



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS Y ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN EL ÁREA  
DE TALLERES EMPLEANDO HERRAMIENTAS LEAN  
MANUFACTURING EN LA EMPRESA SIPROELECTRIK S.A.  
UBICADA EN QUITO**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

ALEX DAMIAN PAUCAR AGUIRRE

LUIS ANTONIO PINEDA COCA

Riobamba - Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS Y ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN EL ÁREA  
DE TALLERES EMPLEANDO HERRAMIENTAS LEAN  
MANUFACTURING EN LA EMPRESA SIPROELECTRIK S.A.  
UBICADA EN QUITO**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORES:** ALEX DAMIAN PAUCAR AGUIRRE

LUIS ANTONIO PINEDA COCA

**DIRECTOR:** Ing. ÁNGEL GEOVANNY GUAMÁN LOZANO, Mgs.

Riobamba - Ecuador

2023

**©2023, Alex Damian Paucar Aguirre; & Luis Antonio Pineda Coca**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Alex Damian Paucar Aguirre y Luis Antonio Pineda Coca, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de Trabajo de Integración Curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 22 de junio del 2023



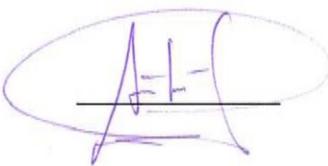
**Alex Damián Paucar Aguirre**  
**C.I. 172394374-0**



**Luis Antonio Pineda Coca**  
**C.I. 180357131-2**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **ANÁLISIS Y ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN EL ÁREA DE TALLERES EMPLEANDO HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA SIPROELECTRIK S.A. UBICADA EN QUITO**, realizado por los señores: **ALEX DAMIAN PAUCAR AGUIRRE** y **LUIS ANTONIO PINEDA COCA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud que el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Miguel Ángel Pérez Bayas <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-06-22
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano, Mgs. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-06-22
Ing. Jaime Iván Acosta Velarde, MSc. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-06-22

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de integración curricular está dedicado completamente a mi madre quién con su constante entrega y amor me ha impulsado a lograr todos mis sueños. Siendo un ejemplo de vida, mamá siempre fue por ti y para ti.

Alex

Quiero dedicar este logro a todas las personas que me han apoyado y compartido conmigo en este proceso. A mi familia y esposa por la fortaleza ya que sin ustedes nada de esto sería posible.

Luis

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a todos mis familiares, amigos y aquellas personas que apoyaron siempre mis metas. Gracias por compartir este viaje de aprendizaje; a mis docentes por impartir todos sus conocimientos dentro de las aulas y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por ser un referente en educación.

Alex

Quiero agradecer a Dios por permitirme cumplir con este objetivo. A mis familiares por siempre creer en mí. A los docentes que supieron compartir todos sus conocimientos y hacer de mí una mejor persona.

Luis

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. <b>DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA</b> .....	2
1.1. <b>Antecedentes</b> .....	2
1.2. <b>Planteamiento del problema</b> .....	2
1.3. <b>Justificación</b> .....	3
1.4. <b>Objetivos</b> .....	3
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	3
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2. <b>MARCO TEÓRICO</b> .....	5
2.1. <b>Antecedentes de investigación</b> .....	5
2.2. <b>Referencias teóricas</b> .....	6
2.2.1. <i>Estandarización de procesos</i> .....	6
2.2.1.1. <i>Implementación</i> .....	6
2.2.1.2. <i>Beneficios</i> .....	7
2.2.2. <i>Diagrama de Pareto</i> .....	7
2.2.3. <i>Lean Manufacturing</i> .....	7
2.2.3.1. <i>Estructura del sistema Lean Manufacturing</i> .....	8
2.2.3.2. <i>Principios del Lean Manufacturing</i> .....	9
2.2.3.3. <i>Beneficios del Lean Manufacturing</i> .....	10
2.2.4. <b>Metodología de la 5S</b> .....	11
2.2.4.1. <i>Etapas de la metodología 5S</i> .....	12
2.2.4.2. <i>Beneficios de las 5S</i> .....	14
2.2.5. <i>Diagrama de procesos</i> .....	15

2.2.5.1.	<i>Diagrama de actividades del proceso</i> .....	15
2.2.6.	<i>Diagrama de flujo</i> .....	16
2.2.7.	<i>Análisis de valor agregado</i> .....	17
2.2.8.	<i>Mapa de la cadena de valor</i> .....	18
2.2.8.1.	<i>Simbología del VSM</i> .....	19
2.2.8.2.	<i>Mapeo externo del estado actual</i> .....	20
2.2.8.3.	<i>Mapa interno del estado actual</i> .....	20
2.2.9.	<i>Tiempo muerto</i> .....	21
2.2.9.1.	<i>Impacto del tiempo muerto</i> .....	21
2.2.10.	<i>Tiempo de ciclo</i> .....	21
2.3.	<b>Índice de eficacia total del equipo</b> .....	22
2.4.	<b>Mantenimiento productivo total</b> .....	23
2.4.1.	<i>Pilares del TPM</i> .....	23

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	25
3.1.	<b>Tipo de estudio</b> .....	25
3.2.	<b>Tipo de investigación</b> .....	25
3.2.1.	<i>Investigación documental</i> .....	25
3.2.2.	<i>Investigación descriptiva</i> .....	25
3.2.3.	<i>Investigación de campo</i> .....	25
3.3.	<b>Técnicas de recolección de datos</b> .....	26
3.3.1.	<i>Técnicas primarias</i> .....	26
3.3.2.	<i>Técnicas secundarias</i> .....	26
3.4.	<b>Situación actual de la empresa</b> .....	26
3.4.1.	<i>Antecedentes de la empresa</i> .....	26
3.4.1.1.	<i>Misión</i> .....	27
3.4.1.2.	<i>Visión</i> .....	27
3.4.2.	<i>Localización de la empresa</i> .....	27
3.5.	<b>Servicios prestados por la empresa</b> .....	28
3.6.	<b>Descripción de las áreas de trabajo</b> .....	29
3.6.1.	<i>Maquinaria</i> .....	31
3.7.	<b>Cumplimiento de órdenes de trabajo</b> .....	33
3.8.	<b>Selección de procesos a estandarizar</b> .....	35
3.9.	<b>Representación del esquema de trabajo</b> .....	35
3.10.	<b>VSM inicial mantenimiento mecánico</b> .....	36

3.11.	<b>VSM inicial mantenimiento eléctrico</b> .....	37
3.12.	<b>Tiempo de ciclo del servicio</b> .....	38
3.12.1.	<i>Análisis de desperdicios</i> .....	39
3.12.2.	<i>Diagrama de proceso actual, diagnóstico</i> .....	39
3.12.3.	<i>Diagrama de proceso actual, mantenimiento mecánico</i> .....	41
3.12.4.	<i>Diagrama de proceso actual, mantenimiento eléctrico</i> .....	42
3.13.	<b>Determinación del indicador AVA</b> .....	45
3.14.	<b>Condiciones iniciales de los procesos</b> .....	46
3.14.1.	<i>Evaluación 5S inicial</i> .....	46
3.14.1.1.	<i>Área de control</i> .....	46
3.14.1.2.	<i>Área de mecánica</i> .....	47
3.14.1.3.	<i>Área de mecanizado</i> .....	48
3.14.1.4.	<i>Área de bobinado</i> .....	48
3.14.1.5.	<i>Área de mantenimiento o pintura</i> .....	49
3.15.	<b>Análisis del indicador OEE</b> .....	50
3.15.1.	<i>Indicador de disponibilidad</i> .....	51
3.15.2.	<i>Indicador de eficiencia</i> .....	52
3.15.3.	<i>Indicador de calidad</i> .....	52
3.16.	<b>Determinación del OEE actual</b> .....	53
3.17.	<b>Esquema del proceso de estandarización</b> .....	53

## CAPÍTULO IV

4.	<b>RESULTADOS</b> .....	55
4.1.	<b>Implementación de las 5S</b> .....	55
4.1.1.	<i>Planificar</i> .....	55
4.1.1.1.	<i>Coordinación con la gerencia</i> .....	56
4.1.1.2.	<i>Socialización con el personal operativo</i> .....	56
4.1.1.3.	<i>Cronograma de implementación</i> .....	57
4.1.2.	<i>Hacer</i> .....	57
4.1.2.1.	<i>Implementación de la etapa SEIRI</i> .....	57
4.1.2.2.	<i>Aplicación de tarjeta roja 5S</i> .....	58
4.1.2.3.	<i>Implementación de la etapa SEITON</i> .....	60
4.1.2.4.	<i>Implementación de la etapa SEISO</i> .....	67
4.1.2.5.	<i>Implementación de la etapa SEIKETSU</i> .....	68
4.2.	<b>Diagramas de procesos mejorados</b> .....	70
4.2.1.	<i>Diagrama de diagnóstico inicial</i> .....	70

4.2.2.	<i>Diagrama de mantenimiento mecánico mejorado</i> .....	72
4.2.3.	<i>Diagrama de mantenimiento eléctrico mejorado</i> .....	73
4.2.3.1.	<i>Determinación del indicador AVA mejorado</i> .....	75
4.2.4.	<i>Verificar</i> .....	76
4.2.4.1.	<i>Implementación de la etapa SHITSUKE</i> .....	76
4.2.5.	<i>Actuar</i> .....	76
4.2.5.1.	<i>Evaluación 5S en el área de control</i> .....	77
4.2.5.2.	<i>Evaluación 5S en el área de mecánica</i> .....	77
4.2.5.3.	<i>Evaluación 5S en el área de mecanizado</i> .....	78
4.2.5.4.	<i>Evaluación 5S en el área de bobinado</i> .....	79
4.2.5.5.	<i>Evaluación 5S en el área de mantenimiento</i> .....	80
4.3.	<b>VSM de mantenimiento mecánico mejorado</b> .....	81
4.4.	<b>VSM de mantenimiento eléctrico mejorado</b> .....	81
4.5.	<b>Tiempo de ciclo optimizado</b> .....	82
4.6.	<b>Mejora basada en TPM</b> .....	83
4.6.1.	<i>Mejora focalizada</i> .....	83
4.6.2.	<i>Mantenimiento autónomo</i> .....	84
4.6.3.	<i>Mantenimiento planificado</i> .....	85
4.6.4.	<i>Capacitación</i> .....	88
4.6.5.	<i>Seguridad</i> .....	88
4.7.	<b>Análisis del indicador OEE mejorado</b> .....	90
4.7.1.	<i>Indicador de disponibilidad</i> .....	90
4.7.2.	<i>Indicador de eficiencia</i> .....	91
4.7.3.	<i>Indicador de calidad</i> .....	91
4.8.	<b>Determinación del OEE mejorado</b> .....	91
4.9.	<b>Comparación de los resultados obtenidos</b> .....	92
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	94
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	95
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Tipos de desperdicios .....	11
<b>Tabla 2-2:</b>	Pilares del TPM .....	23
<b>Tabla 3-1:</b>	Identificación de las áreas de trabajo en la empresa SIPROELECTRIK S.A....	29
<b>Tabla 3-2:</b>	Maquinaria y herramientas de la empresa SIPROELECTRIK S.A.....	31
<b>Tabla 3-3:</b>	Condensado de servicios prestados de julio a diciembre de 2022 .....	34
<b>Tabla 3-4:</b>	Diagrama del proceso actual, diagnóstico inicial .....	40
<b>Tabla 3-5:</b>	Cuadro resumen; diagrama del proceso actual, diagnóstico inicial .....	40
<b>Tabla 3-6:</b>	Diagrama del proceso actual; mantenimiento mecánico .....	41
<b>Tabla 3-7:</b>	Cuadro resumen; diagrama del proceso mantenimiento mecánico.....	42
<b>Tabla 3-8:</b>	Diagrama de proceso actual, mantenimiento eléctrico (1) .....	43
<b>Tabla 3-9:</b>	Diagrama de proceso actual, mantenimiento eléctrico (2) .....	44
<b>Tabla 3-10:</b>	Cuadro resumen; diagrama del proceso mantenimiento eléctrico .....	45
<b>Tabla 3-11:</b>	Determinación del AVA .....	45
<b>Tabla 3-12:</b>	Tabla resumen de evaluación 5S, área de control .....	46
<b>Tabla 3-13:</b>	Tabla resumen de evaluación 5S, área de mecánica.....	47
<b>Tabla 3-14:</b>	Tabla resumen de evaluación 5S, área de mecanizado.....	48
<b>Tabla 3-15:</b>	Tabla resumen de evaluación 5S, área bobinado.....	49
<b>Tabla 3-16:</b>	Tabla resumen de evaluación 5S, área de mantenimiento o pintura.....	49
<b>Tabla 3-17:</b>	Análisis de pérdidas por disponibilidad .....	51
<b>Tabla 3-18:</b>	Cálculo del indicador de disponibilidad.....	51
<b>Tabla 3-19:</b>	Parámetros de piezas elaboradas y programadas.....	52
<b>Tabla 3-20:</b>	Cálculo del indicador de eficiencia .....	52
<b>Tabla 3-21:</b>	Cálculo del indicador de calidad.....	52
<b>Tabla 4-1:</b>	Listado de artículos con la tarjeta roja de las 5S .....	59
<b>Tabla 4-2:</b>	Tabla de evidencias, SEITON.....	61
<b>Tabla 4-3:</b>	Implementación SEITON, maquinaria.....	66
<b>Tabla 4-4:</b>	Tabla de evidencias, SEISO.....	67
<b>Tabla 4-5:</b>	Reglamento empresarial de las 5S .....	68
<b>Tabla 4-6:</b>	Diagrama del proceso, diagnóstico inicial .....	71
<b>Tabla 4-7:</b>	Cuadro resumen, diagrama del proceso, diagnóstico inicial .....	71
<b>Tabla 4-8:</b>	Diagrama del proceso, mantenimiento mecánico mejorado.....	72
<b>Tabla 4-9:</b>	Cuadro resumen, diagrama del proceso mantenimiento mecánico.....	73
<b>Tabla 4-10:</b>	Diagrama del proceso, mantenimiento eléctrico (1).....	73
<b>Tabla 4-11:</b>	Diagrama del proceso, mantenimiento eléctrico (2).....	74

<b>Tabla 4-12:</b>	Cuadro resumen, diagrama del proceso mantenimiento eléctrico .....	75
<b>Tabla 4-13:</b>	Determinación del AVA mejorado .....	75
<b>Tabla 4-14:</b>	Tabla resumen de evaluación 5S, área de control .....	77
<b>Tabla 4-15:</b>	Tabla resumen de evaluación 5S, área de mecánica.....	77
<b>Tabla 4-16:</b>	Tabla resumen de evaluación 5S, área de mecanizado.....	78
<b>Tabla 4-17:</b>	Tabla resumen de evaluación 5S, área de bobinado.....	79
<b>Tabla 4-18:</b>	Tabla resumen de evaluación 5S, área de control .....	80
<b>Tabla 4-19:</b>	Cuadro de descripción de pérdidas en la disponibilidad .....	83
<b>Tabla 4-20:</b>	Desarrollo de la metodología 5WH.....	83
<b>Tabla 4-21:</b>	Formato de mantenimiento autónomo .....	84
<b>Tabla 4-22:</b>	Ficha de control de mantenimiento preventivo .....	86
<b>Tabla 4-23:</b>	Plan de mantenimiento preventivo.....	87
<b>Tabla 4-24:</b>	Riesgo mecánico.....	89
<b>Tabla 4-25:</b>	Equipos de seguridad apropiados.....	89
<b>Tabla 4-26:</b>	Análisis de pérdidas por disponibilidad .....	90
<b>Tabla 4-27:</b>	Cálculo del índice de disponibilidad .....	90
<b>Tabla 4-28:</b>	Cálculo del índice de eficiencia .....	91
<b>Tabla 4-29:</b>	Cálculo del índice de calidad .....	91
<b>Tabla 4-30:</b>	Comparación de resultados .....	92

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Ejemplo de diagrama de Pareto .....	7
<b>Ilustración 2-2:</b>	Adaptación de la casa Toyota .....	9
<b>Ilustración 2-3:</b>	Significado de las 5S .....	11
<b>Ilustración 2-4:</b>	Método de las 5S .....	12
<b>Ilustración 2-5:</b>	Ejemplo de tarjeta roja.....	13
<b>Ilustración 2-6:</b>	Símbolos de un diagrama de procesos según la ASME .....	15
<b>Ilustración 2-7:</b>	Ejemplo del DAP.....	16
<b>Ilustración 2-8:</b>	Notación de modelamiento de procesos de negocios (BPN).....	17
<b>Ilustración 2-9:</b>	Diagrama de flujo .....	17
<b>Ilustración 2-10:</b>	Esquema del VSM.....	18
<b>Ilustración 2-11:</b>	Simbología de flujo de materiales.....	19
<b>Ilustración 2-12:</b>	Simbología de flujo de información.....	19
<b>Ilustración 2-13:</b>	Mapeo externo .....	20
<b>Ilustración 2-14:</b>	Mapeo interno.....	21
<b>Ilustración 3-1:</b>	Talleres de la empresa SIPROELECTRIK S.A. ....	27
<b>Ilustración 3-2:</b>	Ubicación de la empresa .....	28
<b>Ilustración 3-3:</b>	Mapa de procesos .....	29
<b>Ilustración 3-4:</b>	Porcentaje servicio prestado por la empresa de julio a diciembre de 2022 ..	34
<b>Ilustración 3-5:</b>	Diagrama de Pareto de servicios quimestral .....	35
<b>Ilustración 3-6:</b>	Diagrama de flujo de procesos actual .....	36
<b>Ilustración 3-7:</b>	VSM inicial, mantenimiento mecánico.....	37
<b>Ilustración 3-8:</b>	VSM inicial, mantenimiento eléctrico .....	37
<b>Ilustración 3-9:</b>	Diagrama de barras de tiempos empleados .....	38
<b>Ilustración 3-10:</b>	Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de control .....	46
<b>Ilustración 3-11:</b>	Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de mecánica.....	47
<b>Ilustración 3-12:</b>	Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de mecanizado.....	48
<b>Ilustración 3-13:</b>	Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de bobinado .....	49
<b>Ilustración 3-14:</b>	Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de pintura .....	50
<b>Ilustración 3-15:</b>	Diagrama de flujo del desarrollo del proyecto .....	54
<b>Ilustración 4-1:</b>	Flujograma de la etapa de planificación.....	55
<b>Ilustración 4-2:</b>	Planificación de la implementación 5S con el personal .....	56
<b>Ilustración 4-3:</b>	Diagrama de Gantt, cronograma de implementación 5S.....	57
<b>Ilustración 4-4:</b>	Diagrama de flujo para la etapa SEIRI .....	57
<b>Ilustración 4-5:</b>	Tarjeta roja de las 5S .....	58

<b>Ilustración 4-6:</b>	Aplicación de la tarjeta roja de las 5S .....	58
<b>Ilustración 4-7:</b>	Evidencia de la aplicación de la etapa SEIRI.....	60
<b>Ilustración 4-8:</b>	Organización de objetos .....	60
<b>Ilustración 4-9:</b>	Evidencia del uso de etiquetadora.....	61
<b>Ilustración 4-10:</b>	Evidencia de la capacitación de las 5S.....	69
<b>Ilustración 4-11:</b>	Evidencia de operador con su caja herramientas.....	70
<b>Ilustración 4-12:</b>	Evidencia de la segunda evaluación 5S .....	76
<b>Ilustración 4-13:</b>	Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de control .....	77
<b>Ilustración 4-14:</b>	Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de mecánica.....	78
<b>Ilustración 4-15:</b>	Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de mecanizado.....	78
<b>Ilustración 4-16:</b>	Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de bobinado.....	79
<b>Ilustración 4-17:</b>	Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de mantenimiento ..	80
<b>Ilustración 4-18:</b>	VSM final, mantenimiento mecánico .....	81
<b>Ilustración 4-19:</b>	VSM final, mantenimiento eléctrico .....	81
<b>Ilustración 4-20:</b>	Diagrama de barras de tiempos empleados .....	82
<b>Ilustración 4-21:</b>	Flujograma de cumplimiento de mantenimiento autónomo .....	85
<b>Ilustración 4-22:</b>	Procedimiento para la designación y preparación de máquinas .....	88
<b>Ilustración 4-23:</b>	Resultados porcentuales.....	92
<b>Ilustración 4-24:</b>	Resultados de tiempo de ciclo.....	93

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FORMATO HOJA MECÁNICA Y PRUEBAS
- ANEXO B:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, CLASIFICACIÓN EN EL ÁREA DE CONTROL Y ATENCIÓN
- ANEXO C:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ORDEN EN EL ÁREA DE CONTROL Y ATENCIÓN
- ANEXO D:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, LIMPIEZA EN EL ÁREA DE CONTROL Y ATENCIÓN
- ANEXO E:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ESTANDARIZACIÓN EN EL ÁREA DE CONTROL Y ATENCIÓN
- ANEXO F:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, DISCIPLINA EN EL ÁREA DE CONTROL Y ATENCIÓN
- ANEXO G:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, CLASIFICACIÓN EN EL ÁREA DE MECÁNICA
- ANEXO H:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ORDEN EN EL ÁREA DE MECÁNICA
- ANEXO I:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, LIMPIEZA EN EL ÁREA DE MECÁNICA
- ANEXO J:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ESTANDARIZACIÓN EN EL ÁREA DE MECÁNICA
- ANEXO K:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, DISCIPLINA EN EL ÁREA DE MECÁNICA
- ANEXO L:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, CLASIFICACIÓN EN EL ÁREA DE MECANIZADO
- ANEXO M:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ORDEN EN EL ÁREA DE MECANIZADO
- ANEXO N:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, LIMPIEZA EN EL ÁREA DE MECANIZADO
- ANEXO Ñ:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ESTANDARIZACIÓN EN EL ÁREA DE MECANIZADO
- ANEXO O:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, DISCIPLINA EN EL ÁREA DE MECANIZADO
- ANEXO P:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, CLASIFICACIÓN EN EL ÁREA DE BOBINADO

- ANEXO Q:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ORDEN EN EL ÁREA DE BOBINADO
- ANEXO R:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, LIMPIEZA EN EL ÁREA DE BOBINADO
- ANEXO S:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ESTANDARIZACIÓN EN EL ÁREA DE BOBINADO
- ANEXO T:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, DISCIPLINA EN EL ÁREA DE BOBINADO
- ANEXO U:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, CLASIFICACIÓN EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO
- ANEXO V:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ORDEN EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO
- ANEXO W:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, LIMPIEZA EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO
- ANEXO X:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ESTANDARIZACIÓN EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO
- ANEXO Y:** FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, DISCIPLINA EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO
- ANEXO Z:** EVIDENCIA DE LA CAPACITACIÓN DE LA 5S
- ANEXO AA:** EVIDENCIA DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
- ANEXO AB:** APLICACIÓN DE LA TARJETA ROJA 5S
- ANEXO AC:** ESTACIÓN DE TRABAJO LUEGO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S, ÁREA DE MECÁNICA
- ANEXO AD:** APLICACIÓN DE LOS NUEVOS DIAGRAMAS DE PROCESOS
- ANEXO AE:** ESTACIÓN DE TRABAJO LUEGO LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S, ÁREA DE BOBINADO
- ANEXO AF:** EVIDENCIA DE IMPLEMENTACIÓN 5S
- ANEXO AG:** MATRIZ DE RIESGOS MECÁNICOS EN EL ÁREA DE MECANIZADO

## RESUMEN

El presente proyecto técnico tuvo como objetivo principal la estandarización de los procesos en el área de talleres empleando herramientas Lean Manufacturing en la empresa SIPROELECTRIK S.A., ubicada en Quito. Para comenzar, a través del diagrama de Pareto se seleccionó los procesos de mantenimiento mecánico y eléctrico como los que debían ser estandarizados. Luego, se empleó la herramienta de diagnóstico VSM (Mapa de flujo de valor), que arrojó un tiempo de 12 horas, 53 minutos y 19 segundos. Asimismo, se evaluó la 5S' iniciales y se obtuvo como resultado el cumplimiento del 36,33% para el área de control, el 47,43% para el área de mecánica, el 32,67 % para el área de mecanizado, el 36,57% para el área de bobinado y el 31,67% para el área de pintura, con un promedio de cumplimiento de 37,73%., también se calculó el índice OEE, el cual dio un valor de 42,78%, indicando un nivel inaceptable. Luego del diagnóstico inicial, se implementaron las herramientas de Lean Manufacturing, comenzando con la aplicación de la metodología 5S, que permitió realizar la organización, normalización y estandarización de procedimientos en el área de taller de la empresa, así mismo se desarrolló el TPM (Mantenimiento Productivo Total) en base a los pilares de: mejora focalizada, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, capacitación y seguridad, que permitieron elevar el índice OEE a 64,17%. La implementación de la herramienta Lean Manufacturing redujo el tiempo de ciclo en 25 minutos y 25 segundos, y obtuvo un valor promedio de 83,92% para el nivel de cumplimiento de 5'S, lo cual es un resultado satisfactorio. Se recomiendan revisiones periódicas para asegurar la mejora continua en base a las técnicas y métodos propuestos.

**Palabras clave:** <LEAN MANUFACTURING>, <METODOLOGÍA 5'S>, <VALUES STREAM MAPPING (VSM)>, <TIEMPO DE CICLO>, <MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO>.  
1396-DBRA-UPT-2023



## SUMMARY

The main objective of this technical research was the standardization of processes in the workshop area by Lean Manufacturing tools in the company SIPROELECTRIK S.A., located in Quito city. First, through the Pareto diagram, the mechanical and electrical maintenance processes were selected as the ones to be standardized. Then, VSM (Value Stream Map) diagnostic tool was applied, which yielded a time of 12 hours, 53 minutes, and 19 seconds. Additionally, the initial 5S' were evaluated, showing 36.33% compliance for the control area, 47.43% for the mechanical area, 32.67% for the machining area, 36.57% for the winding area and 31.67% for the painting area, with an average compliance of 37.73%; the OEE index was also calculated, which gave a value of 42.78%, reflecting an unacceptable level. After the initial diagnosis, Lean Manufacturing tools were implemented, beginning with the application of the 5S methodology, which allowed the organization, normalization and standardization of procedures in the workshop area of the company, as well as the development of TPM (Total Productive Maintenance) based on the pillars: focused improvement, autonomous maintenance, planned maintenance, training and safety, which allowed raising the OEE index to 64.17%. The implementation of Lean Manufacturing tool reduced the cycle time by 25 minutes and 25 seconds and reached an average value of 83.92% for the 5'S compliance level, which is a highly satisfactory result. Periodic checks are recommended to ensure continuous improvement based on the proposed techniques and methods.

**Keywords:** <LEAN MANUFACTURING>, <5'S METHODOLOGY>, <VALUES STREAM MAPPING (VSM)>, <CYCLE TIME>, <TOTAL PRODUCTIVE HOLDING TIME>.



Mgs. Mónica Paulina Castillo Niama.  
C.I. 060311780-5

## **INTRODUCCIÓN**

El constante aumento en la demanda de bienes y servicios sumado a las exigencias de clientes genera en las empresas la necesidad de implementar herramientas o metodologías que estandaricen sus procesos mejorando la capacidad tanto operativa como administrativa y logrando la ejecución de procesos de una forma más correcta.

Existen varias formas de realizar una estandarización de procesos, sin embargo, la más destacada a nivel empresarial es la aplicación de la metodología de gestión Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta. Emplea herramientas que apoyan a la identificación y reducción de actividades innecesarias como es el caso del mapeo de la cadena de valor o VSM en el cual se pueden también identificar oportunidades de mejora; readecuar los espacios de almacenamiento y mejorar el ambiente físico en el que se realizan las actividades mediante las 5S.

Se puede también aplicar un modelo de gestión para un correcto mantenimiento y con ello garantizar una larga vida útil de la maquinaria aumentando su disponibilidad.

Adicional a las enlistadas anteriormente; existen otras herramientas que pueden aplicarse de acuerdo al giro de negocio de una empresa para estandarizar los procesos; sin embargo, es imperativo que se evalúe el nivel de éxito de la implementación de herramientas Lean a través de indicadores cuantificables como se evidencia en el desarrollo del presente proyecto de integración curricular, con un enfoque en la estandarización de procesos en una empresa de servicios técnicos.

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Antecedentes

Históricamente se conoce que la Manufactura Esbelta, tiene orígenes a partir de creación del “Sistema de Producción Toyota” en Japón, sistema que fue creado por la empresa automovilística Toyota debido a que no pudo aplicar o adaptar a su planta de producción la metodología empleada por Ford en Detroit. Desde entonces las empresas emplean herramientas de Lean Manufacturing para optimizar y estandarizar sus procesos, esta metodología de gestión tiene un enfoque principalmente en la reducción de desperdicios, tiempos muertos, reprocesos, exceso de inventario, productos no conformes, mantenimiento entre otros.

En el Ecuador hoy en día se puede visualizar un sin número de empresas que hacen uso de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar sus procesos; el presente proyecto se encuentra direccionado a mejorar y estandarizar los procesos de la empresa SIPROELECTRIK S.A. en la ciudad de Quito. SIPROELECTRIK SERVICIOS TECNICOS S.A. presta servicios técnicos de análisis, diagnóstico, producción y mecanizado de piezas, así como la reparación de maquinaria industrial. Los directivos de la empresa afirman que el servicio para puesta en marcha de la maquinaria; puede tomar hasta 24 horas.

Al no tener estandarizados los procesos, una orden de trabajo puede superar el lapso de tiempo propuesto por el área de control de la producción y por ello la empresa se ve en la necesidad de destinar recursos para jornadas extendidas con un costo por operario de \$ 1,77 dólares por hora que sumado a la cantidad de órdenes de trabajo rechazadas generan inconformidad en sus clientes.

#### 1.2. Planteamiento del problema

La empresa SIPROELECTRIK S.A. realiza servicios de mantenimiento mecánico y eléctrico, reparación de circuitos, provisión de elementos, balanceo de ejes, análisis de ruido o vibraciones, trabajo en campo entre otros. Siendo de un total de 339 órdenes de trabajo (OT) en el último quimestre de 2022 los más comunes el mantenimiento mecánico y eléctrico; para llevar a cabo estos procesos emplean: maquinaria, herramientas, insumos, mano de obra además de materia prima. Los procesos por orden de trabajo se llevan a cabo en un intervalo promedio de uno a dos días aproximadamente según la complejidad del servicio, durante una jornada de ocho horas laborales en el área de talleres de la empresa. Al no realizar procesos estandarizados el personal

suele generar tiempos muertos, actividades innecesarias, se evidencian estaciones de trabajo desorganizadas, confusión para encontrar los elementos necesarios, maquinaria no disponible y con ello se ocasiona una alteración en el plan de trabajo.

