancia.*



 					
<b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b>					
<b>CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE ACUERDO A SU IMPORTANCIA EN EL ÁREA DE TRABAJO.</b>					
<b>Departamento:</b> Producción.		<b>Fecha:</b> 15/12/2020			
<b>Área de trabajo:</b> Rectificado de cabezote.		<b>Responsable:</b> Tnlgo. Javier González.			
N.-	Elementos.	Valoración.			Observaciones.
		Imprescindible	Prescindible	Innecesario	
5	Botella plástica			X	Sobre ciertas máquinas o en mesas de trabajo.
3	Orejeras 3M	X			No son ubicadas en sus respectivos lugares.
4	Desechos de comida			X	Sobre mesas de trabajo o debajo de ellas.

1	Grúa manual hidráulica		X		Mala ubicación puede producirse un accidente.
3	Materiales	X			No se ubican en un correcto lugar.
6	Block		X		En lugar inadecuado, ocupan espacio.
3	Cables			X	Se encuentran sobre la mesa de trabajo y en mal estado.
2	Herramientas	X			En lugar inadecuado, sobre máquinas o en el suelo.
2	Guantes de cuero	X			En lugar inadecuado, sobre máquinas o en el suelo.
2	Caja de herramientas	X			En lugar inadecuado, sobre máquinas o en el suelo.
1	Ficha técnica	X			Sobre máquina de trabajo.
2	Cartón			X	En el suelo en los costados de máquinas.
5	Cigüeñales			X	Mala ubicación, ocupan espacio.
1	Llave inglesa y martillo		X		En lugar inadecuado, sobre máquinas o en el suelo.
1	Volante de inercia			X	Mala ubicación, ocupan espacio.
1	Caneca de gasolina		X		En lugar inadecuado.
1	Mascareta de soldar		X		Sobre máquina de trabajo.
20	Objetos de bodega			X	Todo en desorden, objetos en el suelo uno encima de otro.
<b>Nombre del responsable:</b>				Tnlgo. Javier Gonzales.	
<b>Firma del responsable:</b>					

Elaborado por: Aguilera Daza Fabricio (2021).

Una vez seleccionado los objetos que se encuentran en un lugar inadecuado, se procede a la elaboración de una ficha o denominada tarjeta roja con la cual se va tomar acciones sobre cada una de las herramientas, materiales y desechos generados con la finalidad de mejorar la estética del área de rectificado del cabezote.

**Gráfico 13. Tarjeta roja.**

<b>TARJETA ROJA.</b>	
<b>Fecha: Lunes 22 de febrero del 2021</b>	<b>Código: 0015</b>
<b>Descripción: Desechos generados en el área de rectificado</b>	
<b>Responsable: Tecnólogo Daniel León</b>	
-----	
<b>Fecha: Lunes 22 de febrero del 2021</b>	<b>Código: 0015</b>
<b>Categoría.</b>	
<b>Accesorios o herramientas.</b> <b>Cubetas, recipientes.</b> <b>Equipo de oficina.</b> <b>Instrumentos de medición.</b> <b>Desechos (botellas, cartones, periódicos, fundas)</b> <b>Maquinaria.</b> <b>Insumos.</b> <p style="text-align: center;"><b>Empaquetadura</b></p> <b>Producto final.</b> <b>Producto en desarrollo.</b> <b>Reparación.</b> <b>Otro (especifique): .....</b> -----	
<b>Argumento</b>	
<b>Dañino.</b> <b>Incorrecto.</b> <b>Descompuesta.</b> <b>Desperdicio.</b> <b>Innecesario.</b> <b>No es útil por ahora.</b> <b>Desconocimiento de su uso.</b> <b>Otro (especifique): .....</b> -----	
<b>Encargado: Tecnólogo Daniel León</b>	
<b>Destino final: jefe de área Tecnólogo Javier González</b>	
<b>Fecha: lunes 22 de febrero del 2021</b>	

**Elaborado por: Aguilera Daza Fabricio (2021).**

A continuación, se muestra en el siguiente formato (tabla 13), en la cual se deben describir los elementos que tienen tarjeta roja en donde debe tomarse alguna acción correctiva, se debe designar un área para aquellos elementos que no se utilizan o son poco utilizados y aquellos que van a ser desechados o donarlos a otra área que sea necesaria.

El área que es designada para aquellos elementos que no se utilizan o que son poco utilizados, se la debe dar a conocer en el diagrama de distribución física de la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.

*Tabla 13. Acciones correctivas a elementos con tarjeta roja.*

 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b> 				
<b>TOMAR ACCIONES CORRECTIVAS CON LOS ELEMENTOS QUE CONTIENEN TARJETA ROJA.</b>				
<b>ELEMENTOS.</b>	<b>COLOR DE TARJETA.</b>	<b>FECHA.</b>	<b>ÁREA.</b>	<b>ACCIÓN.</b>
Botella plástica	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Desperdicio
Orejeras 3M	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en un lugar adecuado
Desechos de comida	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Desperdicio
Grúa manual hidráulica	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Materiales	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Block	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Cables	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Cambiar conexiones

Herramientas	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Guantes de cuero	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Caja de herramientas	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Bloock	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Ficha técnica	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en documentos
Cartón	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Desecho
Herramientas y desechos	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado y desechar
Cigüeñales	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Llave inglesa y martillo	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Volante de inercia	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Material	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Materiales y cartón	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado y desechar
Caneca de gasolina	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Mascareta	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Documentos y orejeras	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ordenar y ubicar en lugar adecuado
Objetos de bodega	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ordenar





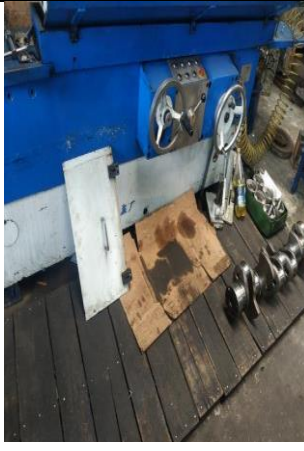



**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

En el siguiente formato se deben colocar fotografías tanto de la tarjeta roja como también del elemento etiquetado con la finalidad de dar a conocer todos estos elementos a cada uno de los colaboradores y así evitar que esto siga sucediendo, lo principal en generarse son desechos por parte de quienes laboran en la microempresa.

**Tabla 14. Fotografía de elementos etiquetados con tarjeta roja.**

 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA.</b> <b>LTDA.</b> 			
ETIQUETA ROJA.	ELEMENTO.	ETIQUETA ROJA.	ELEMENTO.
			
			
			





<p>Fecha: 22 de febrero del 2021</p> <p>Código: 4012</p> <p>Categoría:</p> <p>Accesorios e herramientas: Cables, respiradores, Equipo de oficina, Instrumentos de medición, Dientes (brocas, cortinas, perforadores, brocas) Muestras, Materia prima</p> <p>Materiales de empaque: Productos terminados, Productos en proceso, Refacciones, Otros (especificar):</p> <p>Riesgo:</p> <p>Contaminación: Salud humana, Desempeño, Seguridad, No se aplica, No se aplica proceso, No se aplica, Otros (especificar):</p> <p>Responsable: Tenealigo David Lora Destino final: 100% de uso Tenealigo Sinter Casavilca Fecha: 22 de febrero del 2021</p>		<p>Fecha: 22 de febrero del 2021</p> <p>Código: 4012</p> <p>Categoría:</p> <p>Accesorios e herramientas: Cables, respiradores, Equipo de oficina, Instrumentos de medición, Dientes (brocas, cortinas, perforadores, brocas) Muestras, Materia prima</p> <p>Materiales de empaque: Productos terminados, Productos en proceso, Refacciones, Otros (especificar):</p> <p>Riesgo:</p> <p>Contaminación: Salud humana, Desempeño, Seguridad, No se aplica, No se aplica proceso, No se aplica, Otros (especificar):</p> <p>Responsable: Tenealigo David Lora Destino final: 100% de uso Tenealigo Sinter Casavilca Fecha: 22 de febrero del 2021</p>	
<p>Fecha: 22 de febrero del 2021</p> <p>Código: 4012</p> <p>Categoría:</p> <p>Accesorios e herramientas: Cables, respiradores, Equipo de oficina, Instrumentos de medición, Dientes (brocas, cortinas, perforadores, brocas) Muestras, Materia prima</p> <p>Materiales de empaque: Productos terminados, Productos en proceso, Refacciones, Otros (especificar):</p> <p>Riesgo:</p> <p>Contaminación: Salud humana, Desempeño, Seguridad, No se aplica, No se aplica proceso, No se aplica, Otros (especificar):</p> <p>Responsable: Tenealigo David Lora Destino final: 100% de uso Tenealigo Sinter Casavilca Fecha: 22 de febrero del 2021</p>		<p>Fecha: 22 de febrero del 2021</p> <p>Código: 4012</p> <p>Categoría:</p> <p>Accesorios e herramientas: Cables, respiradores, Equipo de oficina, Instrumentos de medición, Dientes (brocas, cortinas, perforadores, brocas) Muestras, Materia prima</p> <p>Materiales de empaque: Productos terminados, Productos en proceso, Refacciones, Otros (especificar):</p> <p>Riesgo:</p> <p>Contaminación: Salud humana, Desempeño, Seguridad, No se aplica, No se aplica proceso, No se aplica, Otros (especificar):</p> <p>Responsable: Tenealigo David Lora Destino final: 100% de uso Tenealigo Sinter Casavilca Fecha: 22 de febrero del 2021</p>	
<p>Fecha: 22 de febrero del 2021</p> <p>Código: 4012</p> <p>Categoría:</p> <p>Accesorios e herramientas: Cables, respiradores, Equipo de oficina, Instrumentos de medición, Dientes (brocas, cortinas, perforadores, brocas) Muestras, Materia prima</p> <p>Materiales de empaque: Productos terminados, Productos en proceso, Refacciones, Otros (especificar):</p> <p>Riesgo:</p> <p>Contaminación: Salud humana, Desempeño, Seguridad, No se aplica, No se aplica proceso, No se aplica, Otros (especificar):</p> <p>Responsable: Tenealigo David Lora Destino final: 100% de uso Tenealigo Sinter Casavilca Fecha: 22 de febrero del 2021</p>		<p>Fecha: 22 de febrero del 2021</p> <p>Código: 4012</p> <p>Categoría:</p> <p>Accesorios e herramientas: Cables, respiradores, Equipo de oficina, Instrumentos de medición, Dientes (brocas, cortinas, perforadores, brocas) Muestras, Materia prima</p> <p>Materiales de empaque: Productos terminados, Productos en proceso, Refacciones, Otros (especificar):</p> <p>Riesgo:</p> <p>Contaminación: Salud humana, Desempeño, Seguridad, No se aplica, No se aplica proceso, No se aplica, Otros (especificar):</p> <p>Responsable: Tenealigo David Lora Destino final: 100% de uso Tenealigo Sinter Casavilca Fecha: 22 de febrero del 2021</p>	
<p>Fecha: 22 de febrero del 2021</p> <p>Código: 4012</p> <p>Categoría:</p> <p>Accesorios e herramientas: Cables, respiradores, Equipo de oficina, Instrumentos de medición, Dientes (brocas, cortinas, perforadores, brocas) Muestras, Materia prima</p> <p>Materiales de empaque: Productos terminados, Productos en proceso, Refacciones, Otros (especificar):</p> <p>Riesgo:</p> <p>Contaminación: Salud humana, Desempeño, Seguridad, No se aplica, No se aplica proceso, No se aplica, Otros (especificar):</p> <p>Responsable: Tenealigo David Lora Destino final: 100% de uso Tenealigo Sinter Casavilca Fecha: 22 de febrero del 2021</p>		<p>Fecha: 22 de febrero del 2021</p> <p>Código: 4012</p> <p>Categoría:</p> <p>Accesorios e herramientas: Cables, respiradores, Equipo de oficina, Instrumentos de medición, Dientes (brocas, cortinas, perforadores, brocas) Muestras, Materia prima</p> <p>Materiales de empaque: Productos terminados, Productos en proceso, Refacciones, Otros (especificar):</p> <p>Riesgo:</p> <p>Contaminación: Salud humana, Desempeño, Seguridad, No se aplica, No se aplica proceso, No se aplica, Otros (especificar):</p> <p>Responsable: Tenealigo David Lora Destino final: 100% de uso Tenealigo Sinter Casavilca Fecha: 22 de febrero del 2021</p>	

Elaborado por: Aguilera Daza Fabricio (2021).

Una vez seleccionados todos los elementos encontrados en lugares inadecuados y descritos en el formato (tabla 13), y su respectiva fotografía en el formato (tabla 14), se debe separar cada elemento en los presentes formatos que se van a dar a conocer a continuación.

En el siguiente formato se darán a conocer los elementos necesarios, y que fueron etiquetados con tarjeta roja, la acción que se va a tomar con los objetos, materiales, maquinas, etc.



*Tabla 15. Elementos necesarios.*

 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b> 		
<b>LISTA DE ELEMENTOS NECESARIOS.</b>		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO.</b>	<b>CANTIDAD.</b>	<b>MEDIDA TOMADA.</b>
Orejeras 3M	3	Cambio de sitio
Grúa manual hidráulica	1	Cambio de sitio
Herramientas	2	Cambio de sitio
Guantes de cuero	2	Cambio de sitio
Caja de herramientas	2	Ninguna
Ficha técnica	1	Cambio de sitio
Llave inglesa y martillo	1	Cambio de sitio
Material	3	Ninguna
Mascareta de soldar	1	Cambio de sitio

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

En el siguiente formato (tabla 16), se detallan los elementos innecesarios que fueron etiquetados con la tarjeta roja, la acción que se va a tomar con los objetos, materiales, maquinas, etc.

*Tabla 16. Elementos innecesarios.*

 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b> 		
<b>LISTA DE ELEMENTOS INNECESARIOS.</b>		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO.</b>	<b>CANTIDAD.</b>	<b>MEDIDA TOMADA.</b>
Botellas plásticas	5	Eliminado
Desechos de comida	4	Eliminados
Cables	3	Bodega
Cartón	2	Eliminados
Block	6	Donado a otra área
Cigüeñales	5	Donado a otra área
Volante de inercia	1	Donado a otra área
Caneca de gasolina	1	Donado a otra área

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

En el formato (tabla 17), se da a conocer un resumen de las medidas que fueron tomadas con respecto a todos los elementos etiquetados.



*Tabla 17. Resumen de disposiciones tomadas.*

 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b> 	
<b>ACCIÓN TOMADA.</b>	<b>NO. DE ELEMENTOS.</b>
CAMBIO DE SITIO.	11
DONADOS A OTRA ÁREA.	13
BODEGA DE ELEMENTOS POCO UTILIZADOS.	3
ELIMINADOS.	11
NINGUNA.	5
OTRAS.	0

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

En el presente formato (tabla 18), se describen los elementos necesarios en cada puesto de trabajo con la finalidad que estén al alcance de los trabajadores. Los objetos detallados en la tabla son necesarios en los puestos de trabajo y siempre deben estar al alcance de los trabajadores y que sean fáciles de encontrar.

*Tabla 18. Objetos necesarios.*

 		
<b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b>		
<b>LISTA DE OBJETOS NECESARIOS.</b>		
		<b>ÁREA: Rectificado</b>
<b>N.-</b>	<b>OBJETO.</b>	<b>UBICACIÓN.</b>
2	Galgas de espesores	Estantería de herramientas de medición
3	Micrómetro	Estantería de herramientas de medición
2	Calibre pie de rey	Estantería de herramientas de medición
3	Reloj comparador	Estantería de herramientas de medición
2	Regla	Estantería de herramientas de medición
3	Metro	Estantería de herramientas de medición
2	Aceitera	Mesas de trabajo
1	Juego de rimas	Estantería de herramientas
1	Juego de brocas	Estantería de herramientas
1	Prensa	Mesa de trabajo
1	Juego de brocas de centrado y avellanado	Repisa de la rectificadora de tres puntos
1	Juego de fresas	Estantería de herramientas
1	Esmeril de banco	Mesa de trabajo
5	Guantes de látex	Equipo de protección personal

5	Gafas industriales	Equipo de protección personal
2	Mascareta de soldar	Área de soldadura
5	Guantes de cuero	Área de soldadura
1	Caneca de gasolina	Área de lavado
2	Carpeta de fichas Técnicas	Cajón de documentos
5	Escobas	Área de rectificado
3	Tachos	Área de rectificado
3	Martillo	Estantería de herramientas
3	Combo	Estantería de herramientas
2	Juego de llaves	Estantería de herramientas

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

## **ETAPA II Orden.**

En esta etapa se deben organizar las herramientas, instrumentos de medición, materiales, entre otros que sean necesarios en los puestos de trabajo, la importancia de mantener el orden en el trabajo ayuda a poder encontrar los objetos más rápido y a la prevención de un incidente o lo peor sería un accidente.

En la etapa anterior se dieron a conocer los elementos que son innecesarios y las acciones que fueron tomadas con cada uno de ellos, como también se detallaron los elementos que son necesarios y que frecuentemente se los utiliza, de acuerdo al formato (tabla 19), cada puesto de trabajo debe contener un listado de materiales, maquinas, herramientas entre otros que sean necesarios en dicho lugar y el cual estará visible con la finalidad de localizar rápidamente lo que se necesita, se organizara cada uno de los elementos en un determinado lugar para que cuando sean utilizados sean devueltos al mismo sitio de donde fueron tomados para que sean encontrados con facilidad sin perder tiempo en su búsqueda.