Las estaciones de trabajo, así como los almacenes o estanterías de: materiales, equipos, herramientas, repuestos e insumos se encuentran actualmente en condiciones inadecuadas en cuanto a limpieza y organización; esto se traduce en emplear demasiado tiempo en la preparación de la maquinaria para actividades del mantenimiento mecánico o en su defecto se prepara de último momento por lo que no se puede garantizar la disponibilidad de las máquinas para realizar los procesos de mecanizado, metalizado, moleteado entre otros. En cuanto a las actividades por proceso se puede acotar que existen actividades realizadas por el personal que se consideran innecesarias por ende el tiempo establecido por el área de control o el tiempo de ciclo del servicio empresarial aumenta entre 20 a 30 minutos; este tiempo extra se toma de la siguiente orden de trabajo y debido a eso ciertas ordenes deberán ser pospuestas generando inconformidades en el cliente.

### **1.3. Justificación**

El presente proyecto de integración curricular, de tipo estudio técnico, se desarrolla en las inmediaciones de la empresa de servicios SIPROELECTIK S.A, en el área de talleres. Tiene por objetivo estandarizar los procesos que; mediante un previo análisis a la cantidad de órdenes de trabajo sean catalogados como los de mayor frecuencia en llevarse a cabo. La estandarización de los procesos emplea las herramientas: VSM, 5S, TPM, OEE y otras herramientas de gestión como son: diagramas de procesos, tableros de control, diagramas de Pareto y diagrama de Gantt.

La metodología consiste en evaluar el estatus inicial de los procesos mediante indicadores cuantificables como son el AVA, nivel de cumplimiento de las 5S, tiempo de ciclo del servicio y el indicador OEE para maquinaria; dichos indicadores al final de la implementación y desarrollo del proyecto tendrán resultados superiores a los iniciales; evidenciando que los procesos se realizarán de forma estandarizada.

### **1.4. Objetivos**

#### ***1.4.1. Objetivo general***

Realizar la estandarización de procesos en el área de talleres empleando herramientas Lean Manufacturing en la empresa SIPROELECTRIK S.A. ubicada en Quito.

#### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Analizar los procesos que se llevan a cabo en los talleres de la empresa SIPROELECTRIK S.A. mediante el diagrama y mapeo de procesos, VSM preliminar a fin de obtener una idea general de cómo se los desarrolla actualmente.
- Determinar los indicadores TVA, TNVA y tiempo de ciclo de los procesos mediante la herramienta: VSM y diagrama de procesos.
- Evaluar el nivel de cumplimiento actual de las 5S para su posterior implementación y evaluación final.
- Desarrollar una propuesta de procesos estandarizados empleando herramientas VSM, diagramas de procesos y flujogramas.
- Estandarizar los procesos de preparación de la maquinaria empleando los pilares del TPM para mejorar el OEE.
- Evaluar los resultados obtenidos mediante un cuadro comparativo a fin de verificar el éxito del proyecto desarrollado.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de investigación

El Ecuador al ser un país en vías de desarrollo se encuentra en el auge de la industrialización; a continuación, se detallan resultados de autores que han empleado herramientas Lean Manufacturing como: VSM, 5S, Diagramas de procesos y flujogramas en distintas áreas de empresas pertenecientes a diversos sectores para mejorar los procesos de sus sistemas productivos o de servicio: Según Peña Paola (2021), el desarrollo de una propuesta de mejoramiento del proceso productivo en el área de mecanizado en la empresa López Torres Industrial S.A., estandarizar los procesos genera cambios positivos en las empresas ya que al basar su proyecto en la aplicación de herramientas Lean Manufacturing obtuvo resultados positivos. El proyecto partió de un VSM que establece la realidad actual de eficiencia y productividad con la que se desarrollan las actividades empresariales, desperdicios, takt time y tiempo de ciclo. Para posteriormente mejorar los procesos reduciendo así el tiempo de 2,42 h/u a 1,32 h/u, el takt time de 1,5 h/u a 0,69 h/u y finalmente lograr un tiempo de producción disminuido de 1,5 h a 0,69 (Peña, 2021, p. 106).

Conforme al trabajo desarrollado por Lema Oscar y Apupalo Tania (2019) en la empresa CURTIEMBRE QUISAPINCHA aplicar herramientas Lean Manufacturing como: VSM, 5S, tarjetas Kanban y TPM, se puede mejorar un sistema productivo al estandarizar los procesos que se llevan a cabo en este caso, en el área de curtiembre y reducir 3958 minutos (8 días) en el tiempo de producción, el porcentaje de cumplimiento de las 5S se elevó a un 80% mejorando la calidad del espacio físico de almacenamiento. Finalmente se ha elevado la producción de 5,77 pieles/día a 8,33 pieles/día demostrando que el orden de los espacios tiene incidencia en los procesos y sus indicadores de efectividad lo pueden corroborar (Apupalo y Lema, 2019, p. 107).

Menciona Quezada Jonnathan (2019), en su trabajo de titulación desarrollado en un sistema de ensamblado de motocicletas que es posible minimizar el tiempo de ensamble. La metodología empleada consiste en la utilización de herramientas de manufactura esbelta para estandarizar procesos entre las cuales se destacan el mapeo de procesos, 5S apoyadas en distribución de planta. Concluyendo así el autor luego del desarrollo que el tiempo de ensamble se redujo en un 40% y la productividad aumentó en un 30% (Quezada, 2019, p. 31).

De acuerdo a Ortiz Tatiana (2018), en su trabajo de titulación desarrollado en la empresa TEIMSA S.A. emplea herramientas Lean Manufacturing como: VSM, Kanban para analizar de forma preliminar los procesos de la empresa para posteriormente mejorarlos, estandarizarlos y evaluarlos. El desarrollo del proyecto se apoya además en herramientas de procesos de mejora continua entre los que destacan; diagramas de procesos, toma de tiempos. Los resultados luego de la aplicación de las herramientas fueron una considerable reducción en cuanto a productos no conformes de 7,7% a 0,7%, tiempo de ciclo de 4,5 a 1,2 días. (Ortiz, 2018, p. 82).

## **2.2. Referencias teóricas**

### **2.2.1. Estandarización de procesos**

La estandarización busca mecanismos y métodos que siempre hagan las cosas de la misma manera. Implementando procesos estandarizados que sean consistentes, predecibles y que faciliten la mejora de la producción (Astudillo, 2019, pp. 40-43). Algunos elementos que contribuyen a la normalización efectiva son:

- Tiempo de ciclo
- Serie de actividades estándar
- Diagramas y flujogramas

#### **2.2.1.1. Implementación**

La estandarización requiere un estudio detallado de cada proceso, por lo que se recomienda que la implementación sea escalonada y piloteada. Uribe (2020, pp. 40-41) afirma que el procedimiento por seguir es:

1. Elección de un proceso u operación específica.
2. Cronometrar actividades; para esta tarea suele utilizarse una hoja de medición de tiempos.
3. Calcular de la capacidad de operación.
4. Documentar el diseño ejecutado.
5. Diseñar el proceso estándar.
6. Documentar el procedimiento.

La estandarización se puede aplicar a todas las áreas de una organización tales como:

- Para el control de calidad.
- Optimizar la gestión de equipos.
- Para la gestión operativa.
- Para control de producción.

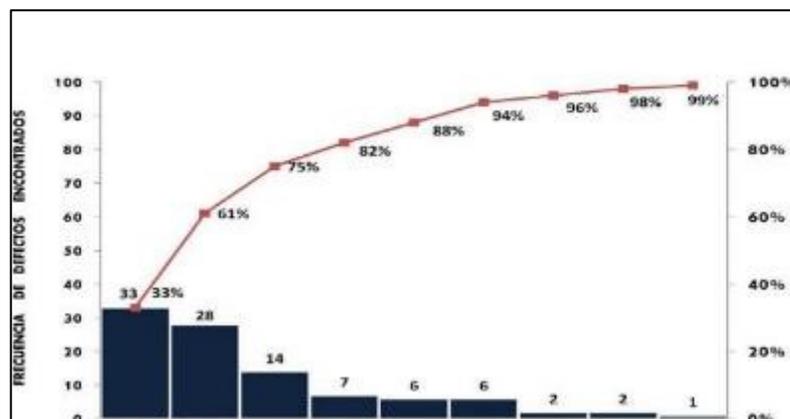
### 2.2.1.2. Beneficios

Según Annajle (2018, pp. 440-443), los beneficios que se pueden obtener al estandarizar los procesos son:

- Reducción de las fluctuaciones del proceso.
- Documentación del proceso actual de la empresa.
- Facilitar la formación de nuevos operadores.
- Descenso de incidentes y lesiones en el sitio de trabajo.
- Crear un punto de partida para las actividades de mejora continua.

### 2.2.2. Diagrama de Pareto

Este diagrama permite representar la afluencia, así como la concentración de datos representados mediante barras estos suelen organizarse desde la mayor a la menor concentración. Este tipo de diagramas se emplean generalmente en la toma de decisiones debido a que permite establecer un enfoque más específico en cuanto a los problemas. En términos de ingeniería emplea el conocido principio; el 20% de problemas generan un 80% de consecuencias (Durán, 2022, pp. 7-9).



**Ilustración 2-1:** Ejemplo de diagrama de Pareto

Fuente: (3Ciencias, 2020).

### 2.2.3. Lean Manufacturing

El sistema de manufactura japonesa, llamado también manufactura Toyota, se basa en el trabajo de Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, quienes desarrollaron el concepto en Japón. El término "Lean Manufacturing" es el más popular y reconocido en el ámbito empresarial. Sin embargo, no existe un término específico en español que todos usen para referirse a él, razón por la cual muchos escritores usan diferentes términos como manufactura esbelta (Villamar y Espinoza, 2021, pp. 1-62).

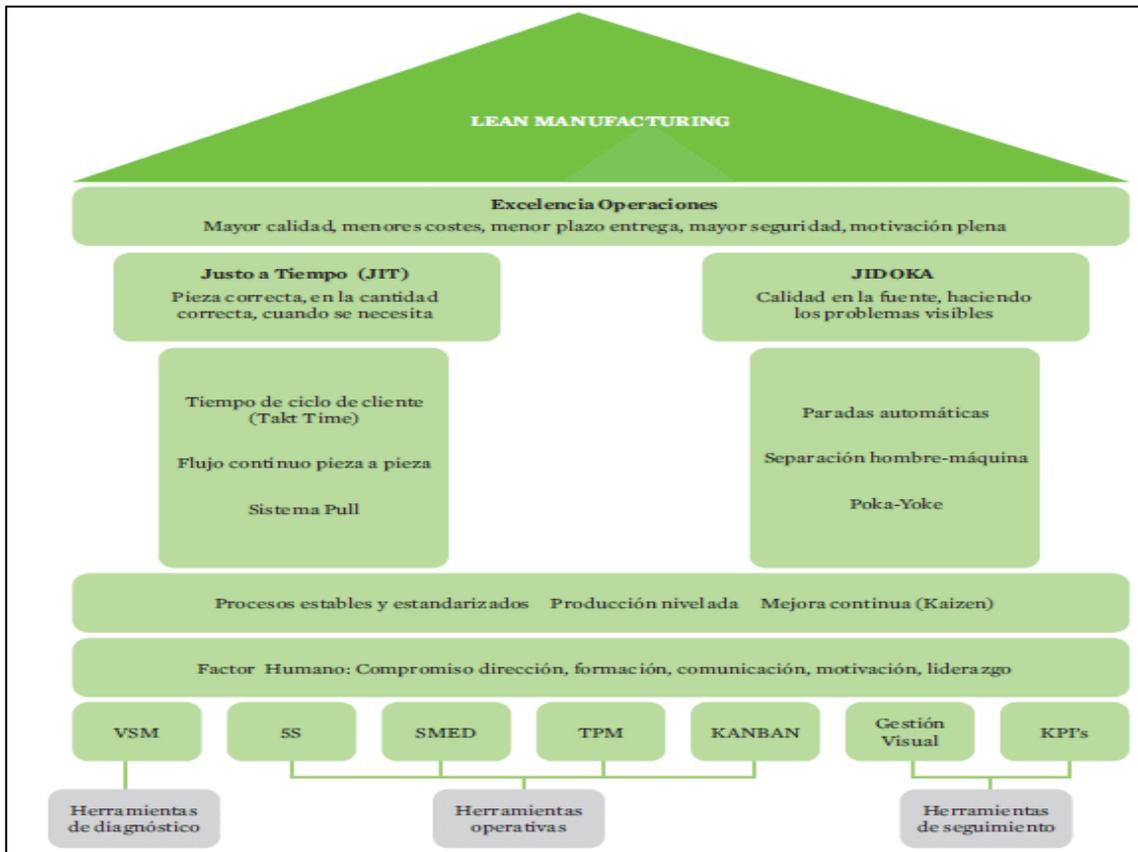
Es una filosofía de trabajo dirigida a mejorar y optimizar un sistema de producción tratando de eliminar o reducir actividades en el proceso de producción que no agregan valor, es decir, tiempos de inactividad, productos defectuosos, inventario innecesario, reproceso, etc (Cruz y Cueva, 2020, p. 15).

#### *2.2.3.1. Estructura del sistema Lean Manufacturing*

Hernández y Vizán (2013, pp. 16-19) señalan que la estructura de manufactura esbelta es un sistema con muchas dimensiones que incide principalmente en la eliminación de desperdicios que no agregan valor al producto final mediante la adaptación de técnicas de mejora (Antón y Clavijo, 2019, p. 5).

De acuerdo con la Ilustración 3-2, Hernández y Vizán (2013, pp. 16-19) se refieren a Lean Manufacturing como un enfoque basado en pilares como JIT y Jidoka, sentando las bases para la estandarización de procesos, la mejora continua y la producción horizontal, siendo el factor humano el actor principal.

Cada empresa debe desarrollar un plan de implementación específico para seleccionar e implementar gradualmente la tecnología más adecuada en función de las características, la experiencia, el mercado, las personas y los objetivos a corto y mediano plazo (Guzmán y Likhodei, 2020, pp. 1-113).



**Ilustración 2-2:** Adaptación de la casa Toyota

Fuente: (Hernández y Vizán, 2013).

### 2.2.3.2. Principios del Lean Manufacturing

Samudio (2020, pp. 19-21) establece cinco principios del pensamiento lean:

- Especificar el valor de un producto o servicio

El valor añadido para el cliente es el foco de esta metodología. El valor es el monto que los clientes están dispuestos a pagar por un producto o servicio, por lo que entender las necesidades de los clientes es esencial para comprender el valor (García, 2020, pp. 1-10). Si un proceso de producción no agrega valor al cliente, el resultado de ese proceso debe definirse como un desperdicio de Lean Manufacturing. Al usar este método, será posible reducir o eliminar estos procesos y crear un sistema productivo que funcione bien (Cruz y Cueva, 2020, pp. 15-18).

Es conveniente utilizar las siguientes preguntas para identificar el valor de un producto: "¿Qué esperan los clientes? ¿Qué están dispuestos a pagar por él? ¿Qué combinación de características, disponibilidad y precio prefieren?, etc."(Cruz y Cueva, 2020, pp. 15-18).

➤ Analizar la cadena de valor

Consiste en identificar todos los pasos necesarios en el proceso de obtención de un producto o servicio, centrándose en tres aspectos de (Blasco, 2020, pp. 19-24):

- Resolución de problemas desde la concepción hasta la ejecución final.
- Gestión de la información, desde que se recibe el pedido hasta su entrega.
- Proceso de realización de las etapas, aprovechamiento y transformación desde los recursos o materias primas originales hasta el producto o servicio final entregado.

Se busca una organización ágil, para que el trabajo fluya con mayor rapidez, para ello es necesario repensar todas las funciones y áreas hacia la creación de valor (García, 2020, pp. 1-10).

➤ Optimizar el flujo de valor

Cada actividad recibe el mayor valor añadido posible. Siempre teniendo en mente el objetivo final y considerando constantemente cómo mejorarlo en cada etapa para lograr un mayor valor final para el cliente. En este sentido, es necesario proponer prácticas y herramientas que permitan eliminar desperdicios, obstáculos o interrupciones en el flujo (García, 2020, pp. 1-10).

➤ Mejora continua (Kaizen)

Se trata de repensar constantemente las etapas descritas anteriormente, considerar continuamente el valor a través de características o beneficios nuevos o diferentes, revisar el flujo, perseverar en la eliminación de desperdicios, etc (García, 2020, pp. 1-10).

### 2.2.3.3. *Beneficios del Lean Manufacturing*

Según Pastrano y Torres (2020, pp. 10-11) los beneficios que se consiguen al implementar Lean Manufacturing son los siguientes:

- Incrementa la productividad logrando producir más unidades con los mismos recursos y capital.
- Reduce los residuos mediante la optimización de los sistemas de producción.
- Los tiempos de ejecución se reducen, dando a la empresa más oportunidades de generar ingresos a través de tiempos de entrega más cortos.
- Mejora del servicio al cliente debido a la implementación de Lean Manufacturing en el proceso productivo para que la entrega del producto corresponda en el momento, hora y lugar adecuado.

**Tabla 2-1:** Tipos de desperdicios

<b>Transporte</b>	Provoca costes, retrasos o aumento de daños por ser actividades sin valor añadido.
<b>Espera</b>	Generalmente ocurre cuando el almacén se está quedando sin material provocando la parada del operario.
<b>Traslado</b>	Ocurre cuando hay desorganización entre las áreas de trabajo y el proceso, es decir, cuando hay demasiado espacio entre las líneas de producción.
<b>Inventario</b>	Se refiere al almacenamiento de productos y materias primas por un cierto período de tiempo sin agregar valor, resultando en costos y riesgos innecesarios.
<b>Sobre proceso</b>	Elimina todo lo que afecte la calidad del producto o servicio que no haya sido verificado u optimizado.
<b>Sobreproducción</b>	Ocurre cuando un producto no se ajusta a la demanda y se fabrica en grandes cantidades, lo que resulta en un exceso de almacenamiento y producción.
<b>Defectos</b>	Estos son los diferentes tipos de errores que no han sido monitoreados ni verificados y que no agregan valor al producto.

**Fuente:** Guzmán y Likhodei, 2020.

**Realizador por:** Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

#### 2.2.4. Metodología de la 5S

La metodología 5S desarrollada por Hiroyuki Hirano representa uno de los bloques de construcción fundamentales que forman el comienzo de cualquier herramienta o sistema de mejora. Entonces, lo que comenzó con 5S es un buen proyecto de mejora. Debido a que cada una de las palabras originales de la metodología (en japonés) comienza con la letra "S", este sistema se conoce como 5, como se muestra en la Ilustración 3-2 (Socconini, 2019, pp. 145-147).



**Ilustración 2-3:** Significado de las 5S

**Fuente:** (EMAZE, 2021).

### 2.2.4.1. Etapas de la metodología 5S

Las 5S constituyen una disciplina que aumenta la productividad del lugar de trabajo al regular el orden y los hábitos de limpieza. Esto se logra mediante la implementación de cambios en los procesos en cinco fases, cada una de las cuales servirá como base para que la siguiente mantenga sus beneficios a largo plazo (Socconini, 2019, pp. 145-147).



**Ilustración 2-4:** Método de las 5S

Fuente: (Vitono, 2020).

#### ➤ Seiri

Clasificación y descarte, se sustenta en la exclusión y clasificación de los componentes innecesarios de la labor realizada, con el fin de separar los componentes esenciales de los accesorios., controlar el flujo y evitar elementos obstructivos e inútiles que provoquen desperdicio (Mejía, 2020, pp. 22-23).

Blasco (2020, pp. 43-46) afirma que esta fase tiene una serie de ventajas, tales como:

- Reducción de inventario
- Evita comprar materiales innecesarios
- Mayor productividad de máquinas y personas.
- Menos fatiga física y más fácil operación.

Además, Blasco (2020, pp. 43-46) explica que Seiri requiere responder una serie de preguntas sobre el lugar de trabajo para ser implementado

- ¿Qué se debe tirar?
- ¿Qué se debe mantener?
- ¿Qué es útil para las personas u otros departamentos?
- ¿Qué problema debemos resolver?
- ¿Qué podemos vender?

En la práctica, el procedimiento es muy sencillo, ya que implica el uso de tarjetas rojas para identificar elementos potencialmente fungibles y decidir si deben ser considerados residuos.

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR			Departamento
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			

**Ilustración 2-5:** Ejemplo de tarjeta roja

Fuente: (Hernández y Vizán, 2013).

➤ Seiton

Ordenar, en esta fase se clasifican y organizan los elementos necesarios, evitando la pérdida de tiempo en la búsqueda de estos elementos. Para lograr esto de manera eficiente, se aconseja que cada componente tenga su propia ubicación, nombre y rango asignado que solo puede tener un número limitado de componentes que se encuentran en o cerca de la estación de laboreo (Mejía, 2020, pp. 22-23).

Blasco (2020, pp. 43-46) sugiere que se debe responder el siguiente conjunto de preguntas en esta etapa:

- ¿Es posible reducir el inventario de cada cosa?
- ¿Tiene que estar a mano?
- ¿Vamos a llamar a todo esto con el mismo nombre?
- ¿Cuál es la mejor posición para todo?

➤ Seiso

Consiste en mantener limpias las máquinas y las áreas de trabajo, lo que debe hacerse diariamente para mantener un buen ambiente de trabajo y causar una buena impresión en los clientes externos (Mejía, 2020, pp. 22-23). En este sentido, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Los trabajadores deben limpiar los utensilios y herramientas antes y después de su uso
- El mobiliario de trabajo debe estar limpio y en buen estado.

- No debe haber suciedad ni herramientas en el suelo.
- No hay excepciones cuando se trata de limpieza (Blasco, 2020, pp. 43-46).

➤ Seiketsu

Estandarizar, la meta es la estandarización de los procedimientos anteriores para lograr una mejora continua todos los días, utilizando los pasos anteriores para tener el mejor lugar de trabajo que sea productivo y no desperdicie. Es esencial destacar que la gerencia debe crear programas y sistemas para garantizar la efectividad de cada paso y su cumplimiento. Esta etapa debe ser perenne ya que son los mismos empleados quienes anticipan los programas y diseñan los mecanismos que les permitan ser útiles (Mejía, 2020, pp. 22-23).

Seiketsu tiene muchos beneficios:

- Destaca la información trascendental para que no se pueda obviar.
- Evita la sobreabundancia de información para que sus empleados puedan observar sus resultados.
- Disminuye el tiempo necesario para comprender la información.
- Mejora el bienestar de los empleados mediante el desarrollo de hábitos.
- Se evitan errores de limpieza que podrían dar lugar a riesgos laborales.
- La dirección está más comprometida con la preservación del área.
- Los empleados están preparados para asumir más responsabilidades en el trabajo.
- Se aumenta la productividad (Blasco, 2020, pp. 43-46).

➤ Shitsuke

Autodisciplina, significa la voluntad de hacer las cosas como deben hacerse. Se trata del anhelo de establecer un ambiente de trabajo fundado en buenos hábitos. Al educar y capacitar a todos los trabajadores e implementar estas medidas, es posible romper viejos malos hábitos y poner en práctica los buenos. La disciplina hace que la mejora lograda a través de la rutina 4S junto con el trabajo correspondiente. Estas 5S son el mejor ejemplo del compromiso con la mejora continua (Blasco, 2020, pp. 43-46).

#### 2.2.4.2. Beneficios de las 5S

Optimiza el aprovechamiento de los recursos y reduce el tiempo de producción, puede detectar problemas antes de que se conviertan en un problema, reduce los gastos en seguridad, que es un aspecto crucial para las compañías de hoy, mejora el ambiente laboral, la mayoría de los trabajadores de la empresa pasan mucho tiempo en el lugar de trabajo, por lo tanto, con este

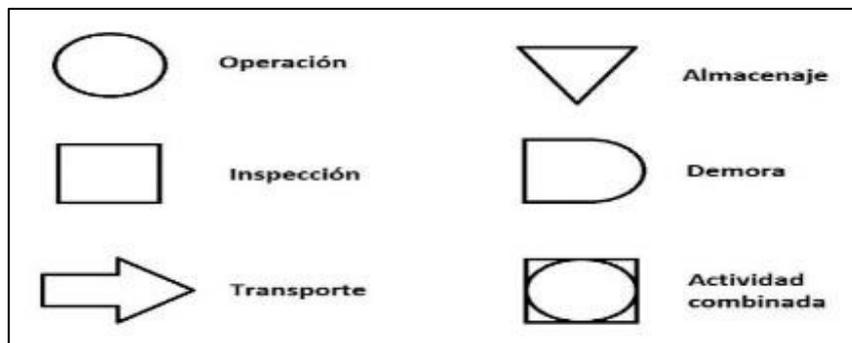
enfoque, el ambiente de trabajo para los clientes internos y externos se vuelve más agradable, la empresa aumenta la producción y mejora la calidad del producto (Borja y Jiménez, 2021, p. 45).

### 2.2.5. Diagrama de procesos

Es una herramienta analítica que se ocupa de la representación gráfica de cada paso seguido en cada acción de la empresa, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza, en la Ilustración 5-2 muestra los símbolos utilizados para estas acciones o su combinación, además incluye toda la información requerida para el análisis, como la distancia recorrida, la cantidad y tiempo requerido (García, 2005; citado en Concha y Barahona, 2018, pp. 11-12).

Para efectos de análisis y para ayudar a encontrar y eliminar ineficiencias, Concha y Barahona (2018, pp. 11-12) argumentan que es beneficioso clasificar las actividades que ocurren en un proceso en cinco categorías:

- Operaciones
- Transportación
- Inspecciones
- Retrasos
- Almacenamiento



**Ilustración 2-6:** Símbolos de un diagrama de procesos según la ASME

Fuente: (Yepes, 2021).

#### 2.2.5.1. Diagrama de actividades del proceso

Es una representación gráfica de todas las operaciones distintas de las involucradas en el manejo de materiales, los puntos en los que se introducen los materiales en el proceso, la secuencia de inspecciones y todas las demás operaciones. Este diagrama puede ser útil cuando comienza a estudiar un proceso complicado y también cuando desea implementar un nuevo proceso para asegurarse de que no se pase por alto ningún paso importante (Yepes, 2021, p. 1).

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.	
FABRICA:	Hornos de ladrillo de la familia Flores Chapuli.
UBICACIÓN:	Municipio de Coronango Puebla.
PROCESO:	Fabricación de ladrillo rojo.
NOMBRE DE LA PIEZA:	Ladrillo rojo.
FECHA DE ELABORACIÓN:	8 de Julio de 2009.
ELABORÓ:	Miguel Ángel Flores Chapuli.
HOJA NÚMERO	1 DE 1.
APROBADO POR:	M.C. Rafael Rojas Rodríguez.

●	→	■	◼	▼	DURACIÓN	DISTANCIA	DESCRIPCIÓN
●					90 min		Mezcla de materiales.
	→					15 m	Transporte de material mezclado a zona de moldeado.
●					40 seg/lad		Moldeado de la drillos.
		■			4 seg/lad		Inspección de condiciones de ladrillos.
	→					22 m	Transporte de ladrillos a zona de secado.
●			■		22 días		Secado de ladrillos por efecto de aire y calor.
		■			5 seg/lad		Inspección de condiciones de ladrillos.
	→					20 m	Transporte de ladrillos a horno de cocido.
●					43 seg/lad		Acomodo de ladrillos al interior del horno.
●					45 min		Preparación de quemadores del horno.
●					40 hrs		Cocido de ladrillos al interior del horno.
			■		9 días		Enfriamiento del horno.
●					16 hrs		Descarga del horno.
	→					2.5 km	Transporte de ladrillo a zona de venta.
				▼			Almacen de ladrillos para su venta.

● Operación.                      ■ Inspección  
 → Transporte.                      ◼ Demora                      ▼ Almacenaje

**Ilustración 2-7:** Ejemplo del DAP

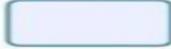
Fuente: (ResearchGate., 2019).

Proporciona una representación gráfica de los transportes, inspecciones, demoras y almacenamiento que ocurren durante el proceso. Los pasos seguidos para construir este tipo diagrama de acuerdo con Yepes (2021, p. 1). son:

1. Determinar el producto a que se refiere el diagrama.
2. Identificar cada etapa del proceso y anotar una corta definición de cada una.
3. Conectar los símbolos de fases sucesivas con trazos.

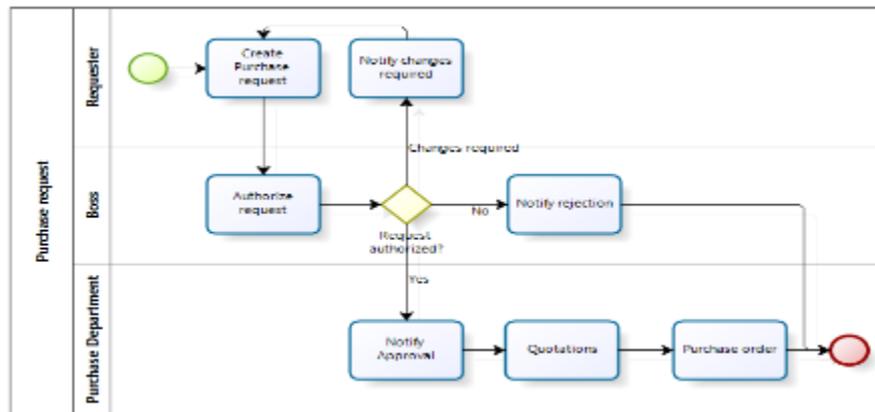
### 2.2.6. Diagrama de flujo

Cada acción realizada durante un proceso está representada por un símbolo diferente en un diagrama de flujo, que es una representación gráfica de ese proceso. Las flechas que conectan estos símbolos ayudan al lector a comprender rápidamente cómo encaja cada actividad, información y material. Existen varios programas para el modelado de diagramas de flujo entre los cuales destacan Microsoft Viso, Bizagi Modeler entre otros (Aguilera, 2021, pp. 24-26).

Símbolo	Representa
	Tareas
	Compuertas
	Evento de Inicio
	Evento Intermedio
	Eventos de Fin
	Sub proceso

**Ilustración 2-8:** Notación de modelamiento de procesos de negocios (BPN)

Fuente: (Bizagi.com, 2023).



**Ilustración 2-9:** Diagrama de flujo

Fuente: (Bizagi.com, 2023).