En el formato (tabla 19), se dan a conocer los elementos, materiales, herramientas entre otros, dependiendo la frecuencia de uso en el área, y disponer un determinado lugar en cada puesto de trabajo para llevar un correcto orden. Los elementos más utilizados deben estar a la mano para poderlos encontrar rápido.

*Tabla 19. Ubicación de elementos.*

 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b> 		
<b>MATERIAL.</b>	<b>FRECUENCIA DE USO.</b>	<b>UBICACIÓN.</b>
Galgas de espesores	Se utiliza varias veces al día	Estantería de herramientas de medición
Micrómetro	Se utiliza varias veces al día	Estantería de herramientas de medición
Calibre pie de rey	Se utiliza pocas veces al día	Estantería de herramientas de medición
Reloj comparador	Se utiliza varias veces al día	Estantería de herramientas de medición
Regla	Se utiliza pocas veces al día	Estantería de herramientas de medición
Metro	Se utiliza constantemente	Estantería de herramientas de medición
Aceitera	Pocas veces al día	Mesas de trabajo
Juego de rimas	Una vez a la semana	Estantería de herramientas
Juego de brocas	Una vez a la semana	Estantería de herramientas
Prensa	Dos a tres veces a la semana	Mesa de trabajo

Juego de brocas de centrado y avellanado	Una vez a la semana	Repisa de la rectificadora de tres puntos
Juego de fresas	Una o dos veces al mes	Estantería de herramientas
Esmeril de banco	Una o dos veces a la semana	Mesa de trabajo
Guantes de látex	Se utiliza constantemente	Equipo de protección personal
Gafas industriales	Se utiliza constantemente	Equipo de protección personal
Mascareta de soldar	Se utiliza una vez al día	Área de soldadura
Guantes de cuero	Se utiliza una vez al día	Área de soldadura
Caneca de gasolina	Se utiliza una vez a la semana	Área de lavado
Carpeta de fichas Técnicas	Se utiliza constantemente	Cajón de documentos
Escobas	Se utiliza dos veces al día	Área de rectificado
Tachos	Se utiliza constantemente	Área de rectificado
Martillo	Dos veces al día	Estantería de herramientas
Combo	Dos veces al día	Estantería de herramientas
Juego de llaves	Dos veces al día	Estantería de herramientas

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

En el siguiente formato (tabla 20), se deben mostrar fotografías del antes y después para evidenciar el cambio que se va generando en el puesto de trabajo.

*Tabla 20. Fotografías de elementos necesarios.*

ORDEN (SEITON)	
ANTES	DESPUÉS
	
	
	



Elaborado por: Aguilera Daza Fabricio (2021).

### **ETAPA III Limpieza.**

Al haberse cumplido la primera y segunda etapa aquellos elementos denominados como desperdicios o que ya no sirven en ningún proceso ni se los utilizara más se procede a su eliminación ya que estos ocupan espacio en el lugar de trabajo y muchas veces obstaculizan el paso.

Se debe dar a conocer los puestos de trabajo en los cuales se genera mayor suciedad, ejemplo el área de diagnóstico, el área de lavado, la máquina de cepillado y en la máquina térmica por citar alguna de ellas. Al tener el conocimiento de estas áreas se debe ser riguroso en la limpieza.

Cabe señalar que en cada puesto de trabajo se debe contar con elementos de limpieza en especial un tacho de basura, ya que en algunas actividades se genera basura por el mismo trabajo que se realiza.

Se debe habilitar uno o varios contenedores para toda la microempresa en el caso de que se llenen los tachos de cada puesto de trabajo y estos puedan ser vaciados en dicho contenedor.

Se debe implementar un Panel 5S para poder programar las actividades de limpieza y que este al conocimiento de cada uno de los trabajadores como también designar un lugar para cada colaborador y que mantenga la limpieza.

El siguiente formato (tabla 21), es un cronograma en el cual se designa a un colaborador o a varios de ellos para la limpieza de los puestos de trabajo, en el que se detallara los materiales de limpieza con los que deben contar de acuerdo al área que sean asignados con el respectivo horario en el que se debe limpiar para no interrumpir actividades operativas.

*Tabla 21. Cronograma de limpieza.*

 			
<b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b>			
<b>MANUAL DE LIMPIEZA.</b>			
<b>ACTIVIDADES.</b>	<b>MATERIALES.</b>	<b>PERSONA ENCARGADA.</b>	<b>HORARIO (LUNES A VIERNES.)</b>
Área de torneado	Escoba, recogedor y bote de basura.	Mateo Gonzales	16:50 a 17:00
Área de administración	Escoba, recogedor y bote de basura.	Jenni Miranda	16:50 a 17:00
Área de recepción	Escoba, recogedor y bote de basura.	Tecnólogo Javier González	16:50 a 17:00
Área de lavado	Deja, escoba y balde.	Mauricio Taípe	16:50 a 17:00
Área de cepillado	Escoba, recogedor y bote de basura.	José Torres	16:50 a 17:00
Puesto de soldadura	Escoba, recogedor y bote de basura.	José Torres	16:50 a 17:00
Máquina de pruebas hidrostáticas y rectificadora	Deja, escoba y balde.	Steven Cantos	16:50 a 17:00
Pasillos	Escoba, recogedor y bote de basura.	Steven Cantos	16:50 a 17:00
Mesas de trabajo	Tollas, detergente y bote de basura.	Alex Ramírez	16:50 a 17:00
Vestidores	Escoba, recogedor y bote de basura.	Mauricio Taípe	16:50 a 17:00

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

En el siguiente formato (tabla 22), se deben mostrar fotografías del antes y después para evidenciar el cambio que se va generando en el puesto de trabajo.

*Tabla 22. Fotografías de la limpieza.*

 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b> 	
LIMPIAR (SEISO)	
ANTES	DESPUÉS
	
	
	
	

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

#### ETAPA IV Estandarizar.

En esta etapa ya deben estar aplicadas las tres primeras S como es la clasificación, el orden y la limpieza los cuales deben ser mantenidos para que el área de rectificado de cabezote sea la ideal al realizar las distintas actividades. Para lograr mantener las tres primeras S se elaboró un cuadro del ciclo de las 3S el cual debe ser aplicado regularmente, y se lo muestra en el formato (tabla 23).

*Tabla 23. Ciclo de trabajo 3S.*

ACTIVIDAD.	HORA DE INICIO.	FRECUENCIA.	DÍAS.
1. APLICAR ESTRATEGIA DE TARJETAS ROJAS.	8:00	Todos los días	Lunes a viernes
2. REVISAR/CREAR INDICADORES DE LOCALIZACIÓN.	8:30	Una vez por semana	Lunes
3. REVISAR/CREAR INDICADORES DE ELEMENTO.	15:30	Una vez por semana	Miércoles
4. REALIZAR LIMPIEZA DEL PASILLO.	16:50	Todos los días	Lunes a viernes
5. DESENGRASAR EL PISO.	16:50	Todos los días	Lunes a viernes
6. DESENGRASAR MESAS.	16:50	Todos los días	Lunes a viernes

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

Al haber cumplido con las primeras 3S ahora lo que se busca es mantenerlas, es por ello que se deben elaborar normas y hacérselas saber a todo el personal de la microempresa.

Las normas que van a ser descritas a continuación son elaboradas para la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA. específicamente para el área de rectificado del cabezote.

## **Elaboración de normas para el mantenimiento de las primeras 3S.**

1. Se debe designar a un jefe el cual se debe encargar del seguimiento y cumplimiento de cada una de las actividades con respecto a las 3S de acuerdo a las etapas descritas anteriormente como es la clasificación, orden y limpieza ya que estas son fundamentales para poder aplicar la metodología 5S, se debe promover las participaciones de todos los que conforman la microempresa.
2. El jefe debe inspeccionar cada puesto de trabajo dos veces al mes sin previo aviso. En el caso que la metodología S no esté siendo aplicada, la primera vez se deberá realizar un llamado de atención a los encargados de cada área y si estas siguen siendo incumplidas se deberá tomar acciones más estrictas como la realización de un memorando.
3. Los colaboradores de los puestos de trabajo deben comprometerse y contribuir a que se cumplan las principales 3S para el orden y la limpieza del área de rectificado. Ya que son el pilar fundamental, lo demás se cumple con autoeducación.
4. Se debe designar un supervisor del área de rectificado el cual debe presentar un informe mensual al jefe de área sobre el estudio realizado a cada una de las áreas.
5. El supervisor será responsable de aquellos nuevos integrantes de la organización el cual debe capacitarlos sobre esta metodología 5S.
6. Los trabajadores deberán hacer uso de los formatos, tablas, fichas, que se dieron a conocer en cada una de las etapas al aplicar esta metodología.
7. El jefe será el encargado de facilitar los formatos a cada uno de los encargados de cada puesto de trabajo para la aplicación de las primeras 3S.
8. El jefe deberá trabajar en conjunto con el supervisor para eliminar los factores que ocasionan el desorden, la desorganización y suciedad en el área de rectificado.
9. Al finalizar cada jornada laboral cada una de las herramientas deben quedar limpias y ubicados en sus respectivos lugares para ser localizados rápidamente.