### 2.2.7. Análisis de valor agregado

Uno de los métodos más importantes para estudiar un procedimiento empresarial es la técnica de AVA. El “Análisis del Valor Agregado” consiste en un estudio minucioso de cada etapa de un procedimiento, con el objetivo de determinar si contribuye a las necesidades o deseos de los grupos de interés de la compañía. El propósito del AVA es maximizar los pasos que agregan valor y minimizar o eliminar los que no lo hacen. El cálculo del valor agregado de los pasos que componen un proceso es un concepto fundamental en la mayoría de los métodos para mejorar los procesos (Loor y Molina, 2017, pp.42-43).

$$AVA = \frac{\text{Tiempo de actividades que agregan valor}}{\text{Tiempo total del proceso}}$$

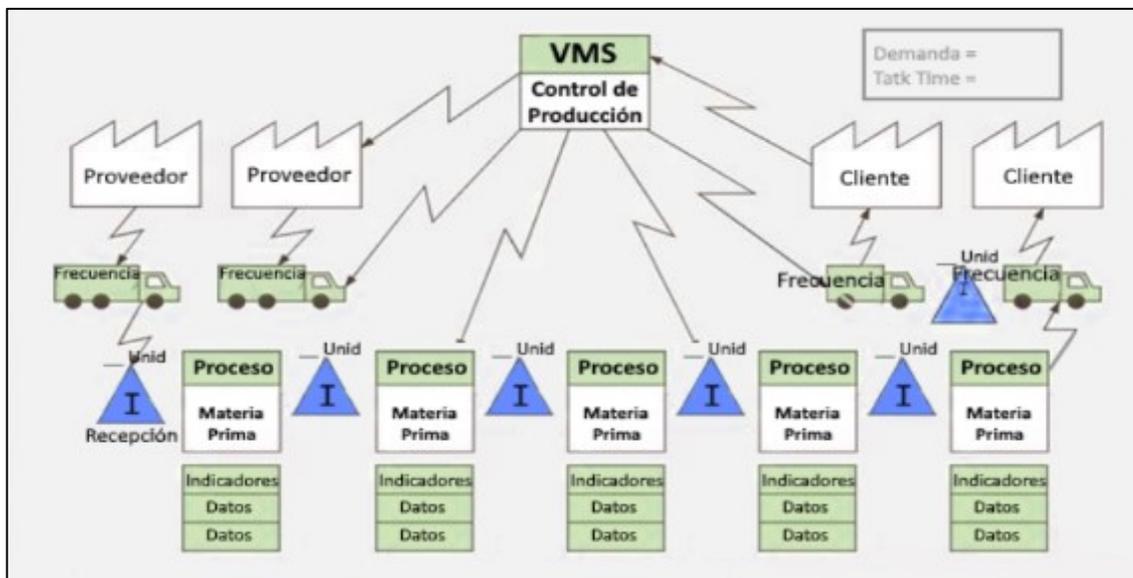
**Ecuación 2-1.**

### 2.2.8. Mapa de la cadena de valor

El Value Stream Mapping por sus siglas VSM, o conocido en el lenguaje español como “Mapeo de la Cadena de Valor”, es una herramienta originaria del TPS, Sistema de Producción Toyota, se emplea en la manufactura esbelta para recolectar información vital en cuanto al flujo de los materiales e información necesaria para obtener un producto o servicio. Esta herramienta es de tipo gráfico y tiene como objetivo representar las etapas o procesos que se llevan a cabo en una planta desde el primer momento hasta el final de la cadena conocida de valor (Atlas, 2021, p.1). Entre sus objetivos y utilidades más importantes destacan:

- Lograr un entendimiento completo de la cadena de suministros y valor agregado al servicio o producto.
- Establecer estratégicamente un proceso más adecuado.
- Permite a la administración identificar el origen de los desperdicios o reprocesos.
- Identifica los cuellos de botella en un sistema productivo.
- Genera una idea de los posibles campos de mejora a los procesos.

El mapeo permite identificar cuáles son los puntos altos y bajos en cuanto al cumplimiento en la demanda de un producto o servicio ofertado al cliente, sin dejar de lado la calidad de los mismos (Atlas, 2021, p.1).

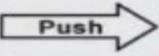
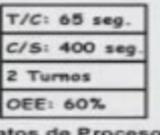
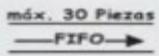
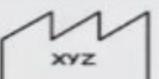


**Ilustración 2-10:** Esquema del VSM

Fuente: (Ambit, 2020).

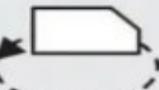
2.2.8.1. *Simbología del VSM*

La simbología dentro de un VSM suele por lo general de carácter universal, desde íconos generales como inventario, operador, flujo de material e íconos de flujo de información sea esta documental o digital. Al igual que un diagrama de flujo o de procesos utiliza símbolos para denominar operaciones (cuadrado), inspección (círculo), demora, transporte entre otros. Por ello es considerada una simbología universal; a continuación, se presentan los símbolos más utilizados (Álvarez, 2020, p.1).

Simbolos del Flujo de Materiales				
	Operación de Valor Añadido	Operación de Control	1000 piezas 1.3 días Material Parado	Movimiento de Materiales Empujado
				
Movimiento de Material Tirado	Datos de Proceso	Flujo de Materiales en Secuencia	Localizaciones Externas	
				
Transporte por Camión	Transporte interno	Supermercado		

**Ilustración 2-11:** Simbología de flujo de materiales

Fuente: (ICA, 2020).

Simbolos del Flujo de Información				
	Flujo de Información Manual	Flujo de Información Electrónico	Plan de Producción	Caja de Nivelado
				
Kanban de Lote de Producción	Kanban de Movimiento	Kanban de Producción	Movimiento de Kanban en Lote	
				
Secuenciador	Ajustes "Informales" del Plan de Producción			

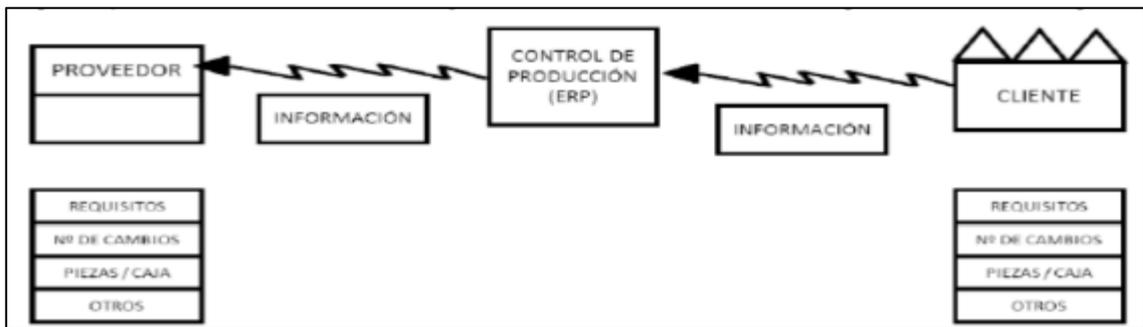
**Ilustración 2-12:** Simbología de flujo de información

Fuente: (ICA, 2020).

### 2.2.8.2. Mapeo externo del estado actual

El desarrollo del mapeo externo para el VSM actual inicia con la delimitación entre el proveedor, el ente de control corporativo y el cliente, es importante emplean simbología para manejo de datos como pueden ser el número de unidades, piezas y requerimientos.

A continuación, se los debe representar siendo los cuadros de la derecha los pertenecientes el cliente y al del otro extremo se ubicará al proveedor, finalmente es necesario ubicar el sentido del flujo de la información entre los proveedores, el cliente y la empresa.



**Ilustración 2-13:** Mapeo externo

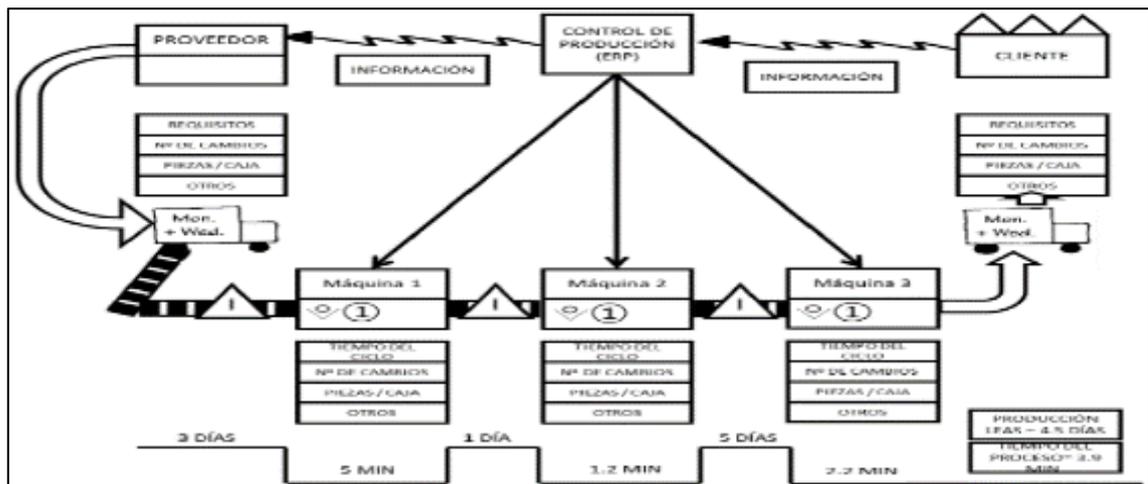
Fuente: (García y Amador, 2019).

### 2.2.8.3. Mapa interno del estado actual

El mapeo interno requiere de un previo conocimiento de las instalaciones (distribución) y flujo de los procesos basado en la experticia del personal, entonces se procede a la representación gráfica de los cuadros en sentido opuesto al de producción o servicio a fin de identificar los cuellos de botella posibles en el sistema.

La simbología recomendada es la de recuadros de procesos o cajas, para cada estación; la información necesaria es: tiempo de ciclo, número de operaciones, procesos, piezas por estación entre otros.

Finalmente, en la parte inferior se debe graficar las líneas de tiempo NVA y VA con el respectivo tiempo tomado, es decir los tiempos que agregan, así como los tiempos que no agregan valor al proceso o producto (Pabón y Melo, 2021, pp.5-60 ).



**Ilustración 2-14:** Mapeo interno

Fuente: (García y Amador, 2019).

### 2.2.9. Tiempo muerto

El tiempo muerto se puede definir como el período en el que un sistema está fuera de operación debido a una falla o trabajo de mantenimiento (Vázquez, 2019, pp.7-8).

#### 2.2.9.1. Impacto del tiempo muerto

Vázquez (2019, pp.7-8) define al tiempo muerto como el momento en donde se produce una interrupción en una de las instalaciones de producción de una empresa, los costos asumidos por la empresa se dividen en dos categorías:

- Mano de obra y material utilizado
- El costo de producción perdido por tiempo de inactividad, que es el más importante para la empresa, el monto de este costo aumenta en paralelo con el tiempo que el equipo está fuera de servicio.

Dentro de las grandes empresas, los costos de mantenimiento de equipos pueden llegar a ser del 40% del presupuesto, por lo que al buscar reducir costos se presenta un área de oportunidad para buscar ahorros económicos (Vázquez, 2019, pp.7-8).

### 2.2.10. Tiempo de ciclo

También se conoce como Lead time y lo comprende el tiempo transcurrido desde que la empresa recibe un orden o solicitud de un producto o servicio hasta que este llega al cliente, o culmina en el caso del servicio. El tiempo de ciclo abarca todo el tiempo de la cadena de valor y puede

contener varios tiempos de ciclo para cada una de las estaciones de trabajo o procesos que desarrollen, en conjunto forma un tiempo total del proceso. (Melero, 2020).

$$\textit{Tiempo de ciclo} = \textit{TVA} + \textit{TNVA}$$

**Ecuación 2-2.**

Siendo: TVA, el tiempo de en las actividades que agrega valor al proceso o producto y TNVA aquel tiempo presente en las actividades que, no, genera ningún valor agregado al proceso o producto.

**2.3. Índice de eficacia total del equipo**

El OEE o Eficacia Total de los Equipos es una métrica que evalúa la productividad de los equipos industriales y es una herramienta crucial en la cultura del desarrollo continuo. Sus siglas significan "Efectividad Global de Equipos". Esta herramienta tiene la capacidad de exhibir la efectividad real de cualquier proceso productivo como un porcentaje. Es relevante entender esto para detectar y evitar cualquier falla en el procedimiento de manufactura que pueda ocurrir (Berganzo, 2016, pp, 2-3).

La adecuada implementación de un OEE tiene un impacto directo en el rendimiento del proceso de manufactura. Esto se debe a que se reduce el tiempo en el que las máquinas permanecen inactivas, se encuentran las causas de las pérdidas de rendimiento (como los cuellos de botella y las velocidades reducidas) y se incrementa la tasa de calidad del producto, lo que minimiza los retrabajos y las pérdidas originadas por productos defectuosos (Berganzo, 2016, pp, 2-3).

En el cálculo del OEE se tienen en cuenta tres variables: calidad, velocidad y disponibilidad.

**Calidad:** Se calcula comparando el número de piezas producidas en general con el número de piezas que son buenas la primera vez.

$$\textit{Calidad} = \frac{\textit{Piezas producidas} - \textit{Piezas defectuosas}}{\textit{Total piezas producidas}}$$

**Ecuación 2-3.**

**Eficiencia:** Este parámetro compara lo que se produjo (tanto con éxito como sin éxito) durante el tiempo de funcionamiento con lo que se habría producido durante el tiempo de ciclo ideal.

$$\textit{Eficiencia} = \frac{\textit{\#Unidades producidas}}{\textit{\#Unidades planificadas}}$$

**Ecuación 2-4.**

**Disponibilidad:** La relación que se obtiene al dividir el tiempo de operación por el tiempo de producción programado (Maro, 2023, p.1).

$$Disponibilidad = \frac{TOR}{TP}$$

**Ecuación 2-5.**

Siendo TOR el tiempo real de operación y TP el tiempo de trabajo planificado

$$TOR = \text{Tiempo de operación} - \text{pérdidas}$$

**Ecuación 2-6.**

Cálculo del OEE:

$$OEE = Disponibilidad (\%) * Eficacia (\%) * Calidad (\%)$$

**Ecuación 2-7.**

## 2.4. Mantenimiento productivo total

El TPM, que significa Mantenimiento Productivo Total, es un concepto que se origina en Japón y cuyo objetivo es crear un método de mantenimiento que sea aplicable a cualquier tipo de industria. La palabra "plant maintenance", que significa "manejo de plantas", fue registrada como marca por el JIPM (Instituto de Planta de Japón) en 1971 (Envira, 2020, p.19).

El Mantenimiento Productivo Total es un método de manufactura Lean que tiene como objetivo incrementar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, sistemas y procedimientos, a través de la implementación de los conceptos de prevención, cero defectos, cero accidentes y participación total de las personas (Salazar, 2019, p.2).

### 2.4.1. Pilares del TPM

La base de la metodología es la combinación de ocho pilares que guían las acciones para lograr los objetivos de reducción de pérdidas, como: paradas programadas, cambios en la producción, fallas de equipos, fallas de procesos, pérdidas normales, pérdidas anormales, defectos de calidad y reprocesamiento (BSG, 2019, p.1).

**Tabla 2-2:** Pilares del TPM

Pilar	Descripción
<b>Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)</b>	El primer componente importante del TPM es la necesidad de priorizar: enfocarse en mejorar, mejorar y mejorar. Solo se puede evitar la pérdida de equipos, personas, materiales y energía si todos los equipos comparten esta visión.

<b>Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)</b>	Cada integrante del equipo es un "agente de mantenimiento". Cada integrante tiene la facultad de supervisar, inspeccionar y mantener los equipos y las propiedades en las que labora.
<b>Mantenimiento planificado</b>	La mejor manera de evitar el tiempo de inactividad y las paradas no planificadas es a través del mantenimiento planificado, ya sea un mantenimiento preventivo programado o un mantenimiento correctivo. Con el fin de garantizar la calidad del servicio y prevenir quejas y no conformidades de los clientes, es fundamental mantener todos los activos operativos.
<b>Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)</b>	"Producir con cero defectos" es uno de los principales objetivos de TPM. Definitivamente algo relacionado con altos niveles de satisfacción del cliente. or lo tanto, la administración de la calidad y la implementación de procedimientos internos para detectar errores son otra pieza fundamental del TPM.
<b>Prevención del mantenimiento</b>	Es el planeamiento y la investigación acerca de nuevas máquinas que pueden ser empleadas en la organización, para ello es necesario diseñar o rediseñar procedimientos, verificar los nuevos proyectos, llevar a cabo y evaluar los exámenes de funcionamiento, además de contemplar la instalación y el arranque.
<b>Actividades de departamentos administrativos y de apoyo</b>	Al fortalecer su estructura y cultura, sus funciones deben fortalecerse. Para ello, debe utilizar un mapa de la cadena de valor transaccional para encontrar oportunidades, y luego poder iniciar proyectos para reducir tiempos de espera y errores.
<b>Formación y Adiestramiento</b>	Dado que una gran cantidad de desperdicio es causado por personas que no están bien capacitadas, la capacitación debe ser flexible y satisfacer las necesidades de la planta y la organización.
<b>Gestión de Seguridad y Entorno</b>	La gestión eficaz del mantenimiento no solo ayuda a mantener a los trabajadores seguros mientras realizan tareas de mantenimiento, sino que también promueve el bienestar general de los empleados.

Fuente: (García y Amador, 2019).

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de estudio

El presente proyecto de integración curricular corresponde al tipo técnico; mismo que emplea herramientas de la manufactura esbelta, fundamentadas debidamente. Con el objetivo de dar solución a varios problemas presentes en el desarrollo de los procesos que se llevan a cabo en la empresa SIPROELECTRIK S.A., logrando estandarizarlos y volverlos más eficientes.

#### 3.2. Tipo de investigación

##### 3.2.1. *Investigación documental*

La investigación documental realizada en la empresa SIPROELECTRIK S.A. ofrece una visión más detallada referente a la realidad de los procesos de la empresa mediante la revisión de: las hojas de diagnóstico u órdenes de trabajo, el diagrama organizacional, hojas de pedido de materiales y manuales de procedimientos facilitados por la directiva en apoyo al desarrollo del presente trabajo.

##### 3.2.2. *Investigación descriptiva*

Se emplea herramientas como el diagrama de flujo o de procesos para describir la secuencia de actividades realizadas durante los servicios y diagrama de Pareto para lograr delimitar el alcance del proyecto y enfocar la estandarización a los procesos con mayor frecuencia de ocurrencia.

##### 3.2.3. *Investigación de campo*

La investigación de campo para el desarrollo del proyecto consiste en llevar a cabo visitas programadas por los autores, tutores y el apoyo de la directiva empresarial; para recolectar toda la información necesaria para el desarrollo del proyecto como:

- Imágenes de las instalaciones.
- Información referente a los procesos.
- Aplicación de la metodología 5S.
- Levantamiento de métricas para las herramientas Lean Manufacturing.
- Socialización y evaluación de resultados del proyecto respecto al desarrollo del proyecto.

### 3.3. Técnicas de recolección de datos

Los datos necesarios para la obtención de métricas que evalúen el cumplimiento del proyecto varían unos y de otros, por ende; se emplean técnicas recolección de datos como:

#### 3.3.1. Técnicas primarias

- **Observación.** – Visitas programadas; con su debida autorización; para la identificación de las distintas estaciones de trabajo y observar cómo se llevan a cabo los procesos en dichas estaciones previo al desarrollo del proyecto.
- **Formularios.** – Para evaluar nivel de cumplimiento de las 5S en las estaciones de trabajo, se han desarrollado formularios y se los ha aplicado en las áreas para posterior a ello cuantificar el porcentaje de cumplimiento de cada una de las 5S.
- **Cronometraje.** – Se realiza la toma de tiempos con la ayuda de un cronómetro celular cuya precisión es de 0,0001 segundos, para el levantamiento de VSM inicial y determinar los tiempos TVA y TVNA.

#### 3.3.2. Técnicas secundarias

- **Información empresarial.** – El Sr. Homero Gualotuña permite a los autores del proyecto utilizar la información levantada hace tiempo referente a los procesos; mapa de procesos, manuales, tiempo de servicio, base de datos históricos entre otros.

### 3.4. Situación actual de la empresa

#### 3.4.1. Antecedentes de la empresa

Se encuentra ubicada en la ciudad de Quito, parroquia Conocoto, e inició sus actividades en el año 2004 como un taller artesanal para constituirse como sociedad anónima en el año 2011, hoy en día cuenta con 16 empleados además de 12 años de experiencia prestando servicios electromecánicos de diagnóstico, reparación y mantenimiento a todo tipo de maquinaria industrial. Entre sus clientes más importantes a nivel nacional destacan: NOVOPAN, Confiteca, Saimella, algunas empresas subcontratistas del sector petrolero entre otros.



**Ilustración 3-1:** Talleres de la empresa SIPROELECTRIK S.A.

**Fuente:** (SIPROELECTRIK S.A.,2022).

#### *3.4.1.1. Misión*

Ser una empresa líder en la reparación, producción y comercialización de maquinaria y accesorios electromecánicos, entregando a sus clientes la satisfacción a sus necesidades y expectativas. Partiendo de sólidos principios, mantener altos estándares de calidad y eficiencia, a través del mejoramiento continuo de todos los procesos de nuestra organización, direccionados a nuestros mercados evolutivos para ser competitivos y generar valor agregado a todos nuestros servicios.

#### *3.4.1.2. Visión*

Se proyecta como una organización líder e innovadora a nivel nacional en la reparación, producción y comercialización de maquinaria y accesorios electromecánicos. Nuestra meta es alcanzar la satisfacción de todos nuestros clientes con el compromiso de mejorar continuamente nuestros productos y servicios, para eso estamos encaminados a asegurar la confianza y la calidad de vida de nuestros colaboradores, tener una infraestructura adecuada, así como también mantener los índices de crecimiento de la organización cada vez más altos, estos serán el mejor soporte para alcanzar nuestros objetivos (SIPROELECTRIK S.A., 2015, p. 6).

#### *3.4.2. Localización de la empresa*

La empresa se encuentra ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito, parroquia Conocoto, a pocos metros del “Parque Metropolitano La Armenia”, código postal 170803.



**Ilustración 3-2:** Ubicación de la empresa

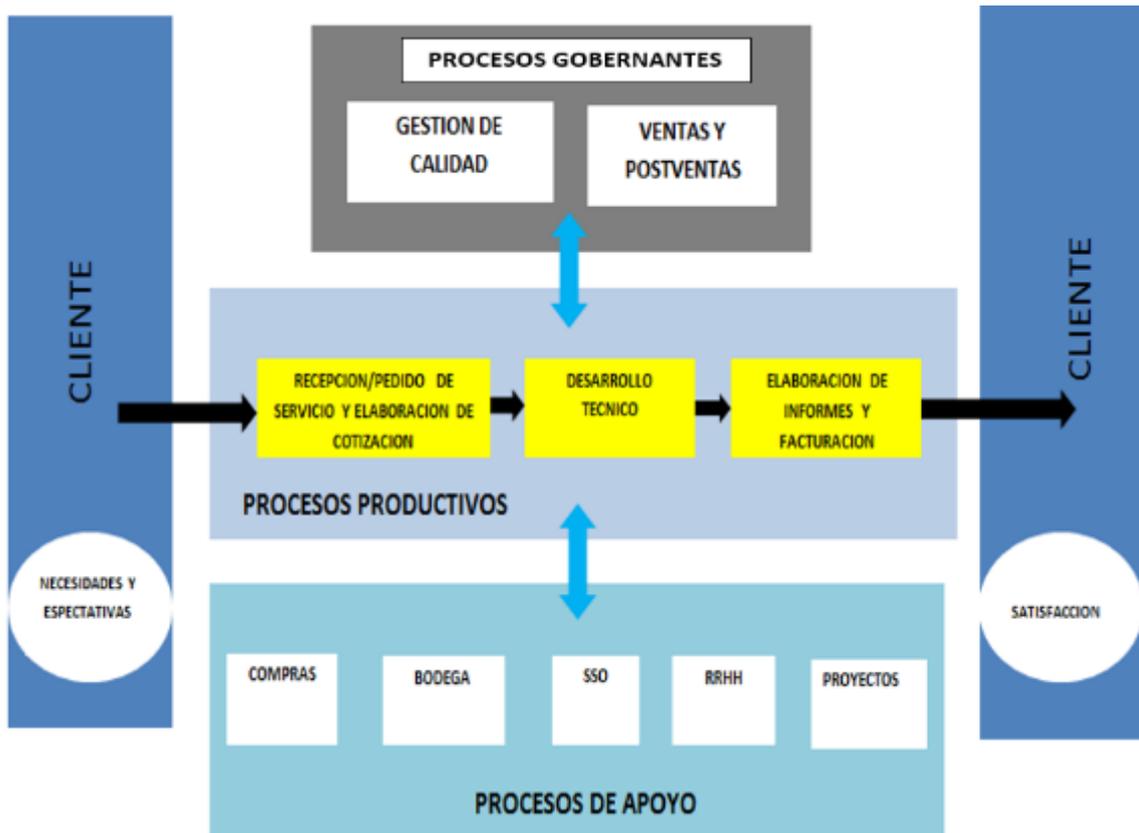
Fuente: (Google Maps, 2022).

En la ilustración 2-3 se evidencia el mapa por capas obtenido en Google Maps; esta muestra que las inmediaciones de la empresa se encuentran entre las calles Cornelia Polit y Sebastián de Benalcazar, N 12 – 322.

### 3.5. Servicios prestados por la empresa

La empresa presta servicios técnicos de reparación, mantenimiento y venta de maquinaria industrial, los procesos actuales se basan en el mapa de procesos creado por gerencia como se visualiza en la ilustración 3-3; a continuación, se enlistan sus procedimientos que generalmente se llevan a cabo:

- Reparación de máquinas, motores eléctricos, transformadores y generadores.
- Análisis de vibración.
- Balanceo y alineación.
- Mantenimiento industrial.
- Instalaciones eléctricas industriales.



**Ilustración 3-3:** Mapa de procesos

Fuente: (SIPROELECTRIK S.A., 2015)

### 3.6. Descripción de las áreas de trabajo

Para desarrollar la estandarización de procesos empleando herramientas Lean Manufacturing en la empresa SIPROELECTRIK S.A. es necesario identificar las distintas áreas de trabajo, el personal destinado para cada estación y la maquinaria necesaria, a continuación, se presenta en la tabla 3-1 las áreas pertenecientes a los talleres de la empresa.

**Tabla 3-1:** Identificación de las áreas de trabajo en la empresa SIPROELECTRIK S.A

Área de control de la producción y atención	
Descripción	Ilustración
<p>En esta área, el personal encargado brinda el asesoramiento a los clientes para dar paso a la generación de requerimientos de las maquinarias. De forma adicional se coordina la logística para el traslado de la maquinaria a la planta.</p>	

<b>Área de mecánica o montaje</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Ilustración</b>
<p>El área de mecánica tiene por objetivo el desmontaje, evaluación y diagnóstico de la maquinaria enfocado en los aspectos mecánicos, eléctricos. Se generan las ordenes de trabajo u hojas de trabajo con los respectivos procedimientos o repuestos requeridos.</p>	
<b>Área de mecanizado</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Ilustración</b>
<p>En esta área se lleva a cabo los procesos de mecanizado y reparación de piezas mecánicas, haciendo uso de tornos, fresadora, prensa y cepillo mecánico.</p>	
<b>Área de bobinado</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Ilustración</b>
<p>De ser necesario el reemplazo del material conductor en motores eléctricos, el área de bobinado se encarga de la fabricación de nuevas bobinas.</p>	
<b>Área de hornos para el secado</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Ilustración</b>
<p>Esta área incluye un horno para secado mediante inyección de aire caliente ya que los bobinados requieren de un recubrimiento empleando barniz.</p>	

<b>Área de balanceado</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Ilustración</b>
<p>En esta área se realiza el balanceo del rotor mediante un banco de balanceo, análisis de vibraciones mediante equipos de un agente externo.</p>	
<b>Área de mantenimiento y limpieza</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Ilustración</b>
<p>En el área de mantenimiento se procede a dar mantenimiento a piezas, barnizado y engrasado de la maquinaria para finalmente generar el informe técnico con su correspondiente cotización oficial.</p>	

**Fuente:** SIPROELECTRIK S.A

**Realizado por:** Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

### **3.6.1. Maquinaria**

La maquinaria principal y secundaria necesaria para brindar servicios de reparación o mantenimiento se detalla en la siguiente tabla 3-2.

**Tabla 3-2:** Maquinaria y herramientas de la empresa SIPROELECTRIK S.A.

<b>Maquinaria Principal</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Ilustración</b>
<p>1. Fresa vertical</p>	

<p>2. Torno</p>	
<p>3. Cepilladora mecánica</p>	
<p>4. Prensa hidráulica</p>	
<p>5. Banco de balanceo</p>	
<p>6. Esmeriladora rectificadora</p>	

Maquinaria secundaria	
7. Sierra eléctrica	
8. Tornillo de banco	
9. Compresor	
10. Tanques de oxígeno y acetileno	
11. Herramientas de mano	

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

### 3.7. Cumplimiento de órdenes de trabajo

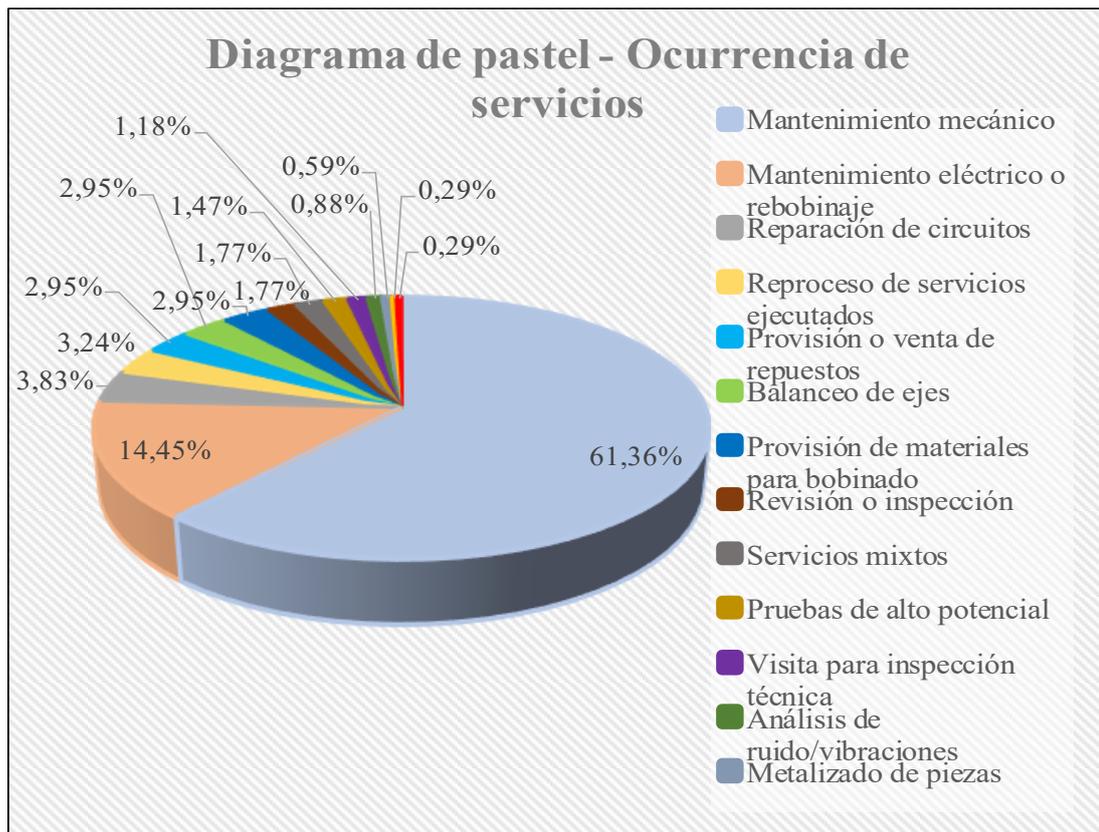
La empresa cumple con una gran variedad de órdenes de trabajo de mantenimiento y reparación de maquinaria industrial, debido al giro de negocio la mayoría difiere entre sí. Como se puede visualizar en la tabla 3-3, desde julio a diciembre de 2022 existe un total de 339 servicios ejecutados por el personal siendo los que mayor ocurrencia tienen el mantenimiento mecánico y el mantenimiento eléctrico o rebobinado como se muestra en la ilustración 4-3.