## ETAPA V Mantener la disciplina.

En las visitas que fueron realizadas a la microempresa se pudo constatar que se realizan reuniones cada lunes con la finalidad de darle indicaciones del trabajo, la manera como deben actuar o comportarse en el trabajo y que se debe obviar todo problema que no se allá originado en la microempresa.

Los trabajadores deben ser colaboradores y dispuestos a cumplir con normas y técnicas que se puedan aplicar al proceso siempre y cuando el proceso mejore y beneficie a la microempresa.

Al querer aplicar esta herramienta de las 5S en este proceso será de gran benéfico y mejora en cada uno de los puestos de trabajo del rectificado del cabezote, no solo se lo puede aplicar a este proceso, sino que implementarlo en toda la microempresa para la mejora de cada uno de los procesos que se realizan al rectificar un motor.

Esta etapa se basa en mantener las 4 primeras S, se procederá a la creación del siguiente formato (tabla 24), la cual tratará de la planificación mensual de la limpieza.

*Tabla 24. Cronograma de limpieza.*

PLANIFICACIÓN DE LA LIMPIEZA EN EL MES:			CÓDIGO: 009
ACTIVIDAD.	DÍA.	FECHA.	HORA.
Limpieza total de máquinas	Viernes	05/02/2021	16:00 – 17:00
Limpieza total de pasillos	Viernes	12/02/2021	16:00 – 17:00
Limpieza total del área de lavado	Viernes	19/02/2021	16:00 – 17:00
Limpieza total de mesas	Viernes	26/02/2021	16:00 – 17:00
Limpieza de pisos, mesas, máquinas, herramientas y área de lavado.	Todos los días	Todo el mes	16:50 – 17:00

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

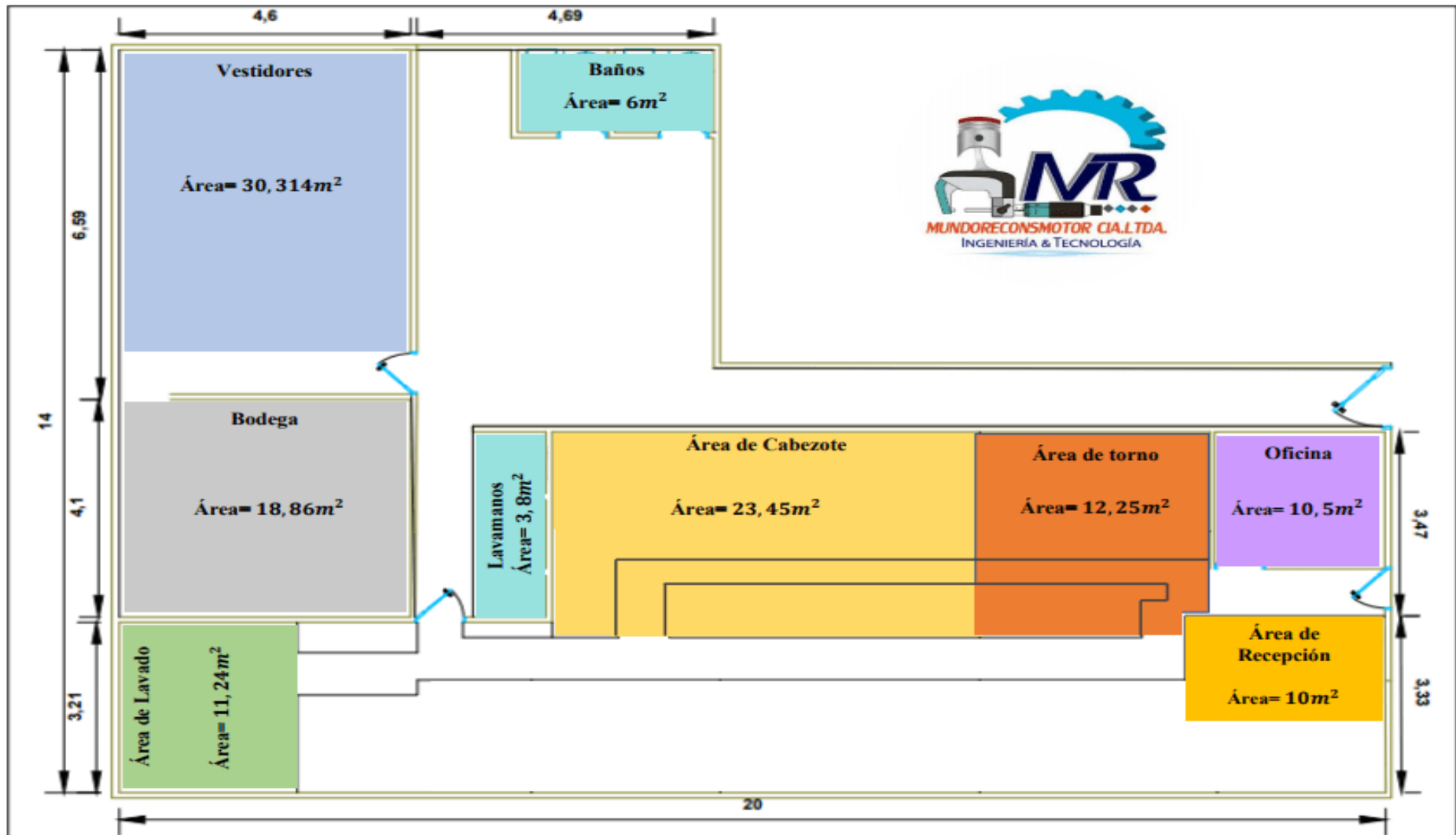
Se debe delimitar cada uno de los puestos de trabajo con colores y dar a conocer quienes están encargados de limpiar y organizar, se debe realizar un listado de los responsables de cada puesto, a continuación, en el formato (tabla 25), se debe detallar los encargados de cada puesto de trabajo y este mismo listado debe estar a la vista de los colaboradores de la microempresa por ese motivo se la ubicara en la cartelera de información específicamente en el área de secretaria.

*Tabla 25. Responsables de la limpieza.*

 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA</b> 	
<b>RESPONSABLES DE LA LIMPIEZA SEGÚN CADA PUESTO DE TRABAJO.</b>	
<b>RESPONSABLE</b>	<b>PUESTO DE TRABAJO</b>
Mateo Gonzales	Área de torneado
Jenni Miranda	Área de administración
Tecnólogo Javier González	Área de recepción
Mauricio Taípe	Área de lavado y vestidores
José Torres	Área de cepillado y puesto de soldadura
Steven Cantos	Máquina de pruebas hidrostáticas, rectificadora de tres puntos y pasillos
Alex Ramírez	Mesas de trabajo

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

Ilustración 4. Delimitación de las áreas según colores.



Elaborado por: Aguilera Daza Fabricio (2021).

En el formato (tabla 26), se da a conocer la planificación del orden a aplicar al proceso y las fechas que se debe realizar, por los colaboradores de acuerdo a las actividades que se realizan, estas serán controladas por el jefe quien sin previo aviso inspeccionara a sus trabajadores para constatar que se está cumpliendo lo planificado.



*Tabla 26. Planificación del orden.*

 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b> 			<b>CÓDIGO:</b>
<b>PLANIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE QUE TODO ESTÉ EN ORDEN DURANTE EL MES DE:</b>			
<b>ACTIVIDAD.</b>	<b>DÍA.</b>	<b>FECHA.</b>	<b>HORA.</b>
Revisión herramientas de medida	Viernes	05/02/2021	16:30 – 17:00
Revisión herramientas de trabajo	Viernes	12/02/2021	16:30 – 17:00
Revisión de cada puesto	Viernes	19/02/2021	16:30 – 17:00
Revisión de bodega	Viernes	19/02/2021	16:45 – 17:00
Revisión de cada maquina	Viernes	26/02/2021	16:30 – 17:00
Orden de herramientas de medida y trabajo, materiales y el puesto de trabajo.	Todos los días y cada vez al terminar la actividad	Todo el mes	En todo momento

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

Se realizará un cronograma de las capacitaciones que serán dirigidas a todos los que conforman la microempresa a fin que se cumpla a cabalidad la metodología 5S y que no sea algo temporal, sino que se mantenga por siempre y que cada vez se apliquen mejoras en este sistema, para el bien de la microempresa por el bienestar de los trabajadores y seguir creciendo en unidad.

*Tabla 27. Capacitaciones.*

		<b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b>			
<b>PLANIFICACIÓN DE LA CAPACITACIÓN DURANTE EL MES DE:</b>				<b>CÓDIGO:</b>	
<b>ACTIVIDAD.</b>	<b>DÍA.</b>	<b>FECHA.</b>	<b>HORA.</b>		
Charlas de cómo mantener las 5S	Lunes	01/02/2021	8:00 – 8:30		
Charlas motivadoras	Lunes	08/02/2021	8:00 – 8:30		
Charlas que consisten en escuchar al personal operativo	Lunes	15/02/2021	8:00 – 8:30		
Charla de tácticas a emplear para mejorar el proceso	Lunes	22/02/2021	8:00 – 8:30		

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

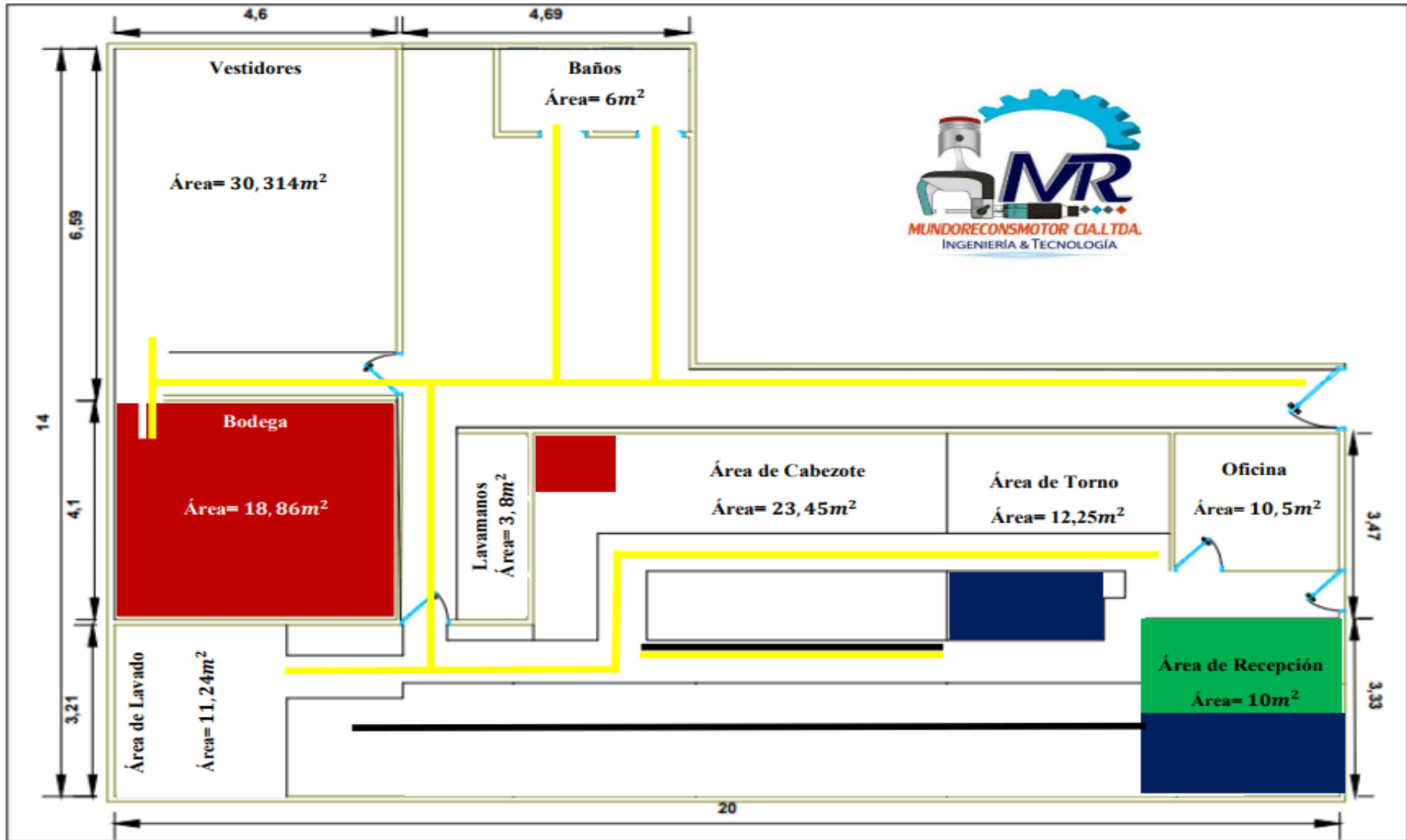
Se elaborará un Layout en el cual se dará a conocer las rutas con sus respectivos colores que se describirán a continuación:

*Ilustración 5. Delimitación de colores para áreas y rutas.*

<b>Área verde:</b>	Indica recepción de motores.
<b>Área azul:</b>	Indica desarmado y separación de piezas.
<b>Área roja:</b>	Indica partes defectuosas que ya no pueden ser rectificadas.
<b>Marcación amarilla/blanca:</b>	Delimita lugares por donde se pueden movilizar con tranquilidad.
<b>Marcación negra/blanca:</b>	Delimita áreas de mantenimiento.
<b>Marcación negra/amarilla:</b>	Delimita área de precaución.

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

Ilustración 6. Delimitación de áreas y rutas según colores.



Elaborado por: Aguilera Daza Fabricio (2021).

### 4.3.2. Plan de mejora continua (Kaizen).

#### Fase 1: Conformación de junta directiva.

- Para conformar una junta directiva efectiva se debe contar con directores competentes.

La junta directiva podrá:

- ❖ Controlar el avance que va teniendo el programa a aplicar.
- ❖ Redireccionar a los equipos de trabajo en el caso de tomar la dirección equivocada.
- ❖ Control de los trabajos a ejecutar.
- ❖ Verificar si se está obteniendo los resultados deseados.
- ❖ Organizar reuniones constantemente que no se excedan de 15 minutos.
- ❖ Involucrar a los trabajadores a contribuir con ideas de mejora.
- ❖ Evaluación de estados financieros.

#### Responsabilidades de los miembros de la junta directiva:

**Encargado para las capacitaciones:** Debe organizar al personal y preparar el tema a abordar en especial recalcar las metodologías que se están aplicando como es el Kaizen y las 5S del orden y la limpieza.

**Encargado para el control de audiovisuales:** Trabaja en conjunto con el encargado de las capacitaciones.

**Coordinador:** Lleva un control del programa que se está aplicando, organiza las reuniones, en el caso de algún conflicto busca una pronta solución.

**Secretario de la junta directiva:** Lleva un control de cada una de las capacitaciones, trabaja en conjunto con el jefe de área, se encarga de pasar reportes del programa, en el caso de anomalías no reportadas por los trabajadores o posibles incumplimientos, se encarga de enviar memorandos por actos de indisciplina.

*Tabla 28. Formación de la junta directiva.*

<b>Cargo</b>	<b>Responsable</b>	<b>Cargo dentro de la empresa.</b>
<b>Encargado de las capacitaciones.</b>	Mateo Gonzales	Subjefe de área.
<b>Encargado del control de audiovisuales.</b>	Steven Cantos	Supervisor de área.
<b>Coordinador</b>	Javier González	Jefe de área.
<b>Secretario de la junta directiva.</b>	Jenni Miranda	Jefa de administración.

**Elaborado por:** Aguilera Daza Fabricio (2021).

## **Fase 2: Capacitación.**

- Se realiza la retroalimentación a la junta directiva y a todos los colaboradores con los que cuenta la microempresa.
- ❖ Las charlas tienen que ser algo didácticas y directas respecto al tema que se está abordando.
- ❖ Charlas de la metodología 5S y muestra de resultados mediante comparaciones del antes y después.
- ❖ Objetivos a alcanzar.
- ❖ Normas y reglas a las que se rige la organización.
- ❖ La importancia de trabajar en grupo para alcanzar la mejora continua.

### **Fase 3: Aplicación.**

- ❖ Implementación de las 5S.
- ❖ Adecuación de los puestos de trabajo.
- ❖ Planificación de las capacitaciones y temas a abordar.
- ❖ Uso de la tarjeta roja.
- ❖ Utilización de los formatos de acuerdo a cada fase de las 5S.
- ❖ Ubicación de tableros en lugares visibles.
- ❖ Delimitación de cada área.
- ❖ Designados para la limpieza.
- ❖ Se designa un lugar para la aportación de ideas desde cada punto de vista de los trabajadores.

### **Fase 4: Seguimiento.**

- ❖ Al implementar las 5S se debe llevar un control periódico de cada una de las fases que fueron aplicadas a la microempresa.
- ❖ Elaboración de informes de seguimiento.
- ❖ Verificación de las planificaciones con respecto a reuniones.
- ❖ Se debe realizar auditorías internas para conocer en que es lo que hay que mejorar.

#### **4.4. Discusión.**

Marelys Núñez y Alexis Sarmiento autores de la metodología para el estudio de procesos de producción de bienes y servicios [30], menciona que la revisión de los procesos operativos persigue la mejora continua de los procedimientos de trabajo, la disminución de los costes de producción de bienes y servicios, eliminación de duplicidad de actividades, ineficiencias, desperdicios, y formas de trabajo obsoletas, además, el mejoramiento de las condiciones de higiene y seguridad, en fin, se persigue aumentar la productividad [30].