**Tabla 3-3:** Condensado de servicios prestados de julio a diciembre de 2022

SERVICIO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Mantenimiento mecánico	208	61,36%
Mantenimiento eléctrico o rebobinaje	49	14,45%
Reparación de circuitos	13	3,83%
Reproceso de servicios ejecutados	11	3,24%
Provisión o venta de repuestos	10	2,95%
Balanceo de ejes	10	2,95%
Provisión de materiales para bobinado	10	2,95%
Revisión o inspección	6	1,77%
Servicios mixtos	6	1,77%
Pruebas de alto potencial	5	1,47%
Visita para inspección técnica	4	1,18%
Análisis de ruido/vibraciones	3	0,88%
Metalizado de piezas	2	0,59%
Cambio de rodamientos	1	0,29%
Programación	1	0,29%
<b>TOTAL</b>	<b>339</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

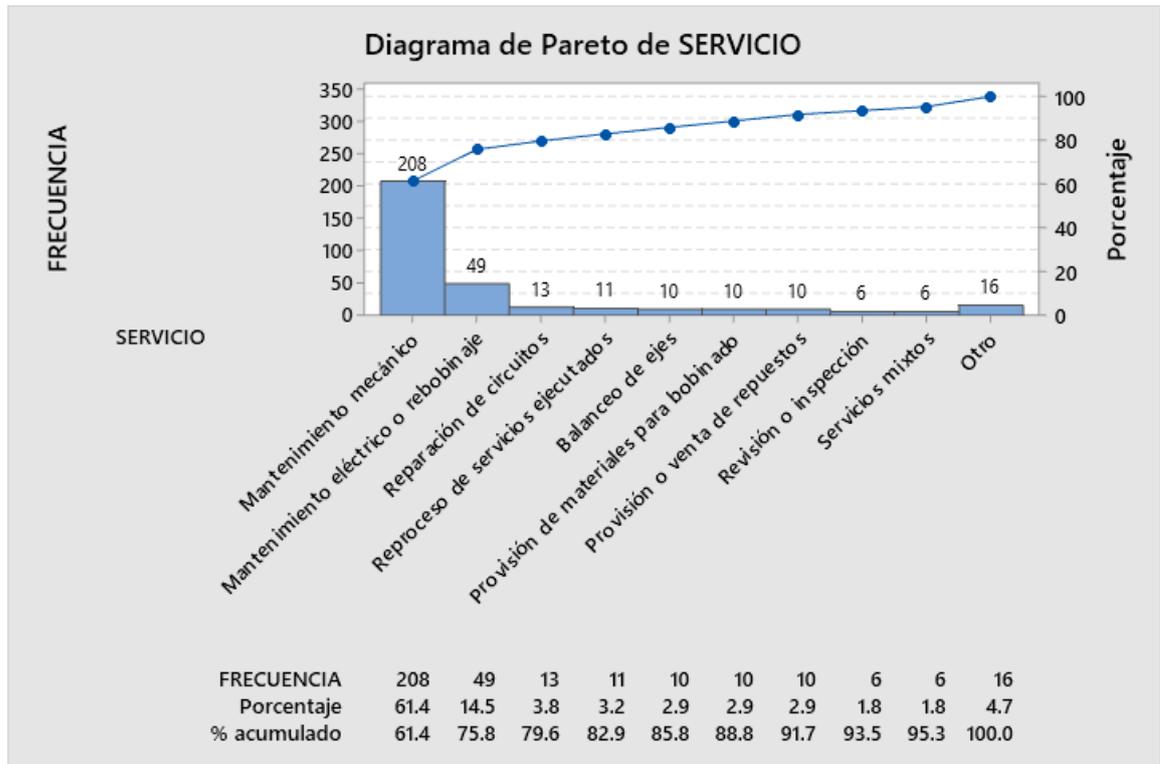
Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.



**Ilustración 3-4:** Porcentaje del servicio prestado por la empresa de julio a diciembre de 2022

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

### 3.8. Selección de procesos a estandarizar



**Ilustración 3-5:** Diagrama de Pareto de servicios quimestral

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

El diagrama de Pareto, ilustración 3-5, previamente presentado muestra que el 75,8% de las ordenes de trabajo o servicios realizados por la empresa en los últimos 5 meses del 2022 son:

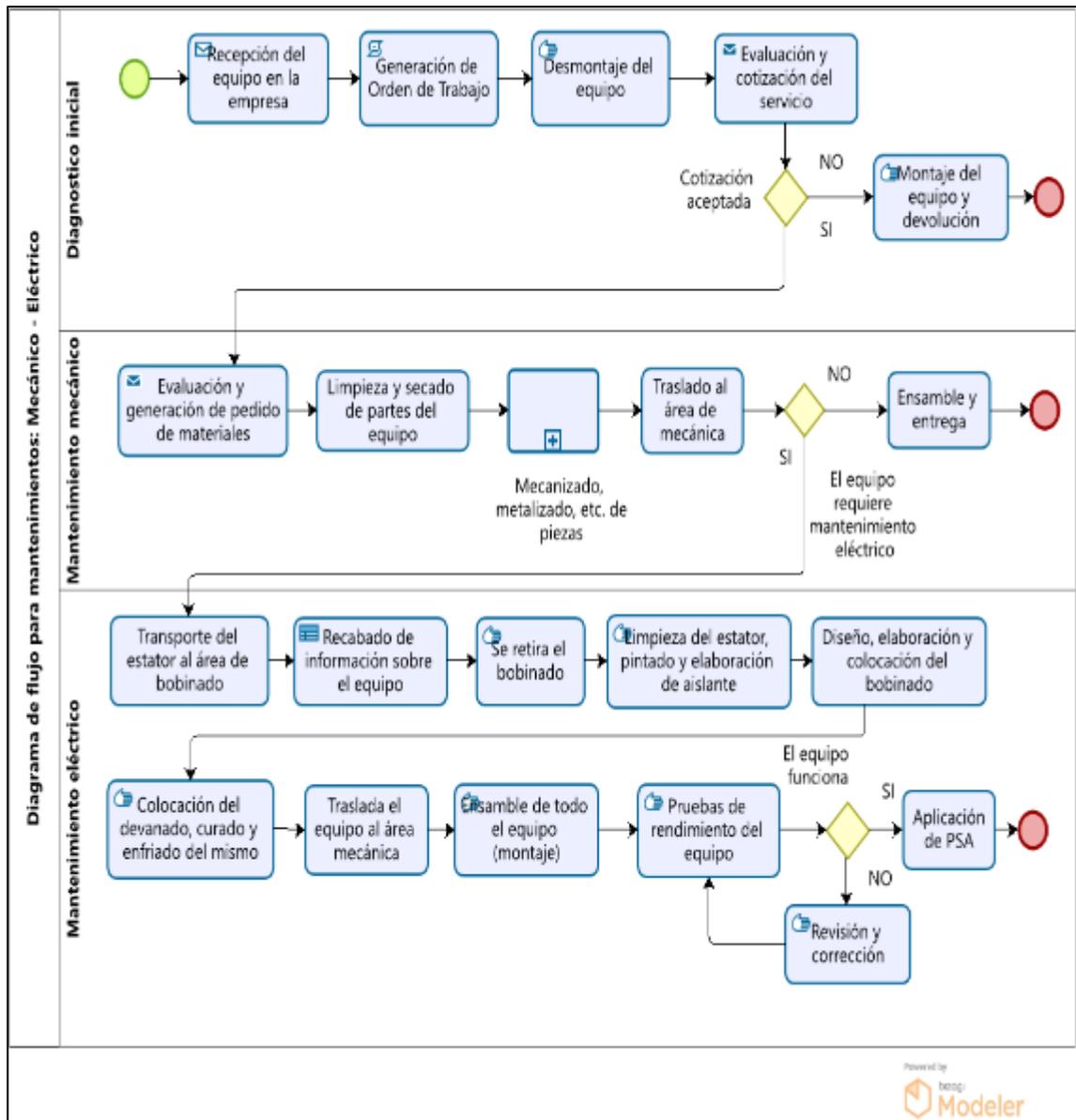
- Mantenimiento mecánico
- Mantenimiento eléctrico o bobinado

Entonces se puede afirmar que la mayoría de los recursos se emplean para realizar los mantenimientos horas hombre, horas máquina, materia prima, energía, insumos etc.

### 3.9. Representación del esquema de trabajo

El esquema de trabajo que lleva a cabo la empresa para todo equipo consta de tres partes: inicia con el ingreso al sistema y generación de la orden de trabajo. Se desmonta el equipo y se genera un diagnóstico que dará paso a la cotización del servicio según los daños o necesidades. La segunda etapa consiste en el desarrollo de mantenimiento mecánico; este puede tener distintos subprocesos según el equipo (mecanizado, metalizado, moleteado, fresado entre otros). Finalmente se realiza el mantenimiento eléctrico que consiste en la extracción del bobinado deteriorado y la colocación de uno nuevo, se ensambla el equipo de nuevo, realizan pruebas y se entrega 100% operativo.

A continuación, se presenta la ilustración 3-6 que representa el diagrama de flujo de trabajo desarrollado por los autores del proyecto para describir las tres etapas mencionadas anteriormente:

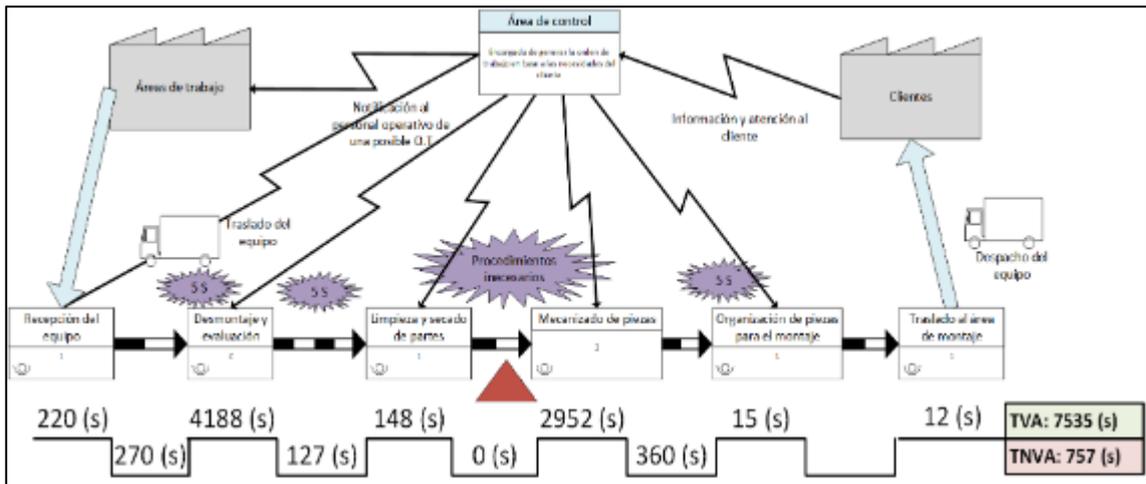


**Ilustración 3-6:** Diagrama de flujo de procesos actual

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

### 3.10. VSM inicial mantenimiento mecánico

Para obtener los indicadores de valor y valor no agregados se realiza el mapeo de la cadena de valor siendo estos indispensables para la determinación del tiempo de ciclo del servicio prestado. Dicho tiempo luego de la aplicación de herramientas Lean y la debida estandarización deberá reducirse para evidenciar el éxito del proyecto.

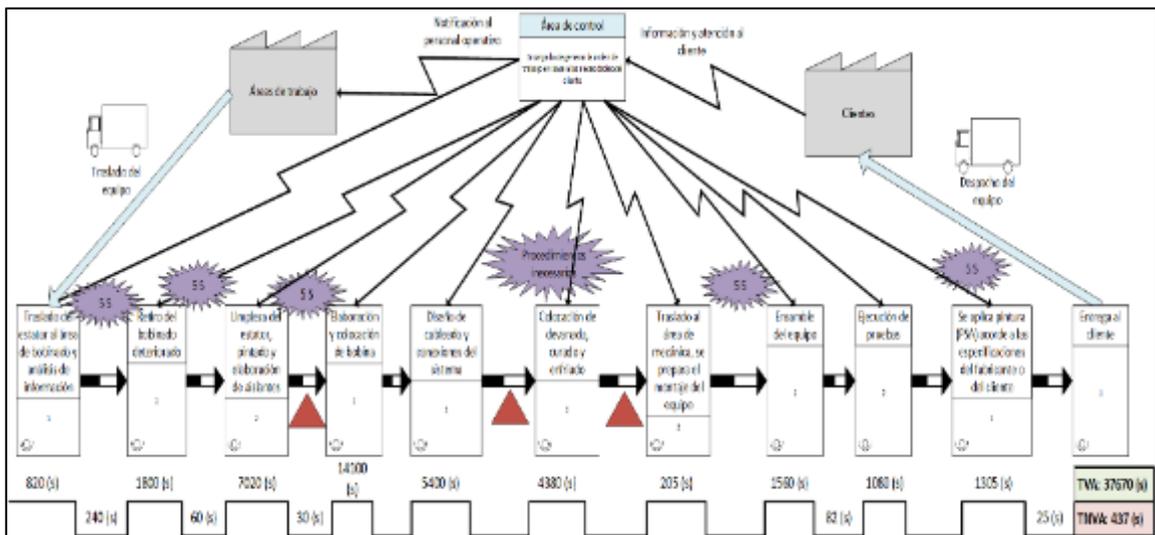


**Ilustración 3-7:** VSM inicial, mantenimiento mecánico

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

El VSM inicial de la ilustración 3-7 correspondiente al mantenimiento mecánico muestra varios estallidos que presentan inconvenientes como; una mala organización o distribución de los espacios de trabajo esto se pudo evidenciar en la evaluación 5S inicial o procedimientos realizados innecesariamente. Siendo el total del tiempo de valor agregado (TVA) igual a 7535 segundos equivalentes a 2 horas, 5 minutos y 35 segundos. Así mismo se obtiene un tiempo de valor no agregado (TNVA) igual a 757 segundos, es decir; a 12 minutos y 37 segundos.

### 3.11. VSM inicial mantenimiento eléctrico

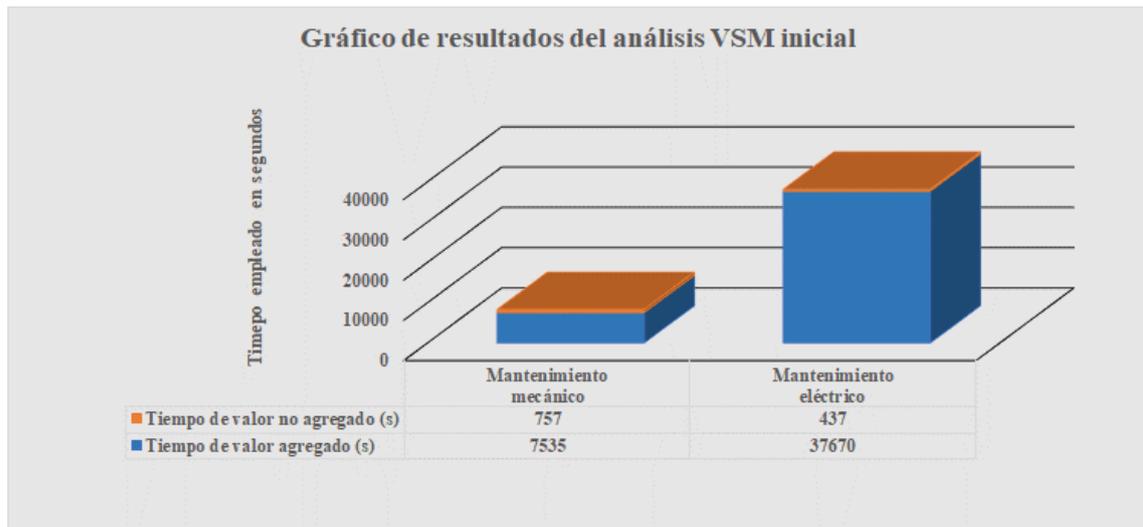


**Ilustración 3-8:** VSM inicial, mantenimiento eléctrico

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

En el VSM de la ilustración 3-8 correspondiente al proceso; mantenimiento eléctrico, también se pueden evidenciar estallidos que muestran posibles mejoras. Se obtienen 37670 segundos es decir 10 horas, 27 minutos y 50 segundos del tiempo que agrega valor al proceso (TVA) sin embargo existe un tiempo de valor no agregado (TNVA), igual a 7 minutos y 17 segundos.

A continuación, se muestra un gráfico de barras para poder visualizar la fracción de tiempo de los procesos que no agrega valor en el proceso de mantenimiento mecánico y eléctrico del motor de 0.37 kW.



**Ilustración 3-9:** Diagrama de barras de tiempos empleados

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

La ilustración 3-9, gráfico de resultados del análisis VSM inicial, permite visualizar la proporción en segundos de tiempo que agrega valor y aquel que no agrega valor durante el cumplimiento de la orden de trabajo de estudio; siendo el 9% y el 1% en el mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico respectivamente el porcentaje del tiempo que no agregan valor del total de cada uno de los procesos.

### 3.12. Tiempo de ciclo del servicio

El VSM del mantenimiento mecánico y el de mantenimiento eléctrico desarrollados para la orden de trabajo correspondiente al motor de 0,37 kW arroja los siguientes resultados:

$$\text{Tiempo de ciclo} = \text{tiempo de valor agregado} + \text{tiempo de valor no agregado}$$

**Ecuación 3-1.**

$$\text{Tiempo de ciclo} = 45205 \text{ s} + 1194 \text{ [s]}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = 46399 \text{ [s]}$$

El tiempo de ciclo determinado en la orden de trabajo es de 46399 segundos equivalente a 12 horas, 53 minutos y 19 segundos; un tiempo considerablemente extenso ya que el rebobinado no es un proceso automatizado además la instalación del bobinado es manual, no obstante, se pueden realizar mejoras en los procesos para reducir el tiempo de ciclo y el tiempo que no agrega valor.

### ***3.12.1. Análisis de desperdicios***

El mantenimiento mecánico y el mantenimiento eléctrico son procesos que presentan algunos de los desperdicios detallados en el marco teórico, tabla 2-1, a continuación, se detallan cada uno de ellos:

- Transporte. – Ocasiona retrasos en el tiempo de servicios ya que el personal debe ir a solicitar herramientas prestadas de otras estaciones o en la bodega.
- Tiempo de espera. – Este desperdicio es el resultado de una mala distribución y orden en las estanterías y mesas de trabajo, ya que el personal demora tiempo en buscar herramientas o piezas.
- Traslado. – Varias estanterías se encuentran desorganizadas y con ello el personal debe trasladarse de un área a otra o de una estantería a otra para localizar refacciones, herramientas entre otros.

### ***3.12.2. Diagrama de proceso actual, diagnóstico***

La empresa SIPROELETRIK S.A. realiza un diagnóstico inicial a todos equipos que llegan a sus instalaciones para determinar el tipo de proceso que se debe realizar; mantenimiento mecánico, eléctrico o de ser necesario los dos. Las etapas del diagnóstico son: desmontaje, diagnóstico y cotización. El siguiente diagrama de proceso corresponde a un motor eléctrico de 0,37 kW.

**Tabla 3-4:** Diagrama del proceso actual, diagnóstico inicial

EMPRESA:		SIPROELECTRIK		DIAGRAMA N°:	1				
MÉTODO:	ACTUAL	X		HOJA N°	1 de 1				
	PROPUESTO			REALIZADO POR:	Paucar Alex; Pineda Luis				
PROCESO:	Diagnóstico inicial del motor eléctrico 0,37KW				FECHA:	29/12/2022			
DESCRIPCIÓN	El proceso empieza desde la recepción del equipo hasta su entrega para el siguiente proceso.				FECHA:	29/12/2022			
N° DE ACTIVIDAD	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (SEGUNDOS)	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
									
1		122							Recepción del equipo
1	5	38							Trasladar el motor al área de desmontaje.
1		60							Ingreso del motor (orden de trabajo).
2	12	30							El operador se dirige a solicitar la caja de herramientas de bodega.
2		20							Retiro de la caja de herramientas necesarias.
3	12	32							Regresar al área de desmontaje.
3		2160							Desmontar el motor.
1	1	45							Busqueda de herramientas extras en estanterías.
1		1080							Evaluar (eje, rotor, bobina, rodamientos, escudos, ventilador, etc)
4		48							Colocar las piezas en una bandeja.
5		260							Llenar la hoja mecánica de diagnóstico
4	6	10							Llevar hoja Mecánica de Pruebas a las oficinas de producción y atención.
6		900							Hacer una cotización.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

**Tabla 3-5:** Cuadro resumen; diagrama del proceso actual, diagnóstico inicial

RESUMEN DE RESULTADOS MANTENIMIENTO MECÁNICO (LIMPIEZA DE PARTES Y PIEZAS)				
ACTIVIDADES	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
OPERACIÓN		6	3448	0
ALMACENAJE		1	122	0
INSPECCIÓN		0	0	0
DEMORA		1	45	1
TRANSPORTE		4	110	35
OP. COMBINADA		1	1080	0
TOTAL		13	4805	36

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

En todo el proceso del diagnóstico inicial, tabla 3-4, existen: 6 operaciones que consumen un tiempo de 3448 segundos, una operación combinada con un tiempo de 1080 segundo, un almacenaje con un tiempo de 122 segundos, una demora de 45 segundos y finalmente 4 transportes con un tiempo de 110 segundos.

Como se puede evidenciar, existe una demora de 45 segundos la cual es una actividad que no está agregando ningún valor en el proceso de producción. El proceso requiere de un tiempo total de 4805 segundos visibles en el cuadro resumen de la tabla 3-5 equivalentes a 1 hora con 20 minutos y 5 segundos.

### 3.12.3. Diagrama de proceso actual, mantenimiento mecánico

Una vez realizado el diagnóstico inicial y aprobada la cotización se autoriza al personal del área de control de producción y servicio, se proceda a la reparación del motor. El siguiente diagrama de procesos, tabla 3-6, muestra las actividades del proceso empleadas en el motor de 0,37 kW que requiere: un cambio de rodamientos, moleteado de los escudos del motor y cambio de eje.

**Tabla 3-6:** Diagrama del proceso actual; mantenimiento mecánico

EMPRESA:		SIPROELECTRIK				DIAGRAMA N°:	2		
MÉTODO:		ACTUAL	X			HOJA N°	1 de 1		
PROCESO:		Mantenimiento mecánico del motor de 0,37 kW				REALIZADO POR:	Paucar Alex; Pineda Luis		
DESCRIPCIÓN		El proceso empieza en la evaluación, hasta el mecanizado de piezas y su traslado para el montaje				FECHA:	29/12/2022		
N° DE ACTIVIDAD	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (SEGUNDOS)	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
			●	→	■	◐	▼	◑	
1		70							Evaluación de piezas que requieren reparación
1		60	●						Limpieza de las partes con gasolina.
2		18	●						Secado de las piezas con aire comprimido.
2		300			■				Inspección del diámetro de los escudos con micrómetro.
1	6	12		→					Trasladar los escudos de alojamiento y el eje averiado al área de mecanizado.
3		180	●						Preparación del torno para moleteado de escudos.
1	1	40			◐				Busqueda de herramientas extra en la estantería.
1		780						◑	Moleteado e inspección del diámetro de los escudos de alojamiento.
4		150	●						Preparación del torno para mecanizado de un nuevo eje.
2		320			◐				Espera de materia prima. (Lingote de acero)
2		1530						◑	Mecanizado e inspección de diámetro del nuevo eje.
5		15	●						Colocar piezas mecanizadas en una bandeja.
2	12	12		→					Trasladar las piezas mecanizadas al área de montaje.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

**Tabla 3-7:** Cuadro resumen; diagrama del proceso mantenimiento mecánico

RESUMEN DE RESULTADOS MANTENIMIENTO MECÁNICO (LIMPIEZA DE PARTES Y PIEZAS)				
ACTIVIDADES	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
OPERACIÓN		5	423	0
ALMACENAJE		0	0	0
INSPECCIÓN		2	370	0
DEMORA		2	360	1
TRANSPORTE		2	24	18
OP. COMBINADA		2	2310	0
TOTAL		13	3487	19

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

La tabla 3-7, cuadro resumen, de mantenimiento mecánico muestra que en total existen: 5 operaciones que consumen un tiempo de 423 segundos, 2 operaciones combinadas con un tiempo de 2310 segundos, 2 inspecciones con un tiempo de 370 segundos, 2 demoras de 360 segundos y 2 transportes con un tiempo de 24 segundos.

Se observa que existe una demora de 6 minutos la cual es una actividad que no está agregando ningún valor en el proceso de reparación. En total se obtiene un tiempo de duración del proceso de 3487 segundos equivalentes a 58 minutos con 7 segundos.

Con los datos obtenidos en los diagramas de proceso tanto de diagnóstico inicial y Mantenimiento mecánico se calcula el indicador AVA actual de la empresa.

#### 3.12.4. Diagrama de proceso actual, mantenimiento eléctrico

El motor necesita un mantenimiento eléctrico o rebobinado, por ende, se procede a trasladar el estator a la meza de trabajo del área de bobinado. Cabe resaltar que este es el procedimiento más complicado y que aproximadamente consume un día de trabajo completo dependiendo del tamaño o complejidad del motor para un mejor entendimiento se presentan las tablas 3-8 y 3-9.

**Tabla 3-8:** Diagrama de proceso actual, mantenimiento eléctrico (1)

		DIAGRAMA DEL PROCESO - MANTENIMIENTO ELÉCTRICO							
EMPRESA:	SIPROELECTRIK			DIAGRAMA N°:	3				
MÉTODO:	ACTUAL	X			HOJA N°	1 de 1			
	PROPUESTO				REALIZADO POR:	Paucar Alex; Pineda Luis			
PROCESO	Mantenimiento eléctrico (Rebobinado)				FECHA:	29/12/2022			
DESCRIPCIÓN	El proceso inicia con trasladar el equipo al área de rebobinado y reemplazo de partes averiadas				FECHA:	29/12/2022			
N° DE ACTIVIDAD	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (SEGUNDOS)	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
									
1	10	220							Trasladar el estator al área de bobinado.
1		120							Verificación del número respectivo de Orden de Trabajo.
1		600							Recopilación de datos eléctricos del equipo a reparar.
2	6	120							Trasladar herramientas.
2		600							Corte de la cabeza de bobina deteriorada en las conexiones.
1		60							Utilización de E.P.P.
2		600							Pre calentado de las bobinas.
3		600							Retiro de las bobinas manualmente.
4		1800							Limpieza del estator
2		1200							Verificación de los puntos calientes en el núcleo.
5		120							Pintado de los extremos del núcleo y caja de bornera con spray dieléctrico color rojo.
6		600							Realización del aislante de muestra.
7		2700							Realización de todos los aislantes necesarios dependiendo del tipo o potencia del motor y espesor de acuerdo a la NORMA IEC 34-1.
8		600							Aislar el estator.
3		300							Revisión de Formato Eléctrico.
3	1	30							Busqueda de herramientas extra en las estanterías
9		300							Fabricación del molde de bobina.
10		2700							Construcción de bobina de acuerdo con el Formato Eléctrico.
11		9000							Colocación de bobinas.
12		1800							Sujeción del lado opuesto de devanado.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

**Tabla 3-9:** Diagrama de proceso actual, mantenimiento eléctrico (2)

13		1200				Realización del diagrama de conexión de bobinas.
14		1800				Conexión, soldadura y aislamiento de todos los empalmes y salidas debidamente codificadas.
15		1800				Sujeción del lado de conexiones de devanado.
4		600				Realización de la prueba de aislamiento de acuerdo con la Norma Técnica IEEE.
16		180				Colocación en el horno.
4		900				Pre calentado del devanado.
17		300				Barnizado del devanado.
18		1800				Curado de devanado a temperatura controlada de acuerdo con la hoja técnica del barniz utilizado.
5		1200				Enfriamiento a temperatura ambiente.
3	10	120				Traslado del estator al área correspondiente para su posterior proceso de montaje.
5		85				Verificar que todas las partes del motor esten en la mesa de trabajo para ensamblar.
4	12	30				El operador se dirige a solicitar la caja de herramientas de bodega.
19		20				Retiro de la caja de herramientas necesarias.
5	12	32				Regresar al área de montaje.
20		1560				Ensamblar el motor.
1		1080				Realizar pruebas de correcto funcionamiento.
6	6	50				Trasladar al área de mantenimiento (pintura).
21		45				colocar la pintura sintética en la pistola neumática.
22		315				Aplicar pintura sintetica automitriz al motor.
6		780				Dejar secar el motor a temperatra ambiente.
7	12	140				Trasladar el motor al área de equipos reparados.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

**Tabla 3-10:** Cuadro resumen; diagrama del proceso mantenimiento eléctrico

RESUMEN DE RESULTADOS REPARACIÓN ELÉCTRICA (REBOBINADO)				
ACTIVIDADES	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
OPERACIÓN		22	30440	0
ALMACENAJE		0	0	0
INSPECCIÓN		5	2305	0
DEMORA		6	3570	1
TRANSPORTE		7	712	68
OP. COMBINADA		1	1080	0
<b>TOTAL</b>		41	38107	69

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

En el proceso de mantenimiento eléctrico se observa que existen 22 operaciones resumidas en la tabla 3-10 que consumen un tiempo de 30420 segundos, 5 inspecciones con un tiempo de 2350 segundos, 5 demoras de 3570 segundos, 7 transportes con un tiempo de 712 segundos y finalmente la operación combinada con un tiempo de 1080 segundos. Como se puede constatar existe una demora de 3570 segundos lo cual es una actividad que no está agrega valor al proceso. El tiempo total empleado es de 38087 segundos equivalentes a 10 horas con 34 minutos y 47 segundos. Una vez obtenido los datos del diagrama de proceso de Mantenimiento eléctrico se calcula el indicador AVA actual de la empresa.

### 3.13. Determinación del indicador AVA

**Tabla 3-11:** Determinación del AVA

	Tiempo (s)	
	Mantenimiento mecánico	Mantenimiento eléctrico
Actividades que agregan valor	7261	31520
Tiempo total del proceso	8292	38107
<b>AVA</b>	88%	83%

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2022.

El indicador AVA de la tabla 3-11, muestra un resultado del 83% en el mantenimiento eléctrico por esta razón decimos que el proceso es eficiente por ser mayor al 75%. Sin embargo, existen aún una gran cantidad de actividades que no agregan valor y se las puede eliminar; El indicador AVA de la tabla del mantenimiento mecánico nos da como resultado 88%. Entonces decimos que el proceso es eficiente por ser mayor al 75%. Sin embargo, al hacer mejoras en el proceso y estandarizarlo se esperan mejores resultados y análisis de los mismos.