José Vargas, Gabriela Muratalla, María Jiménez autores de Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? [35], mencionan que las empresas que han puesto en práctica Lean Manufacturing, su filosofía de trabajo han evidenciado reducciones significativas en las áreas utilizadas, costos de producción, inventarios, costos de calidad, costos de compra y Lead time, al mismo tiempo que aumentan su productividad, flexibilidad, mejoran la calidad, mejor uso del espacio y maquinarias [35].

Andrés Paredes autor del artículo de investigación llamado aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio [37], menciona que la implementación de la herramienta Value Stream Mapping permitió mostrar a la alta gerencia cómo se desempeñaba uno de los procesos más críticos dentro de la compañía y con esa base ver el comportamiento de todo el sistema de una forma global y no por partes. Al identificar el comportamiento y las relaciones subyacentes dentro del proceso, se logró establecer un plan de acción que actualmente se encuentra en ejecución y que en corto tiempo ha entregado ahorros considerables a la compañía [37].

Hiroyuki Hirano autor del libro 5 Pilares de la Fábrica Visual [38], menciona que la implantación 5S es el punto de partida en el desarrollo de las actividades de mejora que aseguran la supervivencia corporativa. Las mejoras deben empezar eliminando todo lo que no es ya necesario y haciendo fácilmente accesibles todos los elementos restantes. En este sentido las 5S son el fundamento sobre el que se construirán otros bloques de acciones relacionadas con la mejora tales como la producción en flujo, la gestión visual, y las operaciones estándares [38].

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones.

- En el diagrama de análisis de operaciones se evidencia la secuencia actual de las actividades por las cuales tiene que pasar la culata (cabezote) hasta culminar con el proceso de rectificación, dando a conocer el total de operaciones, distancias y los tiempos que conlleva realizar este trabajo, en el que se obtuvo un total de 12,92 horas determinando que es un tiempo excesivo en el que la estructura organizacional de la microempresa debe mejorar y optimizar el tiempo de trabajo con la finalidad de evitar los procedimientos desordenados, retrasos en el proceso y la pérdida de nuevas oportunidades.
- Se determinó mediante el mapa de flujo de valor actual que la microempresa registra desperdicios como defectos, retrabajos, movimientos innecesarios, actividades innecesarias, esperas y búsquedas, transporte de materiales, herramientas y ciertas operaciones de más, alargando el tiempo del proceso lo cual crea insatisfacción en el cliente por incumplir con la entrega del trabajo en el tiempo establecido, generando trabas e impidiendo el crecimiento de la empresa en el mercado. Una vez que fueron identificadas estas falencias que presentaba el proceso se propuso mejoras evidenciándolas en el mapa de valor futuro y en el diagrama de Gantt en donde se puede constatar que el proceso de rectificado del cabezote se realiza en un total de 10,83 horas logrando disminuir un total de 2,09 horas del proceso actual siendo este una reducción de tiempo considerable en el proceso.
- Debido a la desorganización presente en el rectificado se diseñó el plan de implementación de la metodología 5S (orden y la limpieza) y el plan de mejora continua (Kaizen) los cuales contribuirán a la mejora continua del proceso y por ende, optar por procedimientos ordenados, mejorar la utilización de los recursos y tiempos, involucrando a todo el personal sin excepción alguna, con la finalidad de inculcar buenos hábitos a cada uno de los miembros que conforman el equipo y así evidenciar la mejora en cada puesto de trabajo, aumentando la productividad y reflejando resultados positivos.

## **5.2. Recomendaciones.**

- Para mejorar continuamente el proceso se debe considerar aplicar la filosofía Lean Manufacturing, sistema que facilitará la identificación y minimización de costos ocultos no productivos. Contribuyendo a disminuir despilfarros, aumentar la productividad en el proceso y reducir costos de operación.
- Se sugiere que la empresa haga uso del mapa de flujo de valor (VSM) con la finalidad de realizar constantemente un análisis al proceso para corregir posibles falencias que se puedan originar en el rectificado y mejorarlo.
- La implementación de herramientas como las 5S y Kaizen serían fundamentales para un correcto manejo del proceso. De igual forma se debe capacitar al trabajador constantemente para poder mantener las mejoras e implementar otras en el transcurso del tiempo.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía

- [1] B. D. F. K. M. T. N. Eliseo Bonilla, Mejora continua de los procesos Herramientas y técnicas, Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima, 2020.
- [2] R. F. Darwin Crisanto, «Procesos de fabricación ajustes y tolerancias.,» 2017.
- [3] Y. R. O. Bone, «Mejoramiento del sistema de producción de rectificadores de motores automotrices de la Empresa La Casa del Cigueñal Relacaci.,» Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial., Guayaquil, 2019.
- [4] A. M. L. A. John Jairo Delgado Narváez, «Estudio de la integridad superficial del acero AISI 420 maquinado mediante proceso de rectificado,» Quito, 2020., Quito, 2020.
- [5] J. E. Y. Loachamín, «Estudio del desempeño mecánico y emisiones contaminantes de un motor de encendido por compresión usando mezclas de diésel y biodiesel obtenido a condiciones supercríticas,» Quito, 2019., Quito, 2019.
- [6] D. W. C. P. Cosme David Camacho Coloma, «Técnicas de Sobrealimentación manuales Tecnicos del Automovil,» Quito, 2021., Quito, 2021.
- [7] M. V. L. R. Rene Orlando Loza Ramos, «Diseño e implementación de normativas de seguridad industrial para la manipulación de máquinas y herramientas en la rectificación de motores,» QUITO/UIIDE/2017, Quito, 2017.
- [8] I. S. A. Otero, MANUAL BÁSICO ACERCA DEL AUTOMÓVIL Y SU MOTOR, Ibarra, 2017.
- [9] L. Tolosa, Técnicas de mejora continua en el transporte., MARGE BOOKS, 2017.
- [10] V. G. S. E. P. B. Diana Ximena Proaño Villavicencio, «Metodología para elaborar un plan de mejora continua,» Especial, 2017.
- [11] R. E. G. S. Mario Gabriel León Torres, La Filosofía Lean aplicada en la gerencia de proyectos para construcciones viales, Quito: Quito: UCE, 2018.

- [12] L. S. Juan Pablo Martín, LEAN ENERGY 4.0. Guía de implementación. Energía limpia y libre de desperdicio para el desarrollo sostenible., València: MARGE BOOKS, 2019.
- [13] P. J. V. M. L. P. Ismael Escaida Villalobos, *MEJORA DE PROCESOS PRODUCTIVOS MEDIANTE LEAN MANUFACTURING*, Santiago, 2016.
- [14] T. E. P. E. B. L. G. M. M. V. E. O. Jessica Tapia Coronado, *Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria.*, Santiago, 2017.
- [15] D. A. P. Gualotuña, «Mejora de la productividad, en el área de mecanizado transfer para la fabricación de grifería en la empresa Franz Viegner, mediante la implementación de la metodología “Lean Manufacturing”,» Quito, 2019, Quito, 2019.
- [16] F. V. Cheryl, *Aplicación del Mapa de Flujo de Valor para mejora de la eficiencia de los procesos de una empresa constructora en Varsovia (Polonia)*, Polonia, 2018.
- [17] Y. F. R. Cedeño, «Análisis y mejora de los procesos operativos a través de la metodología 5S en la Empresa Aislapol S.A.,» Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial., Guayaquil, 2019.
- [18] L. A. J. H. A. M. A. P. José Reyes, «La Metodología 5S como estrategia para la mejora continua en industrias del Ecuador y su impacto en la Seguridad y Salud Laboral.,» *Polo del Conocimiento*, vol. 2 , nº 7, p. 20, 2017.
- [19] V. P. Á. Karla Alvarado Ramirez, «Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio,» Escuela Politécnica Nacional , Quito, 2017.
- [20] M. Imai, «El Kaizen como proceso de mejora continua, en el aseguramiento de la calidad de las instituciones aducativas superiores del Ecuador, periodo 2015-2016,» Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 2018.
- [21] L. V. Socconini, *Lean Manufacturing paso a paso*, Valencia, Barcelona: Marge Books, 2019.