### 3.14. Condiciones iniciales de los procesos

#### 3.14.1. Evaluación 5S inicial

El nivel de cumplimiento de las 5S en la empresa durante el desarrollo de los procesos con mayor frecuencia, se determina mediante formularios enfocados al cumplimiento de ciertos parámetros. Posterior a ello se realiza un análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados en las áreas y se generan conclusiones respecto a la utilización de la herramienta Lean 5S a continuación se presentan los formularios desarrolladas para las distintas áreas.

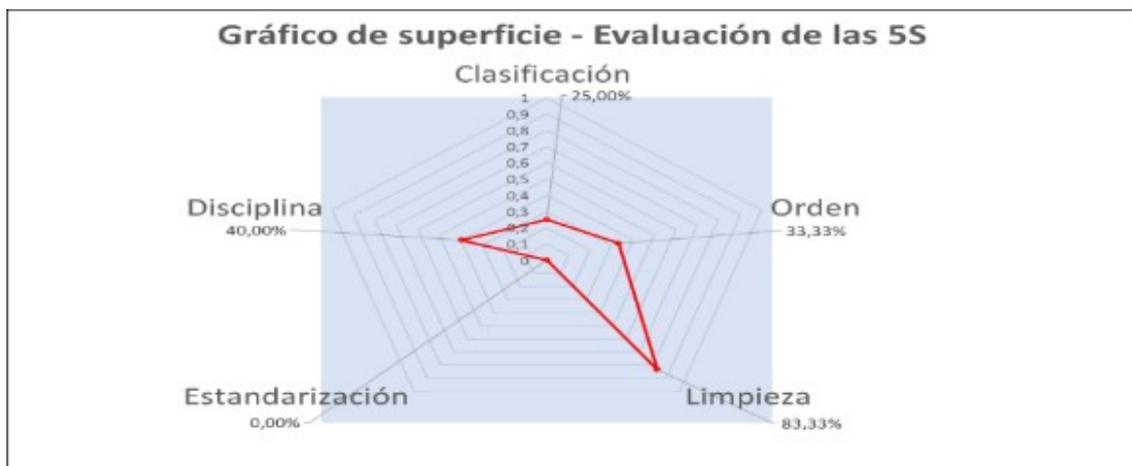
##### 3.14.1.1. Área de control

La evaluación de las 5S en el área de control tiene como resultado en su indicador del nivel de cumplimiento un promedio de 36,33%; a continuación, se muestra la tabla 3-12 que resume los resultados por aspecto evaluado:

**Tabla 3-12:** Tabla resumen de evaluación 5S, área de control

Aspecto a evaluar	Porcentaje de cumplimiento	Feedback
Clasificación	25,00%	Regular
Orden	33,33%	Regular
Limpieza	83,33%	Destacada
Estandarización	0,00%	Deficiente
Disciplina	40,00%	Regular

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.



**Ilustración 3-10:** Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de control

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

La empresa según los resultados obtenidos no ha empleado metodologías para llevar un control de las 5S en el área de control en lo que se refiere a estandarización del cumplimiento de las 3 primeras S, se destaca el cumplimiento de limpieza en los escritorios como se puede evidenciar en la ilustración 3-10.

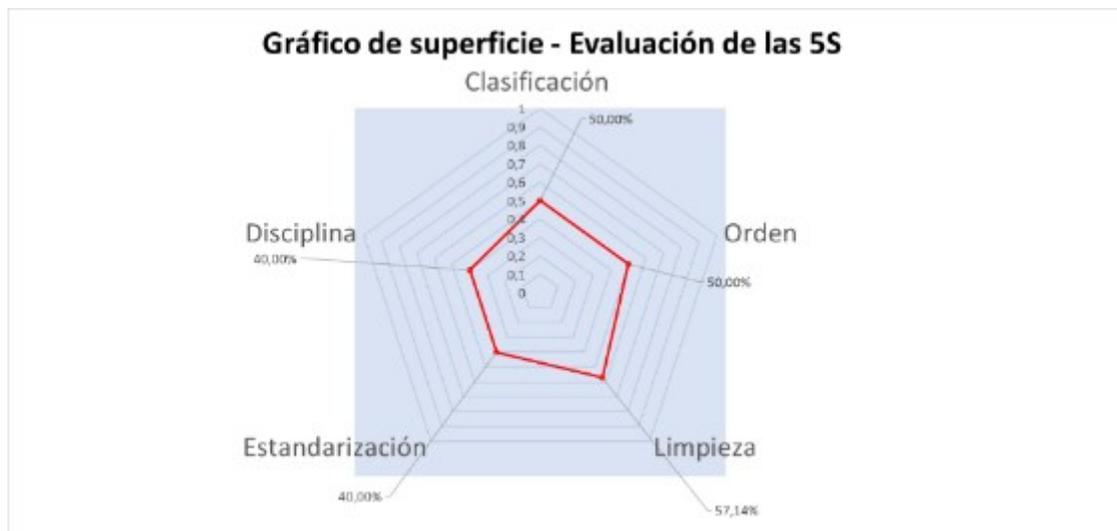
### 3.14.1.2. Área de mecánica

En el área de mecánica se llevan a cabo los procesos del mantenimiento mecánico tanto el desmontaje como el montaje y pruebas en ciertos casos.

**Tabla 3-13:** Tabla resumen de evaluación 5S, área de mecánica

Aspecto a evaluar	Porcentaje de cumplimiento	Feedback
Clasificación	50,00%	Regular
Orden	50,00%	Regular
Limpieza	57,14%	Regular
Estandarización	40,00%	Regular
Disciplina	40,00%	Regular

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.



**Ilustración 3-11:** Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de mecánica

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

En base a la tabla 3-13 correspondiente al área de mecánica se estima que existe un promedio igual a 47,43% de cumplimiento de las 5S, es decir que el personal de esta área regularmente suele realizar actividades de limpieza y realiza propuestas de mejoras al espacio de trabajo.

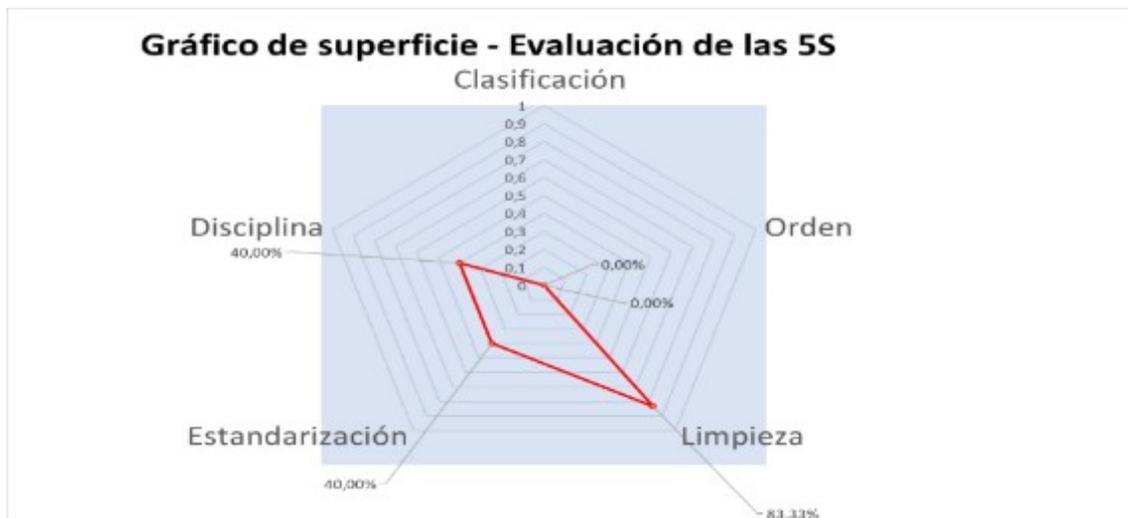
### 3.14.1.3. Área de mecanizado

En el área se encuentra ubicada la maquinaria que también se emplea en el mantenimiento mecánico como la prensa hidráulica o el torno. A continuación, se muestra el nivel de cumplimiento de cada una de las 5S.

**Tabla 3-14:** Tabla resumen de evaluación 5S, área de mecanizado

Aspecto a evaluar	Porcentaje de cumplimiento	Feedback
Clasificación	0,00%	Deficiente
Orden	0,00%	Deficiente
Limpieza	83,33%	Destacada
Estandarización	40,00%	Regular
Disciplina	40,00%	Regular

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.



**Ilustración 3-12:** Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de mecanizado

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

Según los resultados presentados en la tabla 3-14 y la ilustración 3-12 de la evaluación 5S, el área de mecanizado presenta una mala organización herramientas y el espacio de trabajo. El promedio el índice de cumplimiento es de 32,67%, sin embargo, se puede resaltar que el personal realiza actividades de limpieza en el torno específicamente.

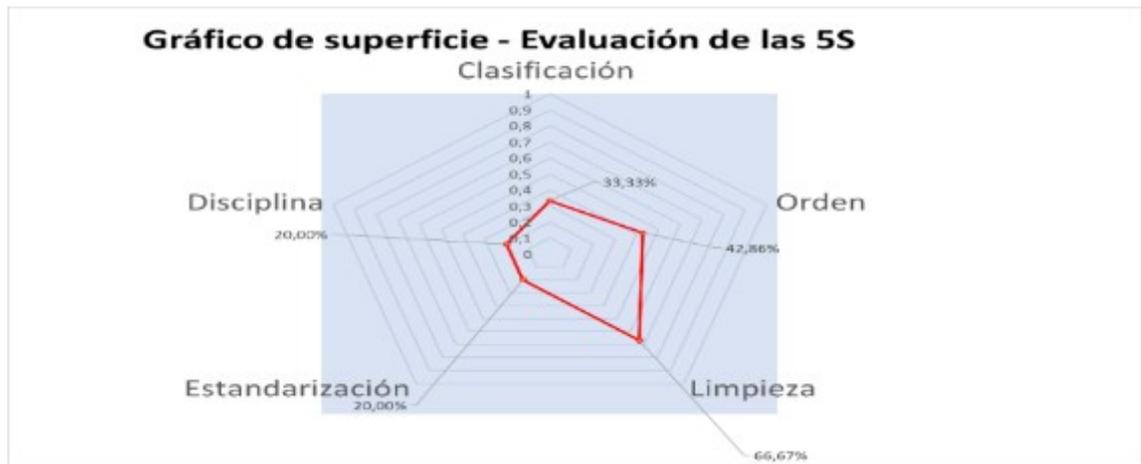
### 3.14.1.4. Área de bobinado

En esta área se llevan a cabo los procesos del mantenimiento eléctrico el consiste en reemplazar el bobinado deteriorado por uno nuevo y funcional; a continuación, se presentan los resultados del análisis 5S.

**Tabla 3-15:** Tabla resumen de evaluación 5S, área bobinado

Aspecto a evaluar	Porcentaje de cumplimiento	Feedback
Clasificación	33,33%	Regular
Orden	42,86%	Regular
Limpieza	66,67%	Satisfactorio
Estandarización	20,00%	Deficiente
Disciplina	20,00%	Deficiente

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.



**Ilustración 3-13:** Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de bobinado

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023

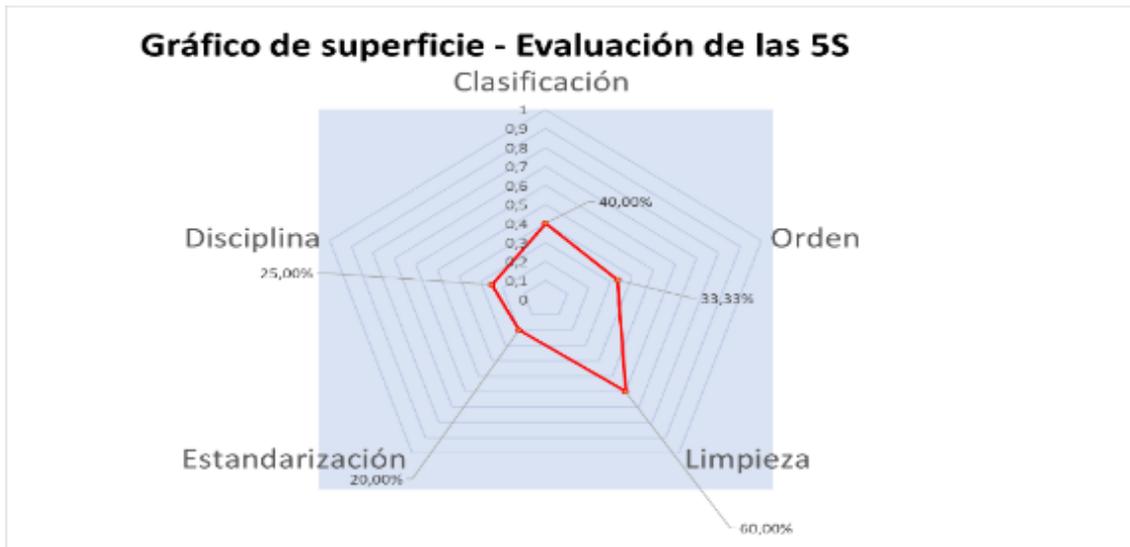
La evaluación de las 5S en el área de bobinado da como resultado en base a la tabla 3-15 un promedio de 36,57% de cumplimiento; esto se debe a la gran cantidad de alambre extraído de las bobinas durante el mantenimiento eléctrico. Así mismo durante la colocación del material aislante se genera material sobrante que por ser muy pequeño no es posible reutilizarlo y la disciplina junto a la estandarización son en extremo deficientes como se puede visualizar en la ilustración 3-13 debido a la aplicación de las 5S.

#### 3.14.1.5. Área de mantenimiento o pintura

**Tabla 3-16:** Tabla resumen de evaluación 5S, área de mantenimiento o pintura

Aspecto a evaluar	Porcentaje de cumplimiento	Feedback
Clasificación	40,00%	Regular
Orden	33,33%	Regular
Limpieza	60,00%	Regular
Estandarización	20,00%	Deficiente
Disciplina	25,00%	Regular

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.



**Ilustración 3-14:** Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de pintura

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

El área de mantenimiento denominada así por la empresa en la cual se lleva a cabo el pintado de los equipos tiene un promedio de 31,67% de cumplimiento de las 5S basado en los resultados de la tabla 3-16; el personal encargado de aplicar la pintura sintética automotriz mantiene la estantería de pinturas en desorden, sin clasificar y con mucho polvo. Adicionalmente los accesorios, herramientas e insumos no se encuentran clasificados.

### 3.15. Análisis del indicador OEE

El proceso contemplado para el mantenimiento mecánico incluye al área de mecanizado, es decir la maquinaria primaria o secundaria. La maquinaria primaria consta fundamentalmente de tres tornos del tipo paralelo (movimiento longitudinal y transversal) para cubrir la demanda de mecanizado, metalizado, moleteado entre otros procedimientos necesarios en las distintas ordenes de trabajo durante la jornada laboral.

En el caso de estudio, mantenimiento de un motor de 0,37 kW, referencia para la estandarización de procesos de este proyecto se puede evidenciar que fue necesario realizar un moleteado de los escudos y el mecanizado de un nuevo eje (ver diagrama de procesos ilustración 3-16).

La maquinaria no se prepara luego de generar la orden de trabajo y aprobar la cotización; por el contrario, el personal prepara la maquinaria solo antes de solicitadas las piezas de forma verbal por parte del personal a cargo. Es decir que las muelas del torno, contrapunto, cuchillas, llaves para ajustar la porta herramienta del torno o preparación para realizar el moleteado al no tener implementado la herramienta 5S de Lean Manufacturing hace que el operario emplee un excesivo tiempo en justar cualquiera de los tornos.

### 3.15.1. Indicador de disponibilidad

Las condiciones detalladas afectan directamente a la disponibilidad operativa de la maquinaria durante el proceso de mecanizado y moleteado, a continuación, se muestran las pérdidas por disponibilidad en función de los tiempos de operación.

**Tabla 3-17:** Análisis de pérdidas por disponibilidad

Actividad	Tiempo (s)	Pérdidas por disponibilidad			
		Paradas	Averías	Configuración	Ajustes
Trasladar los escudos de alojamiento y el eje averiado al área de mecanizado.	12	x			
Preparación del torno para moleteado de escudos.	180				x
Búsqueda de herramientas extra en la estantería.	40			x	
Moleteado e inspección del diámetro de los escudos de alojamiento.	780				
Preparación del torno para mecanizado de un nuevo eje.	150			x	
Espera de materia prima. (Lingote de acero)	320	x			
Mecanizado e inspección de diámetro del nuevo eje.	1530				
<b>Tiempo total empleado (s)</b>	<b>3012</b>	<b>Pérdidas en disponibilidad (s)</b>			<b>702</b>

Fuente: SIPROELECTRIK S.A

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

La tabla 3-17 detalla que en total existen 5 acciones que se consideran perdidas por disponibilidad es decir son tiempos que no pertenecen realmente al tiempo de operación real (T.O.R) por ende, el tiempo que total de dichas perdidas debe restarse del tiempo de operación durante el proceso de producción del eje y el moleteado de escudos.

$$T.O.R = \text{Tiempo de operación} - \text{Pérdidas}$$

**Ecuación 3-2.**

$$T.O.R = 3012 - 702 \text{ [s]}$$

$$T.O.R = 2310 \text{ [s]}$$

Posterior a ello se procede a determinar el indicador de disponibilidad:

**Tabla 3-18:** Cálculo del indicador de disponibilidad

Disponibilidad = $\frac{T.O.R}{T.P}$	T.O.R(s)=	2310
	T.P(s)=	5400
Disponibilidad=	<b>42,78%</b>	

Fuente: SIPROELECTRIK S.A

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

### 3.15.2. Indicador de eficiencia

La eficiencia determinada para la orden de trabajo 9102, del motor de 0,37 kW se determina relacionando el número de piezas establecidas para la OT y las piezas establecidas por el área de control y servicio entre las 13:00 pm y las 15:00 pm obteniéndose:

**Tabla 3-19:** Parámetros de piezas elaboradas y programadas

Piezas a elaborar según OT 9102	N°-	Total
1 eje 1"x120 mm	1	2
Moleteado de escudos de alojamiento	1	
Piezas elaboradas por el operador de 13:30-15:00 hrs	N°-	Total
1 eje 1"x120 mm	1	2
Moleteado de escudos de alojamiento	1	

Fuente: SIPROELECTRIK S.A

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

**Tabla 3-20:** Cálculo del indicador de eficiencia

$\text{Eficiencia} = \frac{\# \text{ Unidades Prod.}}{\# \text{ Unidades Plan.}}$	U. Prod.=	2
	U. Plan=	2
Eficiencia=		<b>100,00%</b>

Fuente: SIPROELECTRIK S.A

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023

### 3.15.3. Indicador de calidad

Tanto el eje como el moleteado cumplieron con las especificaciones técnicas entonces al no descartar ninguno, se puede establecer que el indicador obtenido a continuación (tabla 3-21) de calidad para la OT 9102 es del 100%.

**Tabla 3-21:** Cálculo del indicador de calidad

Numero de piezas producidas	2	
Número de piezas rechazadas	0	
Total piezas producidas	2	
$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas Prod.} - \text{Piezas Defec.}}{\text{Total piezas producidas}}$		<b>100,00%</b>

Fuente: SIPROELECTRIK S.A

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023

### 3.16. Determinación del OEE actual

El indicador de eficacia total del equipo del proyecto se determina mediante el producto del índice de disponibilidad del torno, durante el mecanizado del eje y el moleteado de escudos por los índices de eficiencia al cumplir con las piezas planificadas a producir junto al indicador de la calidad de las mismas luego de su producción.

$$OEE = Disponibilidad \% * Eficiencia \% * Calidad \%$$

**Ecuación 3-3.**

$$OEE = 42,78 \% * 100 \% * 100 \%$$

$$OEE = 42.78 \%$$

El indicador OEE es de 42.78 % equivalente a inaceptable ya que las condiciones actuales de operación se ven reflejadas en un indicador de disponibilidad muy inadecuada. Sin embargo, se puede resaltar que el operador logra cumplir con la planificación de trabajo en la orden OT 9102 y la calidad con la que se obtuvo la pieza mecanizada y el moleteado.

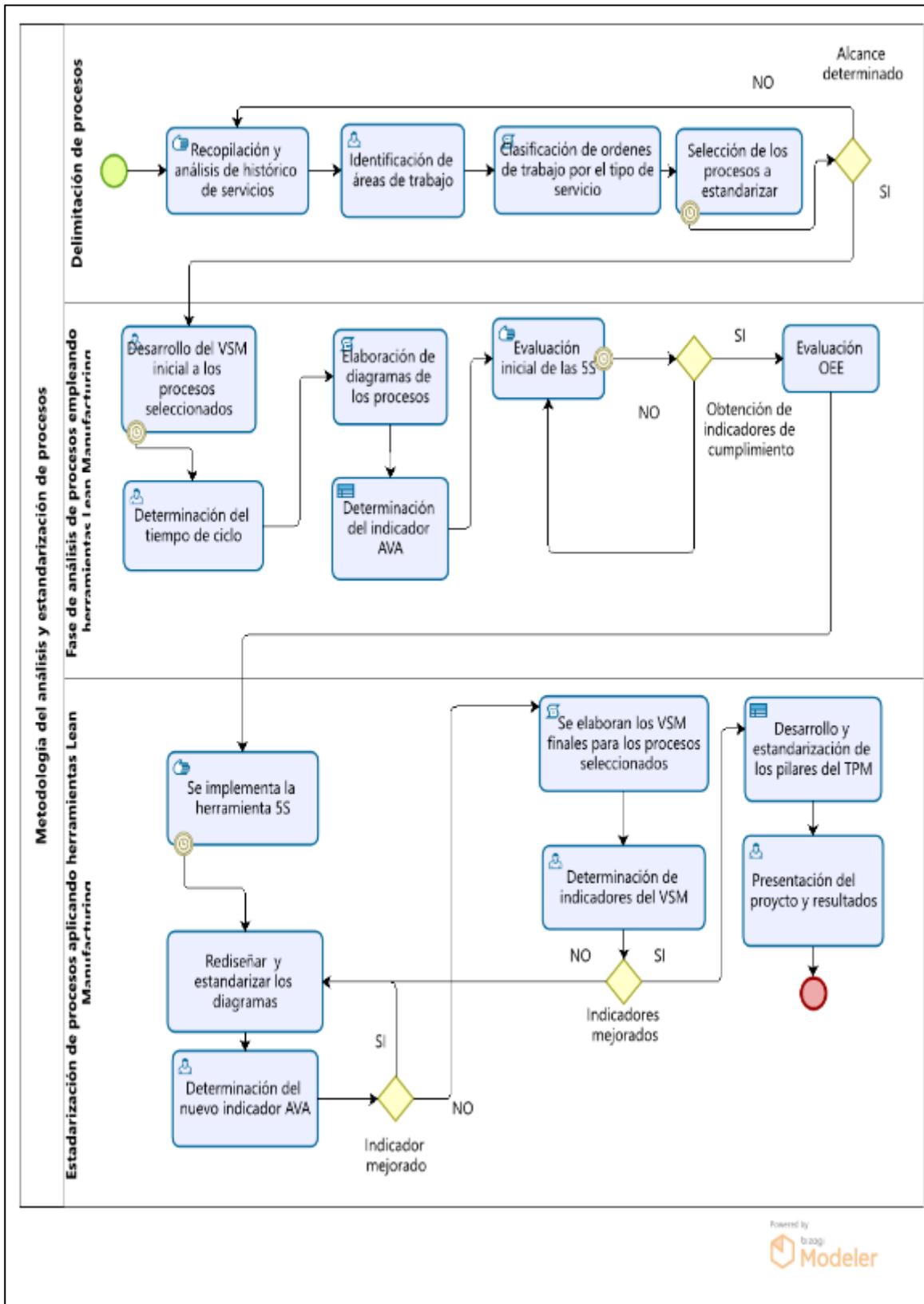
### 3.17. Esquema del proceso de estandarización

La ilustración 3-16 representa el diagrama de flujo de las distintas etapas y actividades realizadas para llevar a cabo la estandarización de los procesos, la metodología parte desde la delimitación de los procesos a estandarizar, ya que la empresa SIPROELECTRIK S.A. ofrece una gran variedad de servicios para la maquinaria industrial.

Fue necesaria la recopilación de información de las ordenes de trabajo realizadas, su debida clasificación y análisis para delimitar el proyecto a las órdenes de mayor ocurrencia; como se pudo evidenciar en la ilustración 3-5, el diagrama de Pareto.

La segunda etapa comprende el análisis de los servicios de mayor ocurrencia mediante la elaboración de diagramas de proceso y la herramienta VSM que permite identificar las oportunidades de mejora. Establecer los indicadores cuantificables 5S, TVA y TNVA, tiempo de ciclo y el OEE que luego del desarrollo del proyecto deberán ser evaluados para determinar el nivel de éxito del mismo.

Finalmente se puede evidenciar la etapa de estandarización de procesos mediante la implementación de las 5S y aplicación de herramientas Lean Manufacturing.



**Ilustración 3-15:** Diagrama de flujo del desarrollo del proyecto

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

Luego del análisis mediante el uso de herramientas Lean Manufacturing en los procesos mantenimientos mecánico y mantenimiento eléctrico de la empresa SIPROELECTRIK S.A. se han logrado identificar varios tipos de desperdicios tiempos de espera, transporte innecesario de materiales o traslado de personal. El indicador del nivel de cumplimiento de las 5S se encuentra en promedio por debajo del 40%, 37,73% para ser exactos, en cada una de las áreas, se ha determinado un tiempo de ciclo que cuanta con un tiempo de valor no agregado de alrededor de 20 minutos y un nivel bajo del indicador OEE igual a 42.78% debido a la no disponibilidad de la maquinaria. Para mejorar los indicadores es necesario emplear herramientas Lean Manufacturing como la implementación de las 5S además de un rediseño de operacional empleando diagramas de procesos y actividades múltiples logrando la estandarización de procesos.

#### 4.1. Implementación de las 5S

Implementar las 5S es vital para la estandarización de procesos ya que esto permite mejorar el campo visual, aprovisionamiento y orden de los instrumentos e insumos necesarios para el desarrollo de los distintos tipos de servicios prestados por la empresa. La implementación se basa en la metodología PDCA o ciclo de Deming para la mejora continua.

##### 4.1.1. Planificar

La planificación se lleva a cabo en coordinación con la gerencia de la empresa y parte desde la socialización con el personal del objetivo y beneficios de aplicar esta herramienta Lean; a continuación, se presenta un diagrama de flujo de las actividades dispuestas en la etapa de planificación.



**Ilustración 4-1:** Flujograma de la etapa de planificación

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

#### 4.1.1.1. *Coordinación con la gerencia*

La gerencia comparte con los autores del presente proyecto; su interés en la implementación de esta herramienta para mejorar las condiciones de trabajo de las distintas áreas por ello se llevó a cabo una reunión para presentar el plan de acción respecto a la implementación de las 5S con un tiempo de duración de un mes y 2 días organizados de la siguiente forma:

- Organización, socialización y evaluación inicial de las 5S desde el día 11 hasta el 18 de enero del año 2023.
- Implementación de las 5S desde el 18 hasta el 23 de enero el año 2023.
- Evaluación de la implementación de las 5S desde el 24 de enero hasta el 07 de febrero del año 2023.
- Presentación de resultados entre el 08 y el 09 de febrero del año 2023 y finalmente la capacitación general de la implementación de las 5S el día 10 de febrero del año 2023.

#### 4.1.1.2. *Socialización con el personal operativo*

El personal debe estar informado respecto a cuáles son los objetivos y metas de implementar las 5S, es importante la cooperación del personal debido a que la experiencia hace que se pueda clasificar y organizar de una manera más efectiva las mesas de trabajo, estanterías o área.

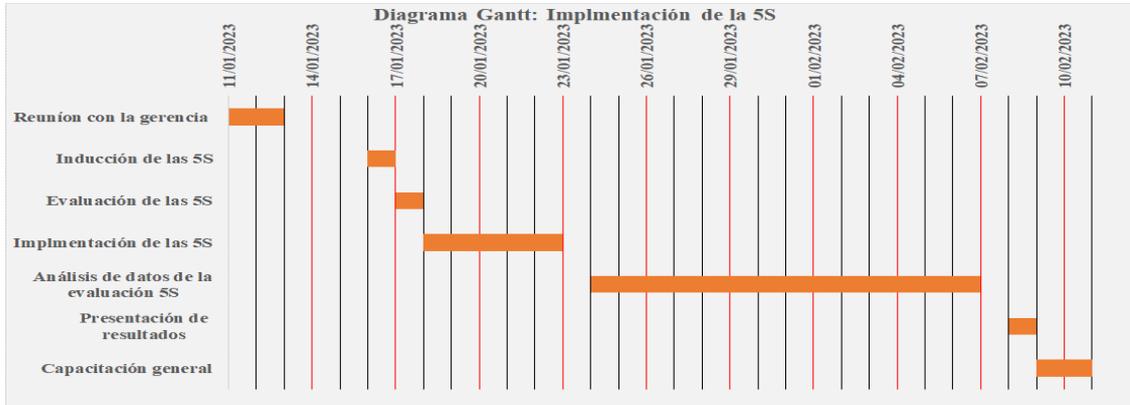


**Ilustración 4-2:** Planificación de la implementación 5S con el personal

**Realizado por:** Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

### 4.1.1.3. Cronograma de implementación

La implementación sigue el orden representado a continuación en un diagrama de Gantt:



**Ilustración 4-3:** Diagrama de Gantt, cronograma de implementación 5S

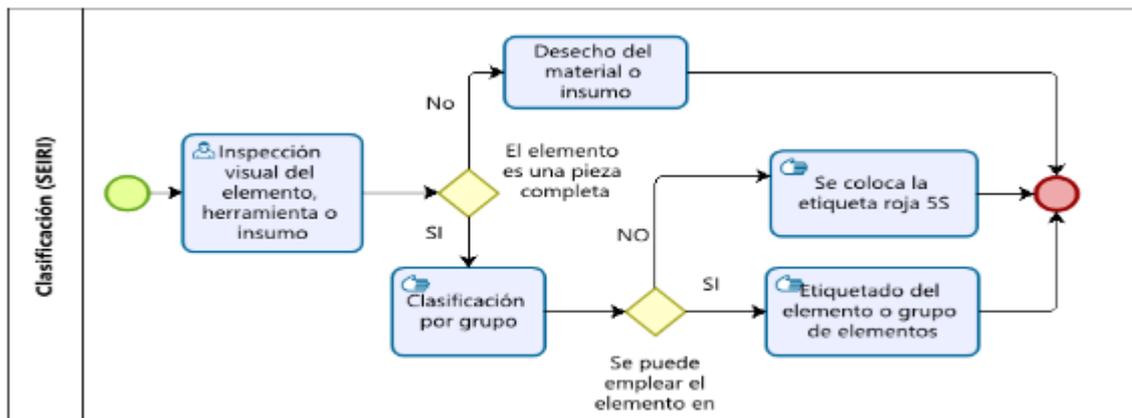
Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

### 4.1.2. Hacer

La segunda fase del círculo PDCA o PHVA requiere el conocimiento del personal con respecto a las 5S y con ello se realice una implementación en junto.