- [22] L. V. Socconini, LEAN COMPANY. Más allá de la manufactura, València: ICG Marge, SL, 2019.
- [23] J. A. C. Ortiz, «"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CULATA SELLADA POR ANILLOS COMO PRIMERA APROXIMACIÓN A UN MOTOR DE COMPRESIÓN VARIABLE",» Guatemala, 2018.
- [24] R. J. C. ÁLVAREZ, *Trucaje de cabezote para competición*, Quito, 2016.
- [25] J. R. M. Sánchez, *Desgaste de las herramientas en el proceso de rectificado plano sobre cabezotes de aluminio mediante el uso de taladrina, para la optimización de herramientas en la empresa rectificadora de motores fallos.*, Ambato, 2019.
- [26] C. E. Flores, «Soldadura al arco eléctrico SMAW,» Boletín Electrónico, Guatemala, 2016.
- [27] I. G. P. Luis Eduardo Sierra Castillo, «Diseño de un banco de pruebas a presión hidrostática,» Bucaramanga, 2015.
- [28] «CORMAQ ;UN MUNDO DE SOLUCIONES!,» 12 02 2015. [En línea]. Available: <http://cormaq.com.bo/industria/productos/rectificadora-de-valvulas/>. [Último acceso: 16 01 2021].
- [29] L. C. P. Acero, «Diseño de diagramas de procesos en el ambiente del trabajo para el taller Angelous Road Garage,» GUAYAQUIL/UIDE/2019, Guayaquil, 2019.
- [30] A. R. S. Marelys Nuñez S, «Metodología para el Estudio de Procesos de Producción de Bienes y Servicios: Optimizando el Uso de Recursos.,» *Expresión Tecnológica. IUTC*, vol. 3, nº 2, pp. 1-18, 2015.
- [31] J. X. G. Espinoza, «Diagrama de flujo y su relación con la vida cotidiana,» UTMACH, Machala, 2019.
- [32] I. Torres, «IVE CONSULTORES (Diaframa de flujo, una herramienta infalible para visualizar, esquematizar y mejorar tus procesos),» 2015. [En línea]. Available: <https://iveconsultores.com/diagrama-de-flujo/>. [Último acceso: 02 Noviembre 2020].

- [33] H. C. D. Andres, *Utilizaciòn de Diagramas de Gantt para la Programaciòn y Control de un Proyecto en la Empresa "DH"*, Machala, 2017.
- [34] C. A. C. Bustos, «Análisis para disminuir los desperdicios de espumas en la Empresa Chaide y Chaide S.A. aplicando Manufactura Esbelta.,» Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial., Guayaquil, 2017.
- [35] G. M. B. M. J. C. José Vargas Hernández, «Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?,» Ingeniería Industrial, , Venezuela, Carabobo, 2016.
- [36] W. I. B. Peñafiel, «Análisis operativo de la planta de producción de una empresa de plásticos basado en la herramienta Lean Manufacturing para la mejora continua de sus procesos,» Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial., Guayaquil, 2020.
- [37] A. M. P. Rodríguez, «Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio,» Cali, Colombia., 2017.
- [38] R. N. A. Herrera, «Implementación de la Metodología 5´S en el área de TERFOR en POLIGRUP S.A.,» Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química., Guayaquil, 2018.
- [39] M. d. R. R. Bermeo, «Modelo de gestión basado en la metodología cinco “S” para el área de mantenimiento de la Empresa Agrícola “Moreano Sánchez Rosa María” del cantón Quevedo,» Quevedo - Ecuador, Quevedo, 2015.
- [40] O. P. V. T. E. L. M. G. Orizano Acuña, «Instauración de la metodología 5S en una microempresa agroindustrial.,» *Journal of Agro-Industry Sciences*, p. 30, 2019.
- [41] E. M. G. López, El Kaizen como proceso de mejora continua, en el aseguramiento de la calidad de las instituciones educativas superiores del Ecuador, periodo 2015-2016, Lima, 2018.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

*Anexo 1. Portada del Plan de mejora continua 5S del proceso de rectificado.*



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S PARA MEJORA CONTINUA**  
**DEL PROCESO DE RECTIFICADO DEL CABEZOTE EN LA**  
**MICROEMPRESA MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.**

“Pequeños cambios hacen la diferencia si se lo hace consecutivamente, al pasar el tiempo será un gran cambio que se denotará”

**Autor:**

Fabricio Raúl Aguilera Daza

**Quevedo – Los Ríos – Ecuador**

**2021**





*Anexo 1.2. Tarjeta Roja.*

<b>TARJETA ROJA.</b>	
<b>Fecha:</b>	<b>Código:</b>
<b>Descripción:</b>	
<b>Responsable:</b>	
-----	-----
<b>Fecha:</b>	<b>Código:</b>
<b>Categoría.</b>	
Accesorios o herramientas. Cubetas, recipientes. Equipo de oficina. Instrumentos de medición. Librería, pastelería. Maquinaria. Materia prima.  Material de empaque. Producto terminado. Producto en proceso. Refacciones. Otro (especifique): ..... -----	
<b>Razón</b>	
Contaminante. Defectuosos. Descompuestos. Desperdicio. No se necesita. No se necesita pronto. Uso desconocido. Otro (especifique): ..... -----	
<b>Responsable:</b>	
<b>Destino final:</b>	
<b>Fecha:</b>	



**Anexo 1.4.** Ficha de evidencia de elementos etiquetados.

 <p style="text-align: center;"><b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b></p> 			
<b>ETIQUETA ROJA.</b>	<b>ELEMENTO.</b>	<b>ETIQUETA ROJA.</b>	<b>ELEMENTO.</b>





**Anexo 1.7.** Ficha de elementos y acción tomada.



 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b> 	
<b>ACCIÓN TOMADA.</b>	<b>NO. DE ELEMENTOS.</b>
CAMBIO DE SITIO.	
DONADOS A OTRA ÁREA.	
BODEGA DE ELEMENTOS POCO UTILIZADOS.	
ELIMINADOS.	
NINGUNA.	
OTRAS.	

**Anexo 1.8.** Ficha de lista de objetos necesarios.

 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b> 		
<b>LISTA DE OBJETOS NECESARIOS.</b>		
		<b>ÁREA:</b>
<b>N.-</b>	<b>OBJETO.</b>	<b>UBICACIÓN.</b>





**Anexo 1.10.** Ficha de fotografías del orden.

 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b> 	
<b>ORDEN (SEITON)</b>	
<b>ANTES</b>	<b>DESPUÉS</b>



**Anexo 1.12.** Ficha de fotografías de la limpieza.

 <b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b> 	
<b>LIMPIAR (SEISO)</b>	
<b>ANTES</b>	<b>DESPUÉS</b>

**Anexo 1.13.** Ficha de aplicación de las primeras S.

<b>ACTIVIDAD.</b>	<b>TIEMPO DE INICIO.</b>	<b>HORA DE INICIO.</b>	<b>FRECUENCIA.</b>	<b>DÍAS.</b>
1. APLICAR ESTRATEGIA DE TARJETAS ROJAS.				
2. REVISAR/CREAR INDICADORES DE LOCALIZACIÓN.				
3. REVISAR/CREAR INDICADORES DE ELEMENTO.				
4. REALIZAR LIMPIEZA DE LOS PISOS.				
5. DESENGRASAR EL PISO.				
6. DESENGRASAR MESAS.				

**Anexo 1.14.** Ficha de la planificación de la limpieza.

		<b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b>			
<b>PLANIFICACIÓN DE LA LIMPIEZA EN EL MES:</b>				<b>CÓDIGO:</b>	
<b>ACTIVIDAD.</b>	<b>DÍA.</b>	<b>FECHA.</b>	<b>HORA.</b>		



**Anexo 1.15.** Ficha de los responsables de la limpieza.

		<b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA</b>			
<b>RESPONSABLES DE LA LIMPIEZA SEGÚN CADA PUESTO DE TRABAJO.</b>					

**Anexo 1.16.** Ficha de la planificación y verificación del orden.

		<b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b>			
<b>PLANIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE QUE TODO ESTÉ EN ORDEN DURANTE EL MES DE:</b>				<b>CÓDIGO:</b>	
<b>ACTIVIDAD.</b>		<b>DÍA.</b>	<b>FECHA.</b>	<b>HORA.</b>	

**Anexo 1.17.** Ficha de la planificación de las capacitaciones.

		<b>MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.</b>			
<b>PLANIFICACIÓN DE LAS CAPACITACIONES DURANTE EL MES DE:</b>				<b>CÓDIGO:</b>	
<b>ACTIVIDAD.</b>		<b>DÍA.</b>	<b>FECHA.</b>	<b>HORA.</b>	

**Anexo 2.** Guía de la observación dirigida a la microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.

**Empresa evaluada:** MICROEMPRESA MUNDORECONSMOTOR CÍA LTDA.

**Nombre del evaluador:** Fabricio Raúl Aguilera Daza.

**Objetivo:** Diagnosticar el estado actual del área de proceso del rectificado de motores a gasolina.

**Lista de los ítems:**

**Estado del proceso**

- Estructura de la organización
- Estructura del proceso
- Desenlace del proceso
- El estado de fichas o manuales si es que los hay
- Organización del área de trabajo
- Reportes del control de trabajos que se realiza

**Operarios que intervienen en el proceso**

- Miembros del área de trabajo
- Actitud de los colaboradores
- Actividad que realiza cada trabajador del proceso

**Herramientas que intervienen en el proceso**

- Los puestos de trabajo cuentan con las herramientas
- Estado de las herramientas

**Máquinas que intervienen en el proceso**

- Tipos de máquinas
- Total, de máquinas

**Anexo 2. Área Administrativa.**

**Anexo 2.1. Recopilación de información del proceso de rectificado.**



**Anexo 3. Área de Rectificado.**

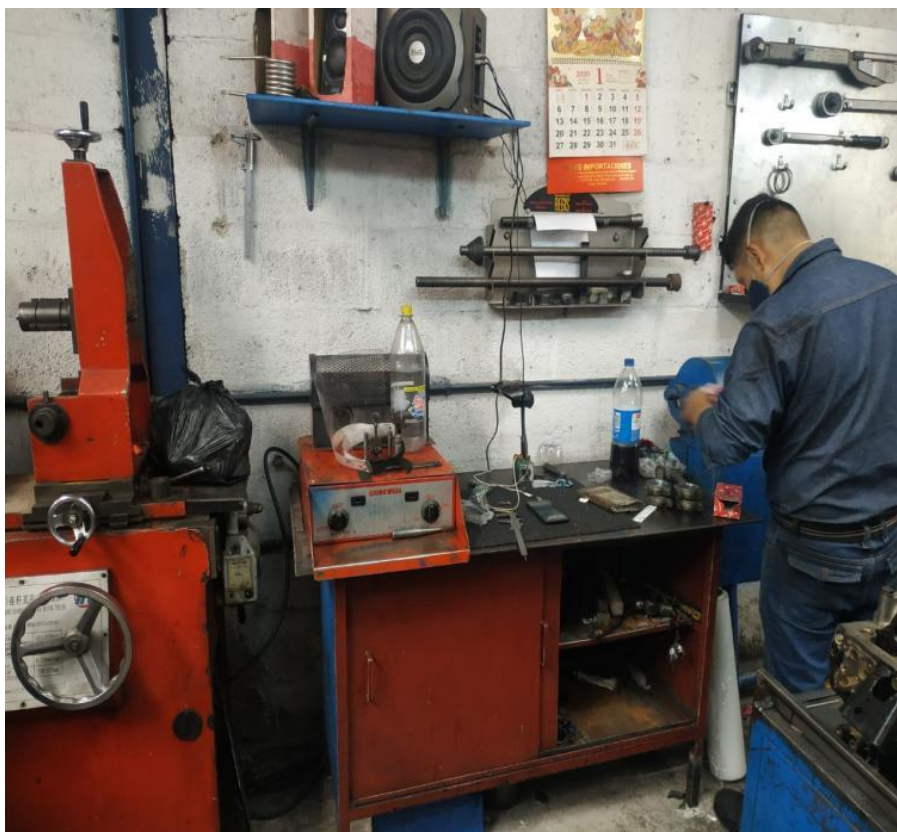
**Anexo 3.1. Recopilación de información en el campo de trabajo.**



**Anexo 2.2.** Torneado de pieza.



**Anexo 3.3.** Mesa para la toma de mediciones.



**Anexo 3.4.** Maquina Rectificadora de 3 puntos.



**Anexo 3.5.** Maquina Prueba Hidrostática.



**Anexo 4. Área de lavado y pulverizado.**



**Anexo 5. Ficha técnica de trabajo.**

RECEPCIÓN		TRABAJOS		REPUESTOS	
Cigüeñales		BLOCS DE CILINDROS		DETALLE	
Chavetas		Encamizar cilindros		Camisas	
Tuerca/Perno		Rectificar cilindros		Pistones	
Piñones		Cambiar Camisas Nro		Rines	
Guías		Pulir cilindros		Bancada	
Cimbras		Chequeo Alojamiento de Bancada		Bielas	
		Rectificar Alojamiento de Bancada		Bujes	
		Rellenar Alojamiento de B		Medias Lunas	
Blocs		Cepillar Block		Bocines	
Tapón del árbol		Prueba Hidrostática		Guías de admisión	
Guías		Rellenar alojts de 1/2 luna y rectificar		Guías de escape	
Fibra				Válvulas de admisión	
Tubo de aceite		CIGÜEÑALES		Válvulas de escape	
Base de filtro		Rectificar B V C		Sellos de válvulas	
Soportes		Rellenar B V C		Anillos	
Tapas de bancada		Pulir Cigüeñal		Bomba de agua	
Trompo de aceite		Reparación de chaveta		Bomba de aceite	
Árbol de levas				Empaques	
		BRAZOS DE BIELA		Piñón del árbol	
Base del alternador		Chequear brazos de biela		Piñón del cigüeñal	
Piñón de la distribución		Rectificar brazos		Cadena de distribución	
Cabezotes		Cambio de bocines y rectificar		Cadena de bomba	
Trompo de temperatura		Rectificar ojo de biela		Banda	
Toma de agua		Cambio pistones		Tampador	
Espárragos		Alinear brazos de biela		Kit de distribución	
Chavetas		Construir bocin		Rulmán de embrague	
Resortes		CABEZOTES		Disco de embrague	
Guías		Rectificar ..... asentos		Plato de embrague	
Sombreros		Rectificar ..... válvulas		Kit de embrague	
Múltiple		Cambio de ..... guías		Vibradores	
Balancines		Cambio de ..... anillos		Árbol de levas	
		Perforar para colocar ..... guías		Propulsores	
		Perforar para colocar ..... anillos		Pega	
		Hacer ..... anillos		Pernatex	
		Construir ..... guías		Azul mecánico	
		Armar cabezote		Plastiquy	
		Cepillar cabezote		Silicón	
		Reparar rosca de bujía		Filtro de aire	
		Calibrar válvulas		Filtro de aceite	
RECEPCIÓN DE REPUESTOS		Prueba hidrostática		Filtro de combustible	
		Asentar árboles		Aceite	
		Cambio precámaras		Bujías	
		Recbi ..... alojts, árbol levas		Refrigerante	
		Rellenar alojamientos			
		Rellenar superficie plana y espárragos			
		FINALES			
		Asentar cigüeñales B V			
		Cambio de bujes			
		Construcción bujes			
		Pasar medida en bujes			
		Armar B V			
		Armar árbol			
		OTROS			
		Lavar partes de motor			
		Pulirlos			

**Anexo 6.** Entrevista realizada al Gerente y dueño de la Microempresa MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.

**1.- ¿Cuántos rectificadores de cabezotes se realizan durante la semana o en el mes?**

Cada semana suele llegar entre 4 a 6 cabezotes en el mes podría ser un promedio de 20 cabezotes mensuales que requieren nuestro servicio.

**2.- ¿Cuántas y cuáles son las máquinas que intervienen en el proceso de rectificado?**

Al rectificar un cabezote se pueden emplear entre seis a siete maquinas dependiendo el diagnostico que se realiza al cabezote.

La maquinas que intervienen son las siguientes:

Cepilladora, soldadora, compresor, rectificadora de válvulas, pruebas hidrostáticas, calibradora de válvulas, rectificadora tres ángulos.

**3.- ¿Cuál sería el mayor inconveniente que tendrían al rectificar un cabezote?**

Al realizar el diagnóstico y no considerar ciertos aspectos importantes, como el no contar con la ficha técnica de marcas chinas de los cabezotes y al utilizar fichas con características similares al momento de estar ejecutando el rectificado se podría dañar la pieza en el caso de que algo no coincida.

**4.- ¿Se podrá rectificar un cabezote que presente una fisura interna?**

Mediante el diagnostico se determina los problemas que presenta, en el caso de presentarse una fisura se le aclara al cliente que se realizara una prueba hidrostática para determinar la dimensión de la grieta que presente el cabezote de acuerdo a eso se realizaría el trabajo, siendo de otro modo tendría que comprar un nuevo cabezote.

**5.- ¿Cuántos cabezotes se rectifican durante el año de acuerdo a periodos anteriores?**

Contamos con fichas de cada pieza a rectificar y son ingresadas al sistema en donde se puede certificar que se rectifican un total de 235 a 245 cabezotes en el año.

Anexo 7. Reporte de cabezotes rectificadas durante el año.



## MUNDORECONSMOTOR CÍA. LTDA.

Cabezotes rectificados en el año 2021											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
20	19	21									

Cabezotes rectificados en el año 2020											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
23	25	22	24	12	10	15	21	24	22	22	20

Cabezotes rectificados en el año 2019											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
20	18	21	21	18	20	21	22	19	19	21	20

Cabezotes rectificados en el año 2018											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
19	19	20	22	16	22	19	20	21	22	17	21

Cabezotes rectificados en el año 2017											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
20	21	17	18	23	17	20	22	17	23	17	20

Cabezotes rectificados en el año 2016											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
18	23	18	20	22	17	19	23	21	19	23	18

Cabezotes rectificados en el año 2015											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
17	19	17	18	24	21	23	21	21	23	19	17