#### 4.1.2.1. Implementación de la etapa SEIRI

En esta etapa se realiza la clasificación de los artículos, insumos, herramientas o sobrantes de otros servicios que utilizan espacio que podría ser aprovechado por el personal de la empresa. Esta etapa de implementación sigue el siguiente diagrama de flujo para la clasificación.



**Ilustración 4-4:** Diagrama de flujo para la etapa SEIRI

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

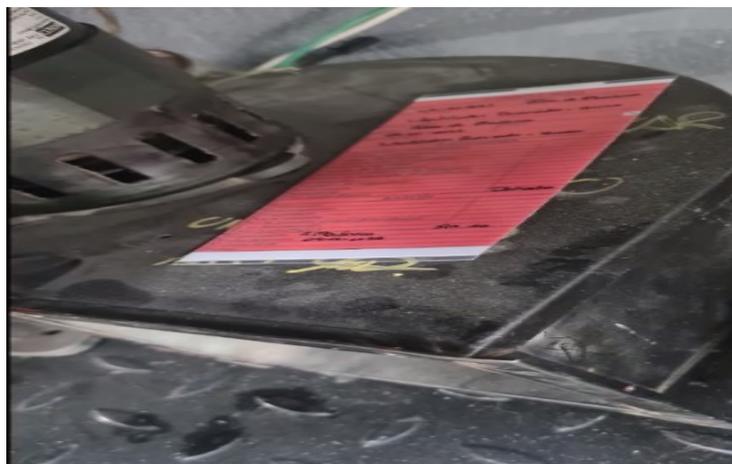
4.1.2.2. Aplicación de tarjeta roja 5S

A continuación, se presenta la tarjeta roja 5S elaborada para la implementación en la empresa esta tarjeta está diseñada en función del área a la que corresponde el material o equipo que se encuentra inhabilitado o tiene tiempo almacenado y no se ha gestionado su desaojo u ocupación.

TARJETA ROJA 5S	
Fecha:	Área:
Descripción:	
Responsable:	
Fecha:	Área:
Descripción:	
CATEGORÍA	
Accesorios o herramientas	
Cubetas, recipientes	
Equipo de oficina	
Instrumentos de medición	
Librería, papelería	
Equipo de Transporte	
Material y artículos de limpieza	
Bolsas de empaque del producto	
Productos	
Equipos de Seguridad	
Refacciones	
Mobiliario	
Otro (especifique)	
RAZÓN	
Defectuoso	
Descompuesto	
Desperdicio	
No se necesita	
No se necesita pronto (Excedente)	
Uso desconocido	
Otro (especifique)	
Responsable:	
Fecha desición:	
Destino final:	
Fecha:	

**Ilustración 4-5:** Tarjeta roja de las 5S

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.



**Ilustración 4-6:** Aplicación de la tarjeta roja de las 5S

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

Luego de la aplicación de las tarjetas rojas 5S en las distintas áreas, se presenta en la tabla 4-1 el listado de los artículos que se podrían se debería reubicar o requieren un proceso de desecho.

**Tabla 4-1:** Listado de artículos con la tarjeta roja de las 5S

			Listado de artículos con tarjeta roja 5S			
N.-	Fecha	Elemento	Cantidad	Ubicación actual	Acción requerida	Reubicación
1	09/02/2023	Archivo de OT's	2	Mueble de archivo	Reciclado	Depósito de papel y cartón
2	09/02/2023	Gaveta con partes de un transformador	1	Estantería del área de mecánica	Reutilización	Prototipo en desarrollo
3	09/02/2023	Gavetas con partes de equipos	2	Estantería del área de mecánica	Liberación de espacio	Chatarra o devolución al cliente
4	09/02/2023	Tubería y perfiles	11	Área de bobinado	Desecho	Chatarra
5	09/02/2023	Tarros de pintura vacíos	5	Área de mantenimiento	Desecho	Chatarra

**Fuente:** SIPROELECTRIK S.A

**Realizado por:** Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

En la etapa de clasificación se separan por grupos o familia los artículos, herramientas, elementos, materia prima, equipos o sobrantes en las distintas estaciones del área de talleres de la empresa. Separando la chatarra de los elementos que son útiles y de aquellos que podrían ser utilizados posteriormente o que no pueden ser desechados ni utilizados sin previa autorización de la gerencia y el cliente.

La clasificación se realizó empleando trabajo manual y elementos básicos como:

- Cinta adhesiva
- Esferográfico
- Papel reciclado



**Ilustración 4-7:** Evidencia de la aplicación de la etapa SEIRI

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

#### 4.1.2.3. Implementación de la etapa SEITON

La implementación de la segunda S consiste en separar y organizar los objetos almacenados en las distintas áreas para tener un mejor campo visual de la distribución o de su ubicación evitando así demoras durante los procesos de mantenimientos debido al extravío de piezas, partes, herramientas, insumos entre otros.



**Ilustración 4-8:** Organización de objetos

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

Para organizar de mejor forma se emplea una etiquetadora con la cual luego de organizar los objetos se rotula el espacio para que el personal sepa a qué grupo pertenece el elemento a almacenar, los grupos generados y rotulados en las estanterías son:

- Extensiones para 100 [V] y 220 [V].
- Bancos o soportes.
- Tecles con sus respectivas cadenas.

- Lubricantes
- Piezas o partes de equipos de ordenes en suspensión con su debida etiqueta roja (ver ilustración 4-6).

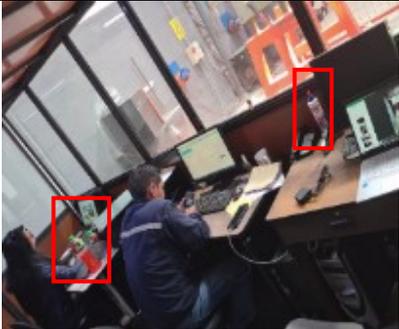
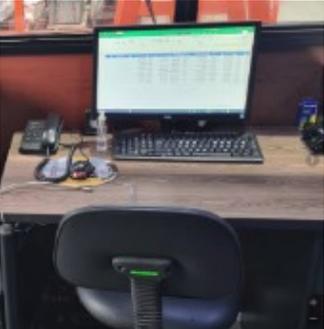
Se destaca la cooperación por parte de la empresa al facilitar la máquina etiquetadora; la adquisición del rollo de cinta se realizó con recursos de los autores del proyecto. Dicho material fue adquirido mediante el proveedor propio de la empresa al costo preferencial destinado para los insumos de SIPROELECTRIK S.A.

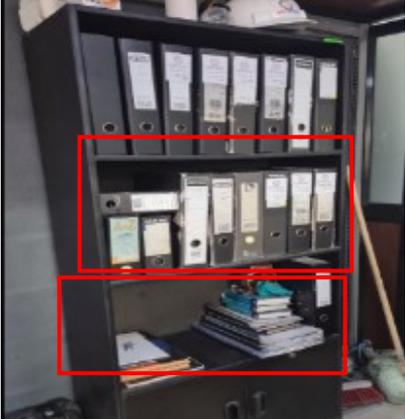


**Ilustración 4-9:** Evidencia del uso de etiquetadora

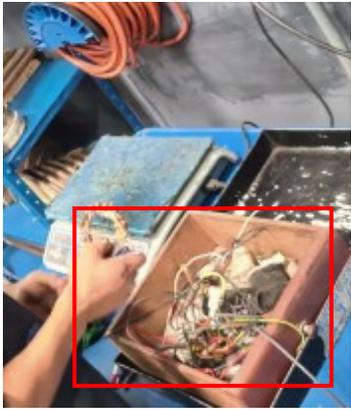
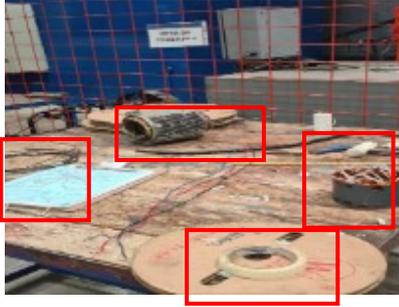
Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

**Tabla 4-2:** Tabla de evidencias, SEITON

		Tabla de evidencias de implementación de la segunda S (SEITON, Orden)	
Área de implementación	Antes	Después	
Área de control de la producción y atención			

Área de implementación	Antes	Después
<p>Estantería para archivo de órdenes de producción, pedidos de materiales, hojas clínicas, etc.</p>		
<p>Estantería del elementos de izar, soportes, lubricantes, extensiones eléctricas, etc.</p>		
<p>Estación de trabajo (1) para armado y despiece de máquinas y equipos.</p>		
<p>Racks de almacenamiento para estanterías de piezas, tornillería, arandelas, cascos, etc.</p>		

Área de implementación	Antes	Después
Estación de trabajo (2) para armado y despiece de máquinas y equipos.	 <p>Two workstations cluttered with tools, parts, and equipment. Red boxes highlight the disorganized state.</p>	 <p>The same two workstations are now clean, organized, and free of clutter. Yellow boxes highlight the improved workspace.</p>
Estertería para materia prima y elementos de máquinas (tornos, fresadora, prensa entre otros).	 <p>Shelves filled with raw materials and machine parts, appearing messy. Red boxes highlight the clutter.</p>	 <p>The shelves are now neatly organized with materials and parts. Yellow boxes highlight the improved storage area.</p>
Rack para elementos de ajuste de tornos y fresadora.	 <p>A rack for machine adjustment parts, cluttered with various items. Red boxes highlight the disarray.</p>	 <p>The rack is now clean and organized, with parts neatly arranged. Yellow boxes highlight the improved organization.</p>
Interior de trabajo del torno.	 <p>The interior of a lathe machine is cluttered with tools and debris. Red boxes highlight the mess.</p>	 <p>The interior of the lathe is now clean and clear of clutter. Yellow boxes highlight the improved workspace.</p>
Zona de gases.	 <p>A gas storage area with cylinders and equipment, appearing messy. Red boxes highlight the clutter.</p>	 <p>The gas storage area is now clean and organized. Yellow boxes highlight the improved safety and appearance.</p>

Área de implementación	Antes	Después
Estantería para moldes de bobinas.		
Mesa de cálculo, pesaje y obtención de información.		
Bobinadora semi – automática.		
Mesa de trabajo para arme y desarme de para rotor o estator.		

Área de implementación	Antes	Después
<p>Estantería para almacén de PSA, pintura sintética automotriz.</p>		
<p>Mesa de trabajo para pintura, engrase y limpieza a presión.</p>		

Fuente: SIPROELECTRIK S.A

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

Se realizó el etiquetado de la maquinaria en función del número de existencias y de mayor frecuencia de uso por ejemplo los tornos en paralelo fueron catalogados como T-01, T-02 y T-03. De igual forma para un mejor reconocimiento por parte de los operarios, las otras máquinas poseen un código para ser identificados con la primera letra de su nombre y el número de unidad a la que se refiere a continuación, se plasman los criterios y descripciones en cuanto a la etapa organización en la tabla 4-3.

El trabajo se realizó según la planificación desarrollada en el diagrama de Gantt elaborado para la implementación de las 5S en el área de talleres de la empresa SIPROELECTRIK S.A. y en coordinación con el área a cargo de la producción y atención al cliente.

**Tabla 4-3:** Implementación SEITON, maquinaria

	Evidencia de aplicación SEITON
Descripción	Evidencia
<p>La maquinaria fue etiquetada por nombre con la primera letra y número de equipo; así mismo se informó al personal del área de mecanizado que se debe llenar las bitácoras con la información del tipo de maquinaria y número de la maquinaria.</p>	
<p>En la etapa de orden u organización se realizó una reubicación de la maquinaria, con el apoyo del personal de la empresa, basado en el capítulo II “Edificios y locales” en el artículo 21 correspondiente a seguridad industrial del “DECRETO 2393” destinando un espacio no menor a 800 mm para la movilidad del operador durante sus actividades laborales como se visualiza en la figura de esta descripción.</p>	
<p>Para una mejor agilidad durante los procesos de mecanizado, metalizado etc. Se ha reubicado la estantería con los accesorios del torno y en una posición cercana a la fresadora y cepilladora para almacenar sus respectivos accesorios.</p>	
<p>El área de mantenimiento contenía estanterías desordenadas, recipientes de pintura totalmente desorganizados; adicionalmente los equipos de seguridad se encontraban dispersos y sin un espacio específico para su almacenamiento, la caja de herramientas estaba desorganizada.</p>	

**Fuente:** SIPROELECTRIK S.A

**Realizado por:** Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

4.1.2.4. *Implementación de la etapa SEISO*

La implementación de SEISO o limpieza en la empresa se enfoca en tratar de eliminar los desperdicios, viruta metálica o residuos de mecanizado, fluidos en los pisos, polvo en las oficinas con la finalidad de propiciar un mejor y más seguro ambiente laboral en la empresa SIPROELECTRIK S.A., pero, además es preciso informar al personal sobre los beneficios de realizar actividades de limpieza previo durante y al finalizar su jornada de limpieza; a continuación se presentan las evidencias de la etapa SEISO en la tabla 4-4.

**Tabla 4-4:** Tabla de evidencias, SEISO

		Tabla de evidencias de implementación de la segunda S (SEISO, Limpieza)
Área de implementación	Observación	Evidencia
Área de control de la producción y atención	En el área de control y atención se realizó actividades de limpieza en el suelo, muebles y equipos de cómputo.	
Área de mecánica	El área de mecánica por ser aquella en la que se llevan a cabo la mayoría de procesos requiere actividades de limpieza periódicamente; la siguiente ilustración muestra la ejecución de limpieza durante la implementación del proyecto	
Área de mecanizado	En el área de mecanizado se coordinó la ejecución de tareas de limpieza y desecho de viruta en la maquinaria; en las estanterías de elementos y materia prima con una mayor frecuencia también de llevarán a cabo tareas de limpieza de fluidos como lubricante o grasas.	

<p>Área de bobinado</p>	<p>El área de bobinado durante las actividades de producción de bobinas de estatores genera residuos de material aislante, cobre, o fluidos dieléctricos por ende las acciones son limpieza y desecho o reciclado de cableado.</p>	
<p>Área de mantenimiento</p>	<p>Se realizó actividades de limpieza para un mejor almacenamiento de pinturas, empaste e insumos para el proceso de pintura.</p>	

Fuente: SIPROELECTRIK S.A

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

#### 4.1.2.5. Implementación de la etapa SEIKETSU

La estandarización de las 3S anteriores es de vital importancia, ya que el personal debe empezar a aplicar tareas de etiquetado, orden y limpieza. Para llevar un control de cumplimiento se elabora un reglamento interno presentado en la tabla 4-5 con los lineamientos a cumplir por parte del personal, se realiza una capacitación sobre la herramienta de Lean Manufacturing, las 5S y se elabora un tablero de control para determinar indicadores.

Tabla 4-5: Reglamento empresarial de las 5S

	<p><b>Reglamento empresarial de las 5S</b></p>
<p><b>Objetivo.-</b> Brindar al personal información respecto a las normas que se deben cumplir dentro de las instalaciones de la empresa, fomentando el desarrollo de las labores en un ambiente de trabajo limpio y organizado basado en la herramienta Lean Manufacturing, 5S.</p>	
<p>SIPROELECTRIK S.A. es una empresa que se dedica a la prestación de servicios como: mantenimiento o reparación de máquinas y equipos industriales; con base en procesos realizados que buscan asegurar satisfacción</p>	

del cliente. Con la finalidad de lograrlo el personal administrativo y operativo de la empresa se compromete a aplicar las 5S de la siguiente forma:

1. Capacitar al personal antiguo y nuevo sobre la aplicación de las 5S.
2. Ejecutar actividades para mantener clasificados y etiquetados los elementos, insumos, materias primas, herramientas, documentos o archivos.
3. Mantener un ambiente de trabajo ordenado y con la distribución adecuada; para un desarrollo de actividades ágil y seguro.
4. Realizar las actividades de limpieza y desinfección de forma periódica para garantizar condiciones de salubridad adecuadas.
5. Llevar un control del cumplimiento de las 5S, mediante la designación de personal encargado de su revisión y evaluación.
6. Proponer ideas que promuevan la mejora continua en cuanto a la aplicación, evaluación y control de las 5S.
7. Aplicar la respectiva retroalimentación a las respectivas áreas presentando los resultados de la evaluación de las 5S, así como el reconocimiento al personal que lo amerite.

Realizado por: Paucar Alex; Pineda Luis	Revisado por: Ing. Daniel Santa Fe	Aprobado por: Sr. Diego Simbaña
Fecha: 10/01/2023	Fecha: 10/01/2023	Fecha: 10/01/2023

**Fuente:** SIPROELECTRIK S.A

**Realizado por:** Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

La capacitación se realizó el día 10 de enero de 2023, cumpliendo con el cronograma establecido en el diagrama de Gantt desarrollado para la implementación de las 5S presentado en la ilustración 4-3. La jornada se lleva a cabo con el personal administrativo, operativo, pasantes y la gerencia de producción; Siendo el Sr. Diego Simbaña, Gerente de Producción, quien extiende su agradecimiento a los autores del presente proyecto de integración curricular y da paso al cierre de la capacitación, resaltando la necesidad de iniciar un proceso de mejora en los procesos con un enfoque técnico en la empresa.



**Ilustración 4-10:** Evidencia de la capacitación de las 5S

**Realizado por:** Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

## 4.2. Diagramas de procesos mejorados

Luego de implementar las 5S los diagramas que se presentan a continuación muestran una reducción en los tiempos empleados en algunas actividades que se consideraban innecesarias como por ejemplo la búsqueda de herramientas en bodega.

El plan de mejora planteado consiste en la entrega de una caja de herramientas con aquellas que se consideran de uso diario en las actividades diarias de mantenimientos sean estos del tipo mecánico o eléctrico.



**Ilustración 4-11:** Evidencia de operador con su caja herramientas

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

### 4.2.1. Diagrama de diagnóstico inicial

Luego de que se haya analizado los procesos de los mantenimientos tanto mecánico como eléctrico para la orden 9102 luego del diagnóstico. Se levantan nuevos diagramas de proceso con la herramienta lean 5S. Los cuales se incluyen más actividades que agregan valor al proceso y mucho menor tiempo de desperdicio en cuanto a tiempo en búsqueda de herramientas, elementos insumos y traslados tal como el análisis de desperdicios obtenidos luego de la aplicación del mapeo de la cadena de valor VSM preliminar del capítulo 3.

Una de la característica como se puede evidenciar en la ilustración 4-11 es que cada operador ahora cuenta con su propia caja de herramientas y responsable de su cuidado y custodio, por ende, es poco probable que se utilice tiempo de trabajo en búsqueda de herramientas.

**Tabla 4-6:** Diagrama del proceso, diagnóstico inicial

SIPROELECTRIK SERVICIOS TECNOLÓGICOS S.A.		DIAGRAMA DEL PROCESO - DIAGNÓSTICO DEL EQUIPO							
EMPRESA:	SIPROELECTRIK					DIAGRAMA No.:	1		
MÉTODO:	ACTUAL					HOJA N°	1 de 1		
	PROPUESTO	X				REALIZADO POR:	Paucar Alex; Pineda Luis		
SUJETO DEL DIAGRAMA:	Diagnóstico inicial del motor eléctrico					FECHA:	11/02/2023		
DESCRIPCIÓN	El proceso empieza desde la recepción del equipo hasta su entrega para el siguiente proceso.								
N° DE ACTIVIDAD	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (SEGUNDOS)	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
			●	➡	■	◐	▼	◑	
1		122							Recepción del equipo
1	5	38		➡					Trasladar el motor al área de desmontaje.
1		60	●						Ingreso del motor (orden de trabajo).
2		8	●						Tomar la caja de herramientas.
3		1900	●						Desmontar el motor.
1	1	10				◐			Busqueda de herramientas extras en estanterías.
1		1080						◑	Evaluar eje, rotor, bobina, rodamientos, escudos, ventilador, etc.
4		48	●						Colocar las piezas en una bandeja.
5		260	●						Llenar la hoja Mecánica de Pruebas.
2	6	10		➡					Llevar hoja Mecánica de Pruebas a las oficinas de producción y atención.
6		900	●						Hacer una cotización.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

**Tabla 4-7:** Cuadro resumen, diagrama del proceso, diagnóstico inicial

RESUMEN DE RESULTADOS MANTENIMIENTO MECÁNICO (LIMPIEZA DE PARTES Y PIEZAS)				
ACTIVIDADES	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
OPERACIÓN	●	6	3176	0
ALMACENAJE	▼	1	122	0
INSPECCIÓN	■	0	0	0
DEMORA	◐	1	10	1
TRANSPORTE	➡	2	48	11
OP. COMBINADA	◑	1	1080	0
<b>TOTAL</b>		<b>11</b>	<b>4436</b>	<b>12</b>

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

En el diagrama propuesto de la tabla 4-6 correspondiente al diagnóstico inicial, existen 6 operaciones que consumen un tiempo de 3176 segundos, una operación combinada con un tiempo de 1080 segundos, un almacenaje con un tiempo de 122 segundos, una demora de 10 segundos y finalmente 2 transportes con un tiempo de 48 segundos.

Como se puede evidenciar en la tabla resumen 4-7 tiempo total empleado es de 4436 segundos equivalentes a 1 hora con 13 minutos y 56 segundos.

Gracias a la implementación de las 5S y a la propuesta de entrega de cajas de herramientas estándar a todos los operarios, se consiguió reducir el tiempo total del proceso de 4805 a 4436 segundos generando un ahorro de 6 min con 9 segundos.

#### 4.2.2. Diagrama de mantenimiento mecánico mejorado

**Tabla 4-8:** Diagrama del proceso, mantenimiento mecánico mejorado

SIPROELECTRIK SERVICIOS TECNOLÓGICOS S.A.		DIAGRAMA DEL PROCESO - MANTENIMIENTO MECÁNICO							
EMPRESA:	SIPROELECTRIK				DIAGRAMA N°:	2			
MÉTODO:	ACTUAL				HOJA N°	1 de 1			
	PROPUESTO	X			REALIZADO POR:	Paucar Alex; Pineda Luis			
SUJETO DEL DIAGRAMA:	MANTENIMIENTO MECÁNICO DEL MOTOR ELÉCTRICO				FECHA:	11/02/2023			
DESCRIPCIÓN	El proceso empieza en la evaluación, hasta el mecanizado de piezas y su traslado para el montaje								
N° DE ACTIVIDAD	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (SEGUNDOS)	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1		70							Inspección visual de las partes averiadas para determinar cómo actuar.
1		60							Limpieza de las partes con gasolina.
2		18							Secado de las piezas con aire comprimido.
2		300							Inspección del diámetro de los escudos con micrómetro.
1	6	12							Trasladar los escudos de alojamiento y el eje averiado al área de mecanizado.
3		120							Preparación del torno para moleteado de escudos.
1	1	10							Busqueda de herramientas extra en la estantería.
1		780							Moleteado e inspección del diámetro de los escudos de alojamiento.
4		60							Preparación del torno para mecanizado de un nuevo eje.
2		320							Espera de materia prima. (Lingote de acero)
2		1530							Mecanizado e inspección de diámetro del nuevo eje.
5		15							Colocar piezas mecanizadas en una bandeja.
2	5	12							Trasladar las piezas mecanizadas al área de montaje.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

**Tabla 4-9:** Cuadro resumen, diagrama del proceso mantenimiento mecánico

RESUMEN DE RESULTADOS MANTENIMIENTO MECÁNICO (LIMPIEZA DE PARTES Y PIEZAS)				
ACTIVIDADES	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
OPERACIÓN		5	273	0
ALMACENAJE		0	0	0
INSPECCIÓN		2	370	0
DEMORA		2	330	1
TRANSPORTE		2	24	11
OP. COMBINADA		2	2310	0
TOTAL		13	3307	12

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

La tabla resumen del mantenimiento mecánico 4-9 muestra que existen 5 operaciones que consumen un tiempo de 273 segundos, 2 operaciones combinadas con un tiempo de 2310 segundos, 2 inspecciones con un tiempo de 370 segundos, 2 demoras de 330 y finalmente 2 transportes con un tiempo de 24 segundos. El tiempo total empleado es de 3307 segundos equivalentes a 55 minutos y 7 segundos.

Con la implementación de las 5S y la reducción de traslados incensarios del personal se consiguió reducir el tiempo total del proceso de 3487 a 3307 segundos es decir se generó un ahorro de 3 minutos.

#### 4.2.3. Diagrama de mantenimiento eléctrico mejorado

**Tabla 4-10:** Diagrama del proceso, mantenimiento eléctrico (1)

DIAGRAMA DEL PROCESO - MANTENIMIENTO ELÉCTRICO									
EMPRESA:	SIPROELECTRIK				DIAGRAMA No.:	3			
MÉTODO:	ACTUAL	X			HOJA N°	1 de 1			
SUJETO DEL DIAGRAMA:	Mantenimiento eléctrico (Rebobinado)				REALIZADO POR:	Paucar Alex; Pineda Luis			
DESCRIPCIÓN	El proceso inicia con trasladar el equipo al área de rebobinado y reemplazo de partes averiadas				FECHA:	29/12/2022			
N° DE ACTIVIDAD	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (SEGUNDOS)	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA				DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
									
1	10	220							Trasladar el estator al área de bobinado.
1		120							Verificación del número respectivo de Orden de Trabajo.
1		600							Recopilación de datos eléctricos del equipo a reparar.
2		8							Tomar caja de herramientas
3		600							Corte de la cabeza de bobina deteriorada en las conexiones.
1		60							Utilización de E.P.P.
2		600							Pre calentado de las bobinas.
4		600							Retiro de las bobinas manualmente.
5		1800							Limpieza del estator
2		1200							Verificación de los puntos calientes en el núcleo.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023

**Tabla 4-11:** Diagrama del proceso, mantenimiento eléctrico (2)

6		120	○						Pintado de los extremos del núcleo y caja de bornera con spray dieléctrico color rojo.
7		600	○						Realización del aislante de muestra.
8		2700	○						Realización de todos los aislantes necesarios dependiendo del tipo o potencia del motor y
9		600	○						Aislar el estator.
3		300	□						Revisión de Formato Eléctrico.
3	1	8	●						Busqueda de herramientas extra en las estanterías
10		260	○						Fabricación del molde de bobina.
11		2610	○						Construcción de bobina de acuerdo al Formato Eléctrico.
12		9000	○						Colocación de bobinas.
13		1800	○						Sujeción del lado opuesto de devanado.
14		600	○						Realización del diagrama de conexión de bobinas.
15		1800	○						Conexión, soldadura y aislamiento de todos los empalmes y salidas debidamente codificadas.
16		1800	○						Sujeción del lado de conexiones de devanado.
4		600	□						Realización de la prueba de aislamiento de acuerdo con la Norma Técnica IEEE.
17		180	○						colocación en el horno
4		900	●						Pre calentado del devanado.
18		300	○						Barnizado del devanado.
19		1800	○						Curado de devanado a temperatura controlada de acuerdo con la hoja técnica del barniz
5		1200	●						Enfriamiento a temperatura ambiente.
2	10	120	→						Traslado del estator al área correspondiente para su posterior proceso de montaje.
5		85	□						Verificar que todas las partes del motor esten en la mesa de trabajo para ensamblar.
20		20	○						Tomar caja de herramientas.
21		1530	○						Ensamblar el motor.
1		1080	●						Realizar pruebas de correcto funcionamiento.
3	6	50	→						Trasladar al área de mantenimiento (pintura).
22		25	○						colocar la pintura sintetica en la pistola neumática.
23		315	○						Aplicar pintura sintetica automitriz al motor.
6		780	●						Dejar secar el motor a temperatra ambiente.
4	12	140	→						Trasladar el motor al área de equipos reparados.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023

**Tabla 4-12:** Cuadro resumen, diagrama del proceso mantenimiento eléctrico

RESUMEN DE RESULTADOS REPARACIÓN ELÉCTRICA (REBOBINADO)				
ACTIVIDADES	SIMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
OPERACIÓN		23	29668	0
ALMACENAJE		0	0	0
INSPECCIÓN		5	2305	0
DEMORA		6	3548	1
TRANSPORTE		4	530	38
OP. COMBINADA		1	1080	0
<b>TOTAL</b>		<b>39</b>	<b>37131</b>	<b>39</b>

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

Se puede visualizar en el diagrama del proceso de mantenimiento eléctrico, tabla 4-10 y 4-11, que existen 23 operaciones que consumen un tiempo de 29668 segundos, 5 inspecciones con un tiempo de 2305, 6 demoras de 3548 segundos, 4 transportes con un tiempo de 530 segundos y una operación combinada con un tiempo de 1080 segundos.

El tiempo total empleado como se puede visualizar en la tabla 4-12 es de 37131 segundos equivalentes a 10 horas con 18 minutos y 51 segundos. Gracias a la implementación de las 5S se consiguió reducir el tiempo total del proceso de 38087 a 37131 segundos equivalente a un ahorro de 15 min y 56 segundos.

#### 4.2.3.1. Determinación del indicador AVA mejorado

**Tabla 4-13:** Determinación del AVA mejorado

	Tiempo (s)	
	Mantenimiento mecánico	Mantenimiento eléctrico
Actividades que agregan valor	6839	30748
Tiempo total del proceso	7743	37131
<b>AVA</b>	<b>88%</b>	<b>83%</b>

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

En cuanto al indicador AVA en el mantenimiento eléctrico como se puede visualizar en la tabla anterior, el porcentaje de efectividad se mantiene en 83%, cabe destacar que se logró reducir los tiempos que no agregan valor en el proceso. Así mismo el indicador AVA en el mantenimiento

mecánico es de 88%, adicional a ello se logró reducir la cantidad de actividades que no agregan valor en el proceso.

#### **4.2.4. Verificar**

##### **4.2.4.1. Implementación de la etapa SHITSUKE**

El cumplimiento de esta S, requiere de un compromiso y la generación de una cultura de clasificación, orden y limpieza por parte del personal de la empresa. Para fomentar la disciplina en cuanto a las 4S anteriores, se requiere de un modelo que gestione el reconocimiento o sanción de la gerencia: mediante incentivos que promuevan la generación de un empoderamiento de los colaboradores.

Ellos al sentirse motivados a cumplir las 5S se verán en la capacidad de proponer ideas que contribuyan a una mejor gestión de procesos; es decir realizarán actividades de orden y aseo retroalimentarán a los compañeros que incumplan con el reglamento interno de las 5S creado.

#### **4.2.5. Actuar**

Luego de la implementación de las 5S y la respectiva capacitación es preciso realizar una nueva evaluación de la herramienta, para evaluar el nivel de cumplimiento de las distintas cinco etapas. Los resultados se muestran a continuación.



**Ilustración 4-12:** Evidencia de la segunda evaluación 5S

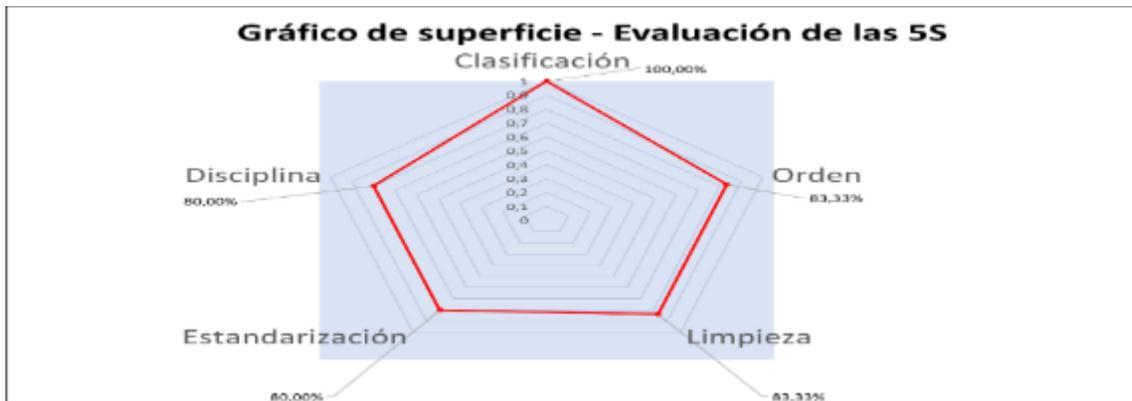
**Realizado por:** Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

4.2.5.1. Evaluación 5S en el área de control

**Tabla 4-14:** Tabla resumen de evaluación 5S, área de control

Aspecto a evaluar	Porcentaje de cumplimiento	Feedback
Clasificación	100,00%	Destacada
Orden	83,33%	Destacada
Limpieza	83,33%	Destacada
Estandarización	80,00%	Satisfactorio
Disciplina	80,00%	Satisfactorio

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.



**Ilustración 4-13:** Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de control

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

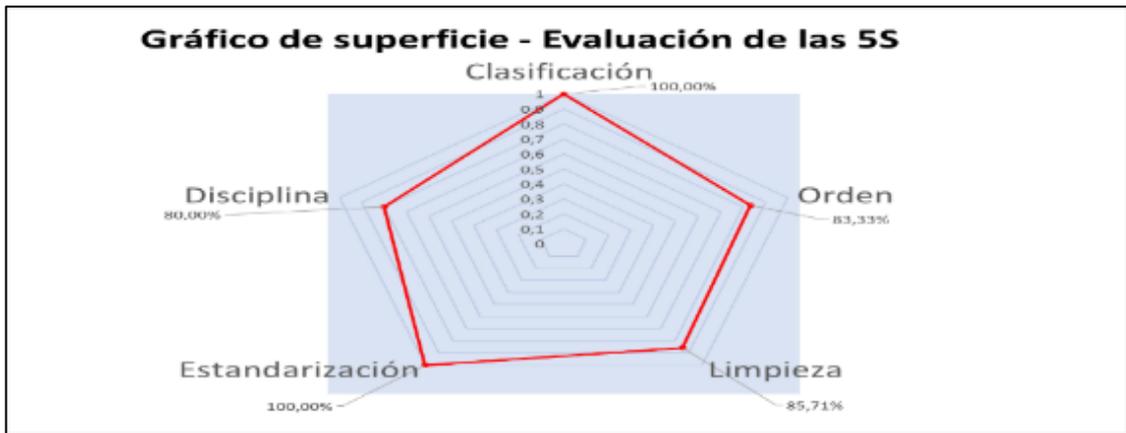
La evaluación de las 5S, luego de su implementación, muestran resultados de porcentaje de cumplimiento mucho más elevados respecto a la anterior, el promedio de nivel de cumplimiento basado en la tabla 4-14 subió a 85,33% en el área de control de la producción y atención; adicionalmente se pueden visualizar mejores resultados en la ilustración 4-13.

4.2.5.2. Evaluación 5S en el área de mecánica

**Tabla 4-15:** Tabla resumen de evaluación 5S, área de mecánica

Aspecto a evaluar	Porcentaje de cumplimiento	Feedback
Clasificación	100,00%	Destacada
Orden	83,33%	Destacada
Limpieza	85,71%	Destacada
Estandarización	100,00%	Destacada
Disciplina	80,00%	Satisfactorio

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.



**Ilustración 4-14:** Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de mecánica

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

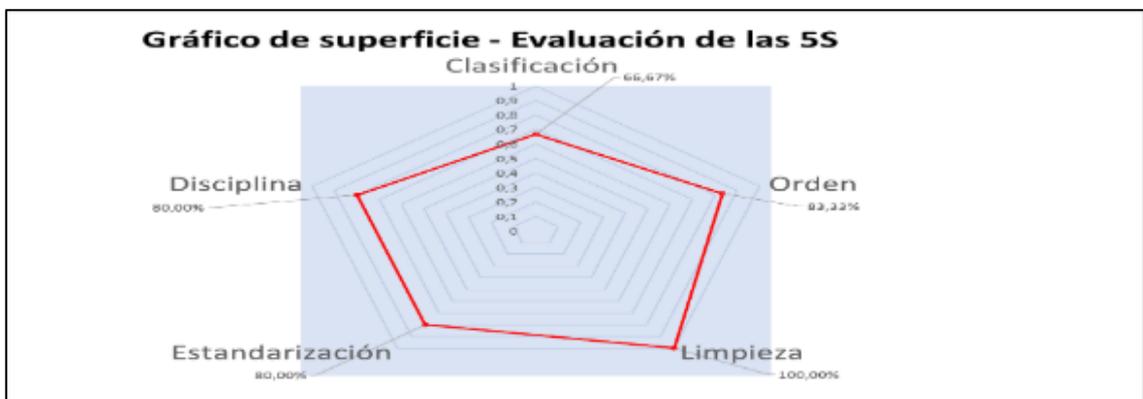
En el área de mecánica, el nivel de cumplimiento de las 5S tomando como referencia la tabla 4-15 es igual a 89,81%, se puede visualizar mejores resultados en la ilustración 4-14 luego de la segunda evaluación. Sin embargo, existen aún puntos de mejora en cuanto espacio como por ejemplo la adquisición de estanterías y nuevas metodologías de desmontaje o montaje.

#### 4.2.5.3. Evaluación 5S en el área de mecanizado

**Tabla 4-16:** Tabla resumen de evaluación 5S, área de mecanizado

Aspecto a evaluar	Porcentaje de cumplimiento	Feedback
Clasificación	66,67%	Satisfactorio
Orden	83,33%	Destacada
Limpieza	100,00%	Destacada
Estandarización	80,00%	Satisfactorio
Disciplina	80,00%	Satisfactorio

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.



**Ilustración 4-15:** Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de mecanizado

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

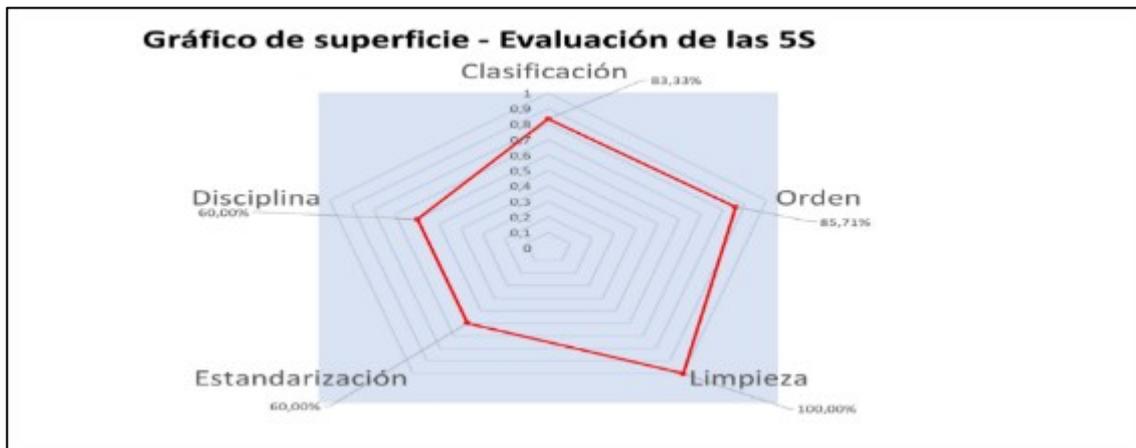
La ilustración 16-4 correspondiente a la segunda evaluación de las 5S en el área de mecanizado muestra mejores resultados, pero se puede visualizar un “feedback” satisfactorio en la clasificación debido al ingreso de nuevo personal y no estuvo al tanto de la aplicación de las 5S por ello basado en los resultados de la tabla 4-20 se obtiene un promedio de cumplimiento del 82%.

#### 4.2.5.4. Evaluación 5S en el área de bobinado

**Tabla 4-17:** Tabla resumen de evaluación 5S, área de bobinado

Aspecto a evaluar	Porcentaje de cumplimiento	Feedback
Clasificación	83,33%	Destacada
Orden	85,71%	Destacada
Limpieza	100,00%	Destacada
Estandarización	60,00%	Regular
Disciplina	60,00%	Regular

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.



**Ilustración 4-16:** Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de bobinado

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

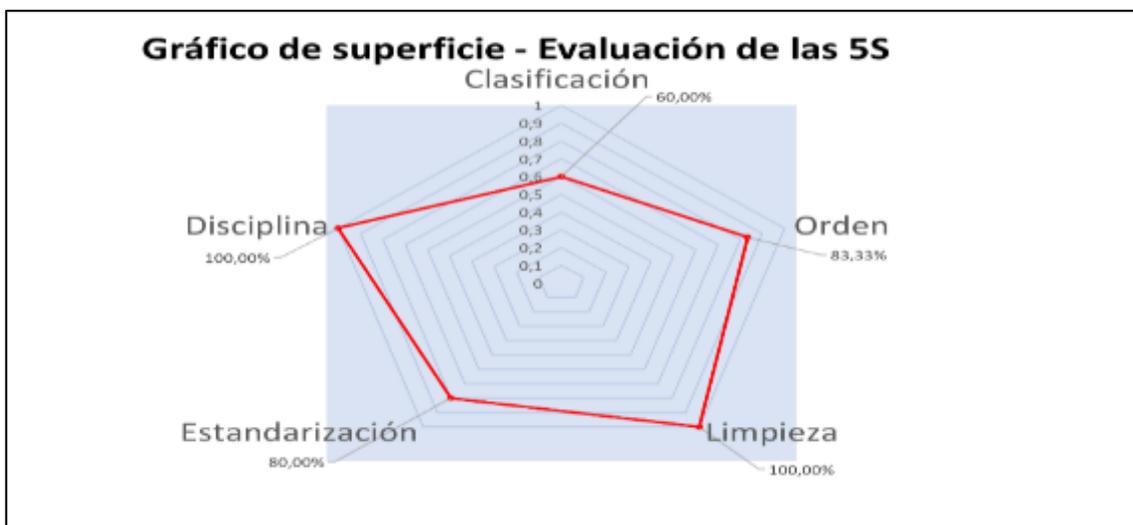
Los resultados presentados en la ilustración 4-15 muestran que las 3S primeras se cumplen a un nivel destacado, sin embargo, la estandarización se mantiene a un nivel de cumplimiento regular esto debido a que el proceso de rebobinado emplea una máquina elaborada de forma artesanal y aún se evalúan posibles mejoras enfocadas a reducir la desorganización del alambre durante el bobinado; por ello se tiene un promedio obtenido de los resultados de la tabla 4-17 igual a 77,81%.

4.2.5.5. Evaluación 5S en el área de mantenimiento

**Tabla 4-18:** Tabla resumen de evaluación 5S, área de control

Aspecto a evaluar	Porcentaje de cumplimiento	Feedback
Clasificación	60,00%	Regular
Orden	83,33%	Destacada
Limpieza	100,00%	Destacada
Estandarización	80,00%	Satisfactorio
Disciplina	100,00%	Destacada

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

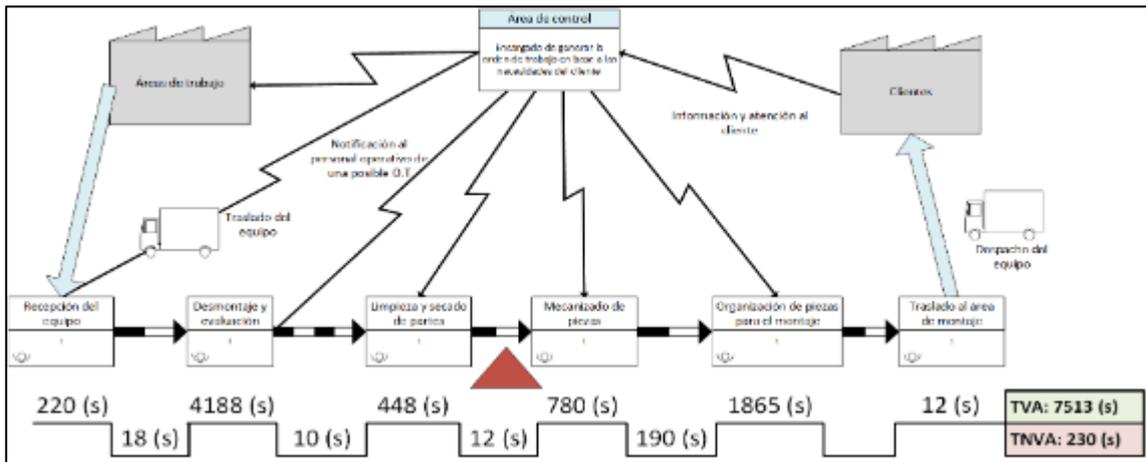


**Ilustración 4-17:** Gráfico de superficie del cumplimiento de las 5S; área de mantenimiento

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

El promedio del nivel de cumplimiento en la evaluación de las 5S en el área de mantenimiento (pintura), es igual a 84,67% se requieren estanterías mucho más amplias para poder separar los galones de pintura sintética automotriz y con ello mejorar el resultado de la clasificación presentado en la tabla 4-18.

#### 4.3. VSM de mantenimiento mecánico mejorado

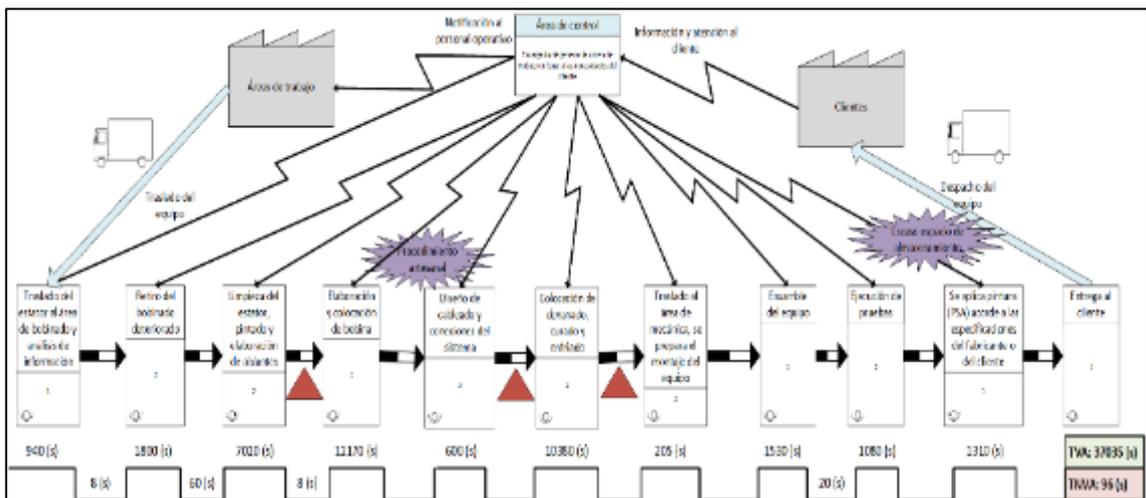


**Ilustración 4-18:** VSM final, mantenimiento mecánico

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023

La ilustración 4-18 presenta el VSM del mantenimiento mecánico luego de la implementación de las 5S y estandarización de entrega de cajas de herramientas por técnico, muestra un tiempo de valor agregado (TVA) igual a 7513 segundos equivalentes a 2 horas, 5 minutos y 13 segundos. Así mismo se obtiene un tiempo de valor no agregado (TNVA) igual a 230 segundos, es decir; a 3 minutos y 50 segundos.

#### 4.4. VSM de mantenimiento eléctrico mejorado



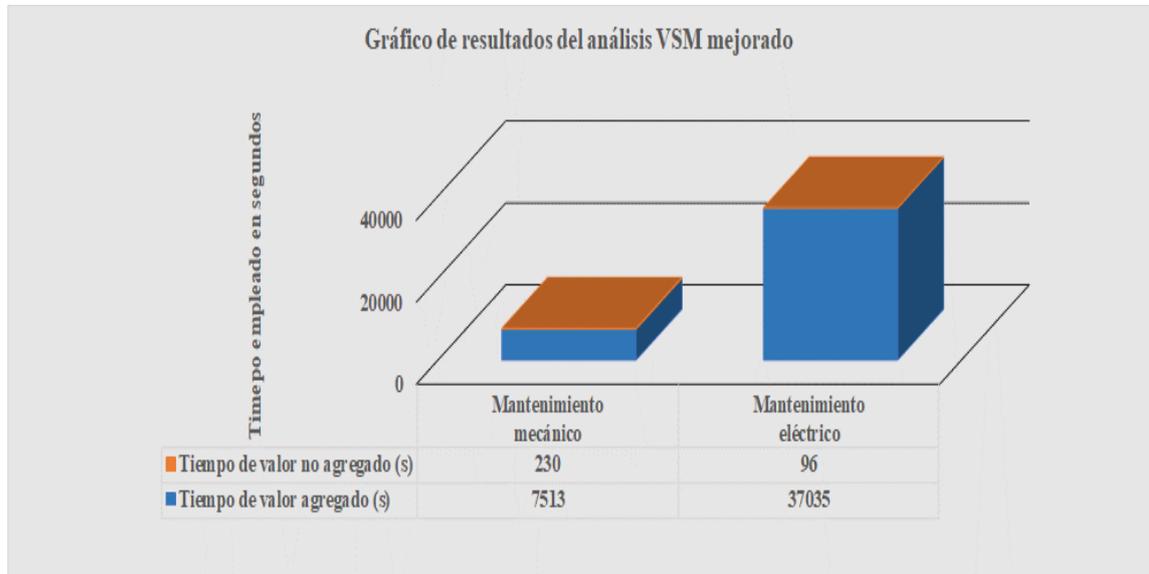
**Ilustración 4-19:** VSM final, mantenimiento eléctrico

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

En el VSM correspondiente al mantenimiento eléctrico, ilustración 4-19, también se pueden evidenciar una reducción en cuanto al tiempo empleado para el proceso. Se obtienen 37035

segundos es decir 10 horas, 17 minutos y 10 segundos de tiempo valor agregado (TVA) y un tiempo de valor no agregado (TNVA), igual a un minuto y 36 segundos.

A continuación, se muestra un gráfico de barras para poder visualizar la reducción del tiempo en los dos procesos de mayor ocurrencia para SIPROELECTRIK S.A.



**Ilustración 4-20:** Diagrama de barras de tiempos empleados

**Realizado por:** Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

La ilustración 4-20 presenta la proporción en la que se emplea el tiempo durante el servicio luego de la implementación de las 5S y al proponer nuevos diagramas de procesos con actividades mucho más organizadas disminuyendo las actividades innecesarias. De tal forma que el 3% del tiempo empleado en el mantenimiento mecánico corresponde a actividades que no agregan valor es superior al del VSM inicial, pero se debe tomar en cuenta que el tiempo de servicio es mucho menor.

Por el contrario, se pudo reducir el tiempo que no agrega valor al mantenimiento eléctrico a aproximadamente 0,26% es decir es prácticamente despreciable.

#### 4.5. Tiempo de ciclo optimizado

El VSM del mantenimiento mecánico y el de mantenimiento eléctrico desarrollados para la orden de trabajo correspondiente un motor eléctrico arroja los siguientes resultados:

$$\text{Tiempo de ciclo} = \text{tiempo de valor agregado} + \text{tiempo de valor no agregado}$$

**Ecuación 4-1.**

$$\text{Tiempo de ciclo} = 44548 \text{ s} + 326 \text{ [s]}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = 44874 \text{ [s]}$$

El tiempo de ciclo determinado en la orden de trabajo es de 44874 segundos equivalente a 12 horas, 27 minutos y 53 segundos. Por ende, se puede afirmar que la estandarización de los procesos: mantenimiento mecánico, así como el eléctrico mediante las 5S junto a una mejor distribución de herramientas genera una reducción del tiempo en 25 minutos y 25 segundos (1525 segundos).

#### 4.6. Mejora basada en TPM

##### 4.6.1. Mejora focalizada

El pilar de la mejora focalizada se describe a continuación en la tabla 4-20 empleando la metodología 5WH, que permite determinar la causal de un indicador de disponibilidad correspondiente al OEE igual a 42,78%.

**Tabla 4-19:** Cuadro de descripción de pérdidas en la disponibilidad

Actividad	Pérdidas por disponibilidad			
	Paradas	Averías	Configuración	Ajustes
Trasladar los escudos de alojamiento y el eje averiado al área de mecanizado.	x			
Preparación del torno para moleteado de escudos.				x
Búsqueda de herramientas extra en la estantería.			x	
Preparación del torno para mecanizado de un nuevo eje.			x	
Espera de materia prima. (Lingote de acero)	x			

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

**Tabla 4-20:** Desarrollo de la metodología 5WH

¿WH?	Descripción
¿Qué?	El torno, se encuentra en una disponibilidad menor al 50% (indicador del OEE) debido a pérdidas por disponibilidad.
¿Cuándo?	La disponibilidad igual al 42% se presenta durante el cumplimiento de la OT 9102 de 13:00 a 15:00 pm.
¿Dónde?	En el área de mecanizado: "Torno 1".
¿Quién?	Operador de "Torno 1".
¿Cómo?	El operario genera tiempo muerto al preparar la máquina para mecanizar y moletear.
¿Por qué?	La maquinaria y perchas no se encuentran organizadas, las herramientas extras para el torno se guardan en bodega y no se programa la puesta a punto para la orden de trabajo.

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

La mejora focalizada se debe emplear para mejorar la disponibilidad ya que en la orden de trabajo cumplida de 13:00 a 15:00 pm, en la maquina: Torno 1; el operador destina demasiado tiempo en ejecutar el mecanizado y moleteado.

Debido a que la maquinaria y estanterías se encuentran desorganizadas por ende no localiza los accesorios, las herramientas o elementos de carácter espacial se guardan en bodega.

#### 4.6.2. *Mantenimiento autónomo*

El mantenimiento autónomo dentro del presente proyecto tiene por finalidad generar un sentido de propiedad por parte del operador con la máquina asignada. Mejorando el conocimiento en cuanto a las actividades que se requieren para una disponibilidad óptima y cumplir con las ordenes de trabajo sin contratiempos.

Se propone para el desarrollo de este pilar del TPM llevar a cabo inspecciones de organización de insumos, visuales y pre-operaciones a continuación se presenta una hoja de verificación.

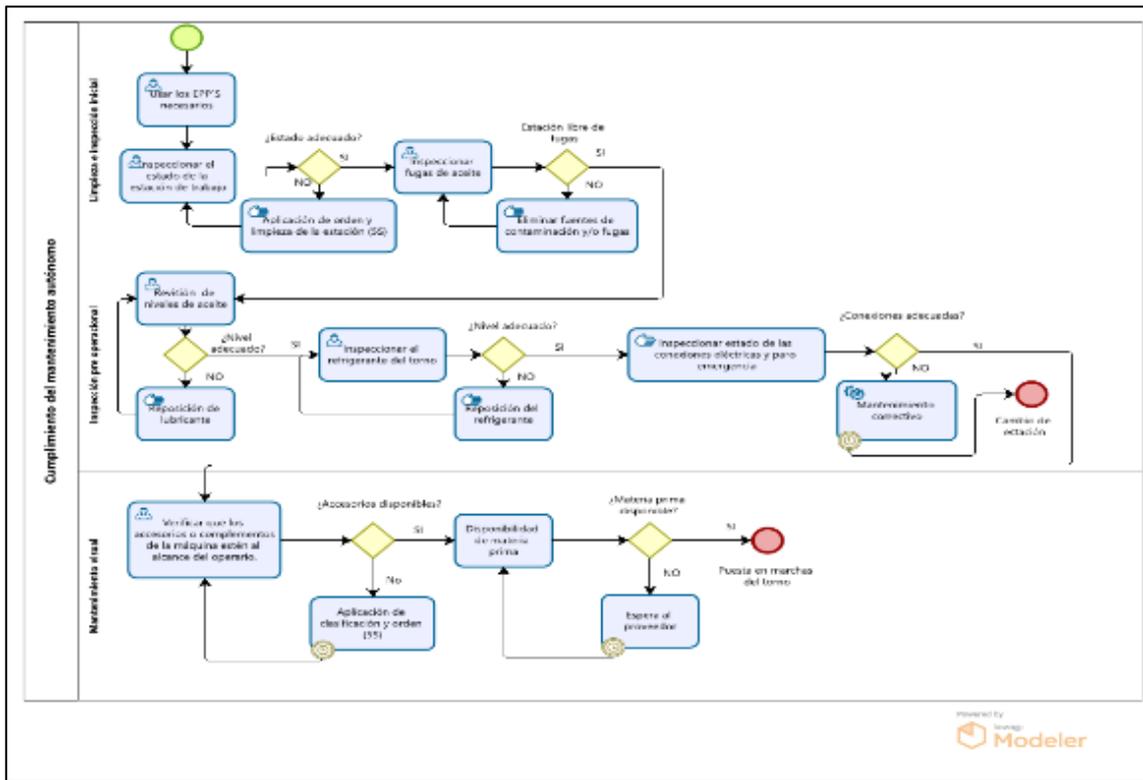
**Tabla 4-21:** Formato de mantenimiento autónomo

		Hoja de verificación de mantenimiento autónomo			Ficha N°-
		Orden de trabajo:		Revisado por:	Paucar Alex, Pineda Luis.
Operador:		Máquina:		Fecha:	
<b>Observaciones iniciales de la máquina:</b>					
<b>Inspección inicial y limpieza</b>					
N°-	Actividad a cumplir	Cumple	No Cumple	Observación	
1	Inspeccionar que la maquinaria esté libre de viruta o restos de materiales y ordenada.				
2	Verificar que no existan fugas de aceite u otros fluidos.				
<b>Inspección preocupacional</b>					
N°-	Actividad a cumplir	SI	NO	Observación	
3	Inspeccionar los niveles de aceite.				
4	Inspeccionar los niveles de refrigerante.				
5	Revisión de las conexiones eléctricas y paro de emergencia.				
<b>Mantenimiento visual</b>					
N°-	Actividad a cumplir	Cumple	No cumple	Observación	
6	Verificar que los accesorios de la máquina se encuentren organizados y al alcance del operador.				
7	Verificar disponibilidad de materia prima.				

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

El cumplimiento del mantenimiento autónomo lo realizará el personal a cargo de la línea de torneado o máquina designada para la orden de trabajo.



**Ilustración 4-21:** Flujograma de cumplimiento de mantenimiento autónomo

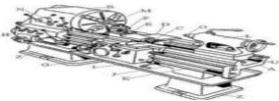
Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

#### 4.6.3. *Mantenimiento planificado*

En el área de mecanizado se desempeñan las actividades de forma empírica, y el proceso de mantenimiento se lleva a cabo únicamente cuando la maquinaria sufre desperfectos o se encuentra inhabilitada. Para cimentar el tercer pilar del TPM en la empresa SIPROELECRIK S.A se propone el siguiente esquema, tabla 4-22, para el desarrollo del mantenimiento preventivo en los tornos; maquinaria utilizada en el mantenimiento mecánico.

El pilar correspondiente al mantenimiento planificado se debe evaluar por parte del personal responsable de la producción o de los procesos, en este caso estará a cargo del supervisor de producción y el encargado de la orden de procesos madre generada.

**Tabla 4-22:** Ficha de control de mantenimiento preventivo

		Ficha para control de mantenimiento preventivo					
Máquina:		Torno N°-	Encargado de mantenimiento: Personal de mecanizado	Fecha de elaboración: 20/02//2023	Elaborado por: Paucar Alex, Pineda Luis		
Item	Elemento	Frecuencia del mantenimiento		Estado			Observaciones
				Bueno	Regular	Malo	
A	Bancada	Semanal	x				Limpieza
		Trimestral					
		Semestral					
		Anual					
B	Cabezal fijo	Semanal					M. mecánico/lubricación
		Trimestral	x				
		Semestral					
		Anual					
C	Carro principal de bancada	Semanal					Limpieza y ajuste
		Trimestral	x				
		Semestral					
		Anual					
D	Carro de desplazamiento transversal	Semanal	x				Calibración/ajuste
		Trimestral					
		Semestral					
		Anual					
E	Carro superior portaherramienta	Semanal					Inspección/ajuste
		Trimestral	x				
		Semestral					
		Anual					
F	Portaherramienta	Semanal					Inspección/ajuste
		Trimestral	x				
		Semestral					
		Anual					
G	Caja de monitoreo transversal	Semanal					Calibración/ajuste
		Trimestral					
		Semestral	x				
		Anual					
H	Mecanismo de avance	Semanal					Mantenimiento total
		Trimestral					
		Semestral	x				
		Anual					
I	Tornillo de roscar o patrón	Semanal					Inspección/ajuste
		Trimestral	x				
		Semestral					
		Anual					
J	Barra de cilindrar	Semanal					Inspección/ajuste
		Trimestral	x				
		Semestral					
		Anual					
K	Barra de avance	Semanal	x				Inspección/ajuste
		Trimestral					
		Semestral					
		Anual					
L	Cabezal móvil	Semanal					Inspección/ajuste
		Trimestral					
		Semestral	x				
		Anual					
M	Plato de mordaza (husillo)	Semanal	x				Inspección ajuste y calibración
		Trimestral					
		Semestral					
		Anual					
N	Palancas de comando de rotación	Semanal					Inspección/ajuste
		Trimestral					
		Semestral	x				
		Anual					
O	Contrapunta	Semanal					Inspección/ajuste
		Trimestral					
		Semestral	x				
		Anual					
U	Guía	Semanal					Inspección/ajuste
		Trimestral					
		Semestral	x				
		Anual					
Z	Patas de apoyo	Semanal					Análisis de vibraciones
		Trimestral					
		Semestral	x				
		Anual					

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

**Tabla 4-23: Plan de mantenimiento preventivo**

		Plan de mantenimiento preventivo de: Febrero de 2023 a Febrero de 2024																																																			
		Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero			
Fecha de elaboración:	20/02/2023	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas											
Elemento	Item	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Bancada	A		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Cabezal fijo	B				x																																																
Carro principal de bancada	C			x									x																																								
Carro de desplazamiento transversal	D		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Carro superior portaherramienta	E					x								x																x																							
Porta herramienta	F					x								x																x																							
Caja de movimiento transversal	G								x																				x																								
Mecanismo de avance	H								x																				x																								
Tornillo de rosca	I			x									x																																								
Barra de cilindrar	J		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Barra de avance	K		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Cabezal móvil	L																																																				
Plato de mordaza (husillo)	M		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Palanxas de comando de rotación	N												x																																								
Contrapunta	O																																																				
Guía	U																																																				
Patas de apoyo	Z																																																				

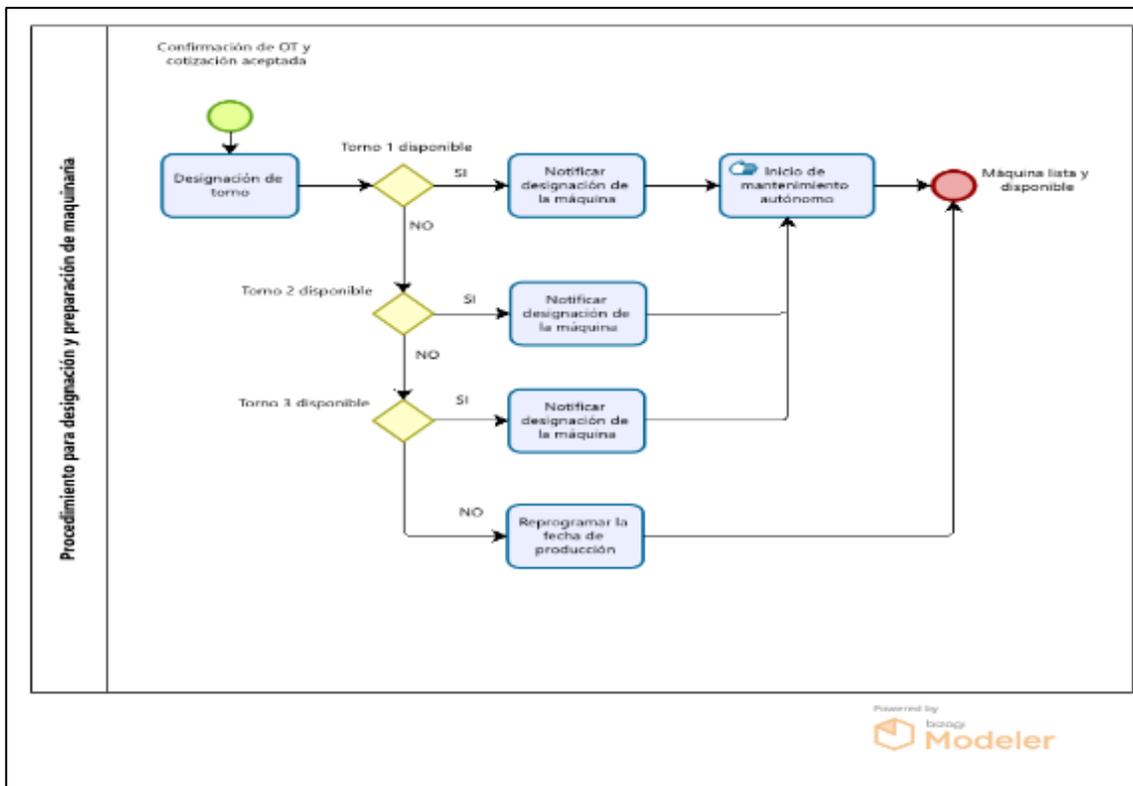
Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023

#### 4.6.4. Capacitación

Como se detalló en la sección 4.1.2.5 se capacitó al personal sobre cómo mantener las estaciones y máquinas, especialmente al área de mecanizado con el promedio más bajo de cumplimiento en la evaluación de las 5S. Parte de un plan de mantenimiento para el área productivo es la implementación de las 5S ya que permite minimizar errores, optimiza los recursos y elementos de las máquinas.

El índice de disponibilidad bajo del proyecto tuvo su origen en la falta de organización del área, se pierden tiempos que al final sumado a que los tornos no se preparan bajo un cronograma hacen que el indicador se vea afectado. Por ende, se desarrolla el siguiente esquema de trabajo que relaciona al área de control y mecanizado.



**Ilustración 4-22:** Procedimiento para la designación y preparación de máquinas

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

#### 4.6.5. Seguridad

Se provee Equipos de Protección Personal a los operadores en la empresa, específicamente en el área de mantenimiento mecánico en donde se realizó un análisis de los factores de riesgo existentes en este puesto de trabajo los resultados de presentan a continuación en la tabla 4-24.

**Tabla 4-24: Riesgo mecánico**

COD:	Factor de Riesgo	Descripción	Nivel de riesgo		
M09	Choque contra objetos inmóviles	Los trabajadores pueden golpear o chocar con las maquinas que estan muy unidas al momento de ubicar los accesorios del torno en la posición correcta.	300	Corregir	Diego Simbaña
M18	Proyección de partículas	Circunstancia que se puede manifestar en lesiones producidas por piezas, fragmentos o pequeñas partículas de material, proyectadas por una máquina, herramientas o materia prima a conformar.	1800	Situación Crítica	Diego Simbaña
M21	Cortes y punzamientos	Comprende los cortes y punzamientos que el trabajador recibe por acción de un objeto o herramienta, siempre que sobre estos actúen otras fuerzas diferentes a la gravedad, se incluye martillazos, cortes con tijeras, cuchillos, filos y punzamientos con: agujas, cepillos, púas, otros	Al manipular las cuchillas afiladas y brocas no se usan guantes para proteger las extremidades superiores. A su vez no hay señalética de uso de protección personal	Corregir	Diego Simbaña

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

Los equipos de seguridad se deben utilizar todas las áreas operativas de la empresa; en especial en el área de mecanizado a continuación, se propone la tabla 4-25 con los equipos de protección necesarios en el área de la maquinaria durante los procesos de mecanizado moleteado, metalizado entre otros.

**Tabla 4-25: Equipos de seguridad apropiados**

Nº-	Descripción	Ilustración	Normativa
1	Overol o uniforme de dotación autorizado por la empresa		Norma ISO 13688 establece parámetros de: inocuidad, diseño, durabilidad, deslizamiento.
2	Botas de punta de acero		Calzado de uso industrial según la norma EN - ISO 20345 o equivalentes.
3	Gafas claras		Norma ANSI Z87 establece como material policarbonato de alta resistencia, protección UV.
4	Guantes anticorte recubiertos		Norma EN 388 destinada para protección de riesgos mecánicos y físicos.

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

#### 4.7. Análisis del indicador OEE mejorado

Luego de la implementación de las 5S se nota una reducción en los tiempos de búsquedas de herramientas o elementos, preparación del torno tanto para el mecanizado como para el moleteado. A continuación, se presenta la nueva tabla 4-26 con las respectivas pérdidas por disponibilidad basado en el diagrama de procesos del mantenimiento mecánico mejorado en la sección 4.2.2.

**Tabla 4-26:** Análisis de pérdidas por disponibilidad

Actividad	Tiempo (s)	Pérdidas por disponibilidad			
		Paradas	Averías	Configuración	Ajustes
Trasladar los escudos de alojamiento y el eje averiado al área de mecanizado.	12	x			
Preparación del torno para moleteado de escudos.	120				x
Búsqueda de herramientas extra en la estantería.	10			x	
Moleteado e inspección del diámetro de los escudos de alojamiento.	780				
Preparación del torno para mecanizado de un nuevo eje.	60			x	
Espera de materia prima. (Lingote de acero)	320	x			
Mecanizado e inspección de diámetro del nuevo eje.	1530				
<b>Tiempo total empleado (s)</b>	<b>2832</b>	<b>Pérdidas en disponibilidad (s)</b>			<b>522</b>

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

##### 4.7.1. Indicador de disponibilidad

El personal del área de control y atención menciona que, en base a la experticia del operador del torno, sumado a la disponibilidad de la maquinaria, previo a la implementación de las 5S, daban como mejor alternativa un tiempo de 5400 segundos o una hora y 30 minutos; pero al evaluar la actualidad de disponibilidad de la maquinaria y la facilidad con la que el operario pone a punto el torno se puede considerar una reducción en el tiempo de operación de la máquina a 3600 segundos o una hora. Con estos datos se determina el indicador de disponibilidad.

**Tabla 4-27:** Cálculo del índice de disponibilidad

Disponibilidad = $\frac{T.O.R}{T.P}$	T.O.R(s)=	2310
	T.P(s)=	3600
Disponibilidad=	<b>64,17%</b>	

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

#### 4.7.2. Indicador de eficiencia

El indicador de la eficiencia se mantiene en un 100% puesto que en 3600 segundos se puede obtener un eje nuevo mecanizado y realizar el moleteado de escudos obteniéndose 2 productos de 2 planificados.

**Tabla 4-28:** Cálculo del índice de eficiencia

Eficiencia = $\frac{\# \text{ Unidades Prod.}}{\# \text{ Unidades Plan.}}$	U. Prod.=	2
	U. Plan=	2
Eficiencia=	<b>100,00%</b>	

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

#### 4.7.3. Indicador de calidad

Tanto el eje mecánico como el moleteado de escudos al cumplir con las especificaciones de la orden de trabajo se puede garantizar que tendría un 100%.

**Tabla 4-29:** Cálculo del índice de calidad

Numero de piezas producidas	2	
Número de piezas rechazadas	0	
Total piezas producidas	2	
Calidad = $\frac{\text{Piezas Prod.} - \text{Piezas Defec.}}{\text{Total piezas producidas}}$		<b>100,00%</b>

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

#### 4.8. Determinación del OEE mejorado

$$OEE = \text{Disponibilidad\%} * \text{Eficiencia\%} * \text{Calidad\%}$$

**Ecuación 4-2.**

$$OEE = 64,17\% * 100\% * 100\%$$

$$OEE = 64,17\%$$

Se puede evidenciar que el índice del OEE tiene una mejoría en un 20% con respecto al OEE inicial, luego de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para estandarizar los procesos en la empresa SIPROELECTRICK S.A.

#### 4.9. Comparación de los resultados obtenidos

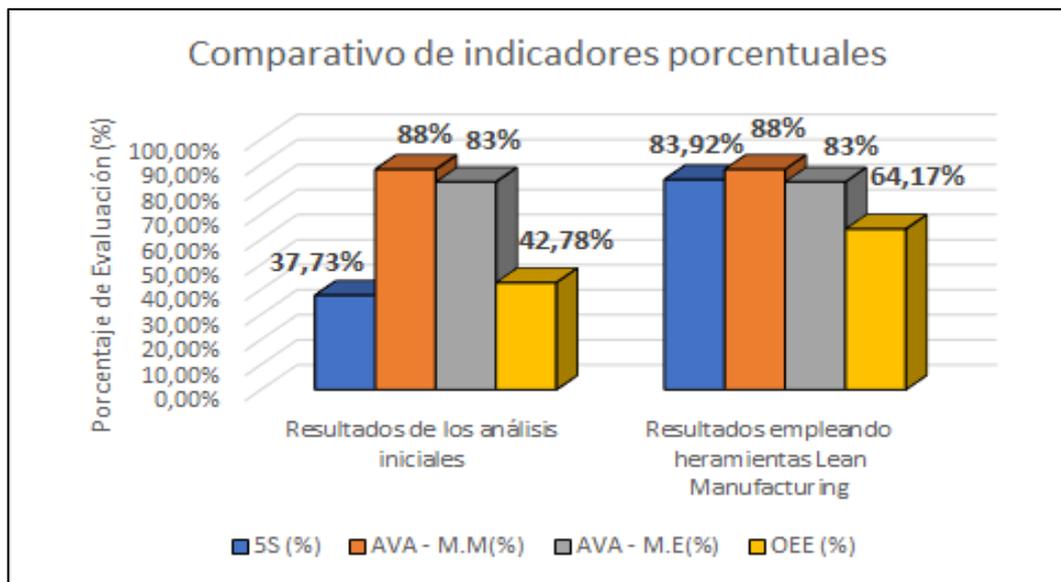
A continuación, se presenta la tabla 4-34 que especifica los cambios en los distintos indicadores establecidos a evaluar durante el proyecto mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en el área de talleres en la empresa SIPROELECTRIC S.A.

**Tabla 4-30:** Comparación de resultados

Indicador	Resultados de los análisis iniciales	Resultados empleando herramientas Lean Manufacturing
5S (%)	37,73%	83,92%
TVA (s)	45205,00	44548,00
TNVA (s)	1194,00	326,00
Lead time del servicio (s)	46399,00	44874,00
AVA - M.M(%)	88,00%	88,00%
AVA - M.E(%)	83,00%	83,00%
OEE (%)	42,78%	64,17%

Fuente: SIPROELECTRIK S.A.

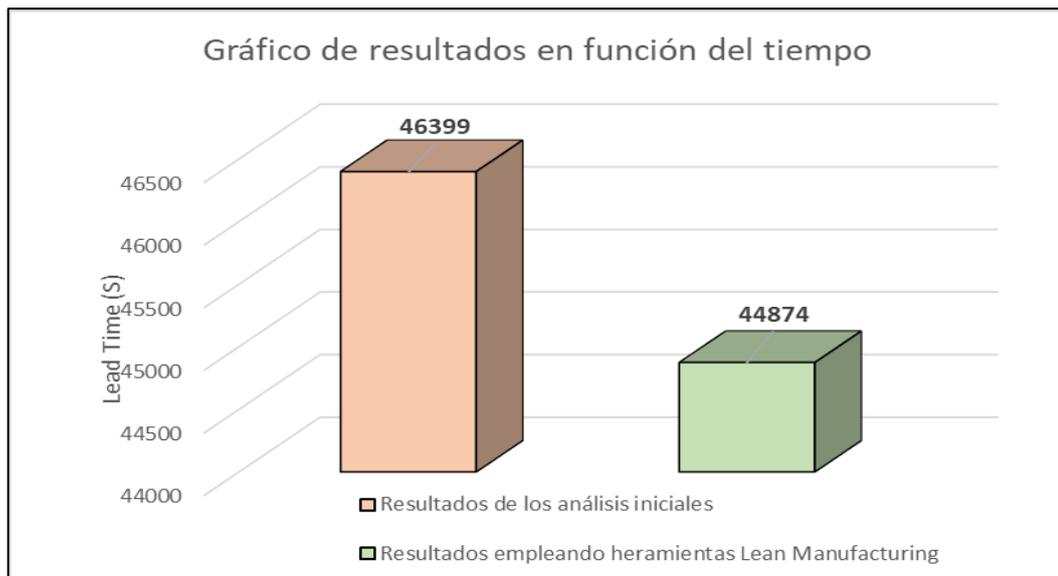
Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.



**Ilustración 4-23:** Resultados porcentuales

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

La ilustración 4-23 muestra que el indicador de cumplimiento de las 5S, el análisis de valor agregado (AVA) y el indicador de disponibilidad OEE son superiores a los iniciales luego de la implementación del proyecto y la estandarización de los procesos para el mantenimiento mecánico, así como el mantenimiento eléctrico.



**Ilustración 4-24:** Resultados de tiempo de ciclo

Realizado por: Paucar, A.; Pineda, L., 2023.

La ilustración 4-24 representa un gráfico de barras, el cual muestra que el tiempo de ciclo del servicio durante el mantenimiento mecánico y eléctrico son menores respecto a los resultados iniciales.

## CONCLUSIONES

- Se logró categorizar mediante un diagrama de Pareto los servicios de mantenimiento que la empresa SIPROELECTRIK S.A. ha realizado los últimos 5 meses, siendo el proceso de mantenimiento mecánico el más frecuente con un 61,36% y el mantenimiento eléctrico con un 14,45% del total de órdenes de trabajo.
- Se determinó un tiempo de ciclo inicial de 12 horas, 53 minutos y 12 segundos mediante los VSM iniciales de los procesos de mantenimiento mecánico y eléctrico; este tiempo se redujo a 12, horas; 27 minutos y 53 segundos en base a la eliminación de tiempos muertos además de actividades o movimientos incensarios.
- Se realizó una evaluación inicial de la 5S en el área de talleres de la empresa en donde se encontraron estanterías desordenadas, materiales en desuso, inventarios sin rotación, etc., dando como resultado un nivel de cumplimiento del 37,73% dicho promedio se elevó a 83.92% de cumplimiento luego de la implementación de las 5S.
- Se logró mejorar la eficacia global de la maquinaria utilizada en el área de mantenimiento mecánico de un 42,78% a un 64,17% mediante la implementación de un plan de mantenimiento TPM.
- La estandarización de los procesos aplicando las herramientas Lean Manufacturing permitió reducir los tiempos que no agregan valor en 19 minutos con 54 segundos a 5 minutos con 26 segundos en la orden de trabajo mantenimiento mecánico y eléctrico.

## RECOMENDACIONES

- Incentivar al personal a que adopten una cultura sobre la importancia del orden y limpieza en sus estaciones de trabajo mediante capacitaciones; mantener actualizado el tablero de control desarrollado en el proyecto en Excel y además implementar un sistema de reconocimiento al personal por el buen cumplimiento de las 5S.
- Delegar una comisión encargada de evaluar y constatar que el plan de mantenimiento se esté llevando a cabo por parte de los operadores mediante la creación de un Check List y un cronograma de actividades programadas.
- Aplicar la herramienta VSM en las áreas ajenas al área de talleres para lograr identificar oportunidades de mejora que aporten a que los procesos operativos se agilicen.
- Se recomienda en el área de mantenimiento eléctrico evaluar la factibilidad de implantar una máquina bobinadora automática o repotenciar la actual, ya que el tiempo de proceso es muy extenso.
- Dentro del área de mecanizado se recomienda mantener un programa de capacitación constante respecto al programa y lineamientos del mantenimiento debido a la constante rotación de personal en maquinaria.
- Se recomienda la implementación de un programa o sistema que facilite cotización y búsqueda de repuestos para reducir los tiempos de respuesta entre la generación del diagnóstico y la aceptación de la cotización por parte del cliente.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUILERA, F.** Herramientas Lean Manufacturing para la mejora continua del proceso de rectificado de motores a gasolina en la microempresa Mundoreconsmotor CIA. LTDA [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias a la Ingeniería. Quevedo-Ecuador. 2021. pp. 24-26. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6120/1/T-UTEQ-100.pdf>

**ÁLVAREZ, A.** Simbología del VSM- Iconos del Value Stream Mapping. *Lean Construcción México* [En línea]. 2020. [Consulta. 18 enero 2023]. Disponible en: <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/simbología-del-vsm-iconos-del-value-stream-mapping>

**ANMAJLE.** *Los beneficios del trabajo estandarizado*. 2018. pp. 440-443.

**ANTÓN, L.; & CLAVIJO, O.** Mejoramiento de la productividad mediante la aplicación e implementación de herramientas Lean Manufacturing en la línea de producción de puertas enrollables en industrias metálicas Vilema en el cantón Guano [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. Riobamba-Ecuador. 2019. p. 5-10. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en:

**APUPALO, A.; & LEMA, D.** Implementación de un sistema de control y análisis de la producción en la empresa curtiembre Quisapincha aplicando las herramientas del lean Manufacturing para incrementar la productividad. [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 2019. [Consulta: 7 octubre 2022.]. Disponible en: <http://dspace.espe.edu.ec/handle/123456789/13518>

**ASTUDILLO, T.** Lean Manufacturing: Revisión Bibliográfica y su aporte en la industria [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Facultad de Ciencias de la Administración. Cuenca-Ecuador. 2019. pp.40-43. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10191/1/15821.pdf>

**ATLAS.** *Mapa del flujo de valor – VSM: Qué es y cómo se construye* [En línea]. 2021. [Consulta. 18 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.atlasconsultora.com/vsm/>

**BLASCO, D.** Implementación de la metodología Lean Manufacturing en un taller de mecanizados y calderería [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad de

la Valladolid, Facultad de Ingenierías Industriales. Valladolid. 2020. pp. 19-24. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/42396/TFG-I-1626.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**BORJA, J.; & JIMÉNEZ, J.** Implementación del método de las 5'S para mejorar la productividad en la Empresa Kadmiel C&G S.A.C. Concepción 2018 [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias de la Administración. Huancayo-Perú. 2021. pp. 34-52. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en:

[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7655/T010\\_73092211\\_B.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7655/T010_73092211_B.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**BSG.** Los 8 pilares del TPM. [En línea]. 2019. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/los-8-pilares-del-tpm-1134>

**CONCHA, J.; & BARAHONA, B.** Mejoramiento de la productividad en la empresa Induacero CIA. Ltda. En base al desarrollo e implementación de la metodología 5s y VSM, herramientas del Lean Manufacturing [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. Riobamba-Ecuador. 2018. p. 11-12. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3026/1/85T00290.pdf>

**CRUZ, J.; & CUEVA, F.** Propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing en el concesionario San Antonio [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Piura. 2019. pp. 3-24. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: [https://pirhua.udEP.edu.pe/bitstream/handle/11042/4831/ING\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udEP.edu.pe/bitstream/handle/11042/4831/ING_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**BERGANZO, J.** OEE. [En línea]. 2016. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.sistemasoeE.com/definicion-oeE/#:~:text=¿Qué%20es%20el%20OEE%3F,Eficacia%20Global%20de%20Equipos%20Productivos>

**DURÁN, F.** *Herramientas de análisis de proceso* [En línea]. 2022. [Consulta. 21 octubre 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/73884946-Herramientas-de-analisis-de-proceso-diagramas-de-causa-y-efecto-diagramas-de-pareto-ing-francisco-duran.html>

**EMAZE.** Metodología 5's [En línea]. 2021. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.emaze.com/@aoofoqro/5S>

**ENVIRA.** Metodología TPM: Mantenimiento Productivo Total. 2020. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: [https://envira.es/es/metodologia-tpm-mantenimiento-productivo-total/#:~:text=La%20metodología%20TPM%20\(Mantenimiento%20Productivo,del%20estado%20de%20los%20equipos.](https://envira.es/es/metodologia-tpm-mantenimiento-productivo-total/#:~:text=La%20metodología%20TPM%20(Mantenimiento%20Productivo,del%20estado%20de%20los%20equipos.)

**GARCÍA, B.** *Introducción a la metodología Lean* [En línea]. Valencia-España: Universidad Politécnica de Valencia. 2020. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/165994/García%20-%20Introducción%20a%20la%20metodología%20Lean.pdf?sequence=1>

**GARCÍA, M.; & AMADOR, A.** *CÓMO APLICAR “VALUE STREAM MAPPING” (VSM)*. España: Universitat Politècnica de Valencia. 2019.

**GUZMÁN, D.; & LIKHOEDI, M.** Aplicación de Lean Manufacturing en el Sector Sanitario [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad de la Valladolid, Facultad de Ingenierías Industriales. Valladolid. 2020. pp. 15-30. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/41715/TFM-I-1577.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**HERNÁNDEZ, J.; & VIZÁN, A.** *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación* [En línea]. Madrid-España: Medio Ambiente Industria y Energía, 2013. [Consulta: 28 octubre 2022]. ISBN 978-84-15061-40-3. Disponible en: [https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/EOI\\_LeanManufacturing\\_2013.pdf](https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf)

**LOOR, M.; & MOLINA, B.** Propuesta de mejora a los procesos gestión de proyectos de investigación, desarrollo e innovación en la ESPAMMFL [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). ESPAMMFL. Ecuador. 2017. pp. 22-23 [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/699/1/TAP100.pdf>

**MEJÍA, L.** Aplicación de la metodología Lean Manufacturing para la mejora de los procesos productivos en la planta la Joya – Casaluker [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia. 2020. pp. 22-23 [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en:

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/16769/proyecto%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**MELO, S.; & PABÓN, A.** Diseño del mapa de flujo de valor –VSM- en la empresa Rubber Zafra, Bucaramanga, Colombia [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Unidades Tecnológicas de Santander. 2021. pp. 1-62. [Consulta. 18 enero 2023]. Disponible en: [http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8165/FDC125\\_INFORME\\_FINAL%20.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8165/FDC125_INFORME_FINAL%20.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

**MERO, D.** Descubre qué es el OEE y por qué es importante medirlo y analizarlo. *ACPLEAM* [En línea]. 2023. [Consulta. 18 enero 2023]. Disponible en: <https://acmplean.com/que-es-el-oeey-por-que-es-importante-medirlo-y-analizarlo/>

**NUÑO, Patricia.** Emprende PYME. Diagrama de Ishikawa. *Mire NV* [En línea]. 2017. [Consulta: 22 noviembre 2022.]. Disponible en: <https://emprendepyme.net/diagrama-de-ishikawa.html>.

**ORTIZ, Tatiana.** Mejoramiento de la productividad de capelladas sublimadas en la empresa TEIMSA S.A. con la implementación de Value stream map, Kanban como herramientas Lean Manufacturing. [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 2018. [Consulta: 11 octubre 2022.]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10496>.

**OSCAR LEMA, Tania.** *Implementación de un sistema de control y análisis de la producción de la empresa curtiembre Quisapincha aplicando las herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad.* Riobamba: s.n., 2019.

**PASTRANO, L.; & TORRES, J.** Estudio del Lean Manufacturing e industria 4.0 aplicado a las microempresas [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi. Cotopaxi-Ecuador. 2020. pp. 10-11 [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8321/1/PI-001838.pdf>

**PEÑA, Paola.** Propuesta de mejoramiento del proceso productivo del área de mecanizado en la empresa López Torres Industrial S.A. aplicando las herramientas de lean Manufacturing. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 2021. **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN LA ESPAM MFL** [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica

Agropecuaria de Manabí. Ecuador. 2017. pp. 1-172. [Consulta. 18 enero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/699/1/TAP100.pdf>

**QUEZADA, Jonnathan.** Propuesta de optimización de procesos operativos basados en herramientas de Lean Manufacturing en industrias de ensamble [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Institucional Universidad de Cuenca. 24 de Julio de 2019. [Consulta: 11 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33072>.

**ROQUE YANEZ, S.** *Mejoramiento del proceso productivo en la empresa EL PLACER S.A. ubicada en el Cantón Pillaro en base al desarrollo de la metodología 5'S y VSM, herramientas de Lean Manufacturing.* Riobamba: s.n., 2018.

**SALAZARM, B.** Mantenimiento productivo total. [En línea]. 2019. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>

**SAMUDIO, D.** Propuesta de mejora basado en la filosofía Lean Manufacturing en proceso productivo de fruta congelada en trozos en una empresa de alimentos [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad de América. Bogotá-Colombia. 2020. pp. 19-21 [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7965/1/83433-2020-III-GC.pdf>

**SIPROELECTRIK S.A.** *Manual SIPROELECTRIK S.A.* Quito: s.n., 2015.

**SOCCONINI, L.** *Lean Manufacturing paso a paso* [En línea]. ALFAOMEGA MARGE BOOKS, 2019. [Consulta: 28 octubre 2022]. ISBN 9789587785746. Disponible en: <https://todoproyecto.files.wordpress.com/2020/08/lean-manufacturing-paso-a-paso-socconini-1ed.pdf-c2b7-version-1.pdf>

**URIBE, C.** Propuesta para la mejora del flujo de materiales en el proceso de fabricación de la referencia caribeño en la línea de producción de colchones de la Empresa Espumas Santa Fe de Bogotá S.A.S. zona Caribe [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad de la Costa, Facultad de Ingeniería. Barranquilla-Ecuador. 2020. pp. 40-41. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/7119/Propuesta%20para%20la%20mejora%20del%20flujo%20de%20materiales%20en%20el%20proceso%20de%20fabricaci%C3%B3n>

%20de%20la%20referencia%20caribe%C3%B1o%20en%20la%201%C3%ADnea%20de%20producci%C3%B3n%20de%20colchones%20de%20la%20Empresa%20Espumas%20Santa%20Fe%20de%20Bogot%C3%A1%20S.A.S.%20zona%20Caribe.pdf?sequence=1&isAllowed=y

**VÁZQUEZ, P.** Prototipo de aplicación para la gestión de datos de tiempos muertos en una empresa [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Juárez-México. 2019. pp. 7-8. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <http://erecursos.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/4920/Prototipo%20de%20aplicacion%20para%20gesti3n%20de%20datos%20de%20tiempos%20muertos%20en%20una%20empresa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**VILLAMAR, F.; & ESPINOZA, J.** Propuesta para la implementación de la metodología Lean Manufacturing en la unión de organizaciones campesinas cacaoteras del Ecuador [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Estatal de Milagro. Milagro-Ecuador. 2021. pp. 1-62 [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/5607/Villamar%20Reyes%20Fabricio%20Eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**YEPES, V.** Diagramas de proceso de operaciones como herramienta en el estudio de métodos *POLIBLOGS* [En línea]. 2021. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/06/07/diagramas-de-proceso/>



**ANEXO B: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, CLASIFICACIÓN EN EL ÁREA DE CONTROL Y ATENCIÓN**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Clasificación"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>		25,00%	
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
El espacio de trabajo está libre de artículos, equipos o herramientas que no sean necesarias para las actividades.	<input type="checkbox"/>		
Los equipos y artículos de oficina se encuentran debidamente identificados, etiquetados o codificados.	<input checked="" type="checkbox"/>	El espacio de archivadores no dispone de rotulado.	
Los equipos de computo, telefonos y muebles de oficina se encuentran clasificados.	<input type="checkbox"/>		
Los archivadores de bandeja cuentan con etiqueta según el tipo de documento.	<input type="checkbox"/>		

**ANEXO C: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ORDEN EN EL ÁREA DE CONTROL Y ATENCIÓN**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Orden"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>		33,33%	
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
El espacio de trabajo se encuentra organizado.	<input type="checkbox"/>		
Los escritorios disponen de espacios designados para los artículos.	<input type="checkbox"/>		
Los implementos de oficina son colocados en el espacio designado posterior a su utilización.	<input type="checkbox"/>		
El espacio de trabajo se encuentra libre de equipos, herramientas o insumos pertenecientes a otras áreas.	<input type="checkbox"/>		
Los equipos de cómputo se encuentran separados unos de otros.	<input checked="" type="checkbox"/>		
La superficie de trabajo (suelo) se encuentra libre de grietas o sobresaltos.	<input checked="" type="checkbox"/>		

**ANEXO D: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, LIMPIEZA EN EL ÁREA DE CONTROL Y ATENCIÓN**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Limpieza"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	83,33%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
La superficie de trabajo o suelo se encuentra libre de polvo, restos de materiales o fluidos.	<input checked="" type="checkbox"/>		
El personal realiza tareas de desinfección del área de control.	<input checked="" type="checkbox"/>	Los equipos se encuentran libres de suciedad pero no se realizan actividades de desinfección.	
Los equipos de computo se encuentran limpios.	<input type="checkbox"/>		
Los equipos de iluminación se encuentran en perfecto estado y funcionales.	<input checked="" type="checkbox"/>		
El personal ejecuta actividades de limpieza.	<input checked="" type="checkbox"/>		
La administración designa personal encargado de supervisar las actividades de limpieza, clasificación y orden	<input checked="" type="checkbox"/>		

**ANEXO E: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ESTANDARIZACIÓN EN EL ÁREA DE CONTROL Y ATENCIÓN**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Estandarización"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	0,00%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
Se emplean metodologías que impulsen el cumplimiento de las 5S y su control.	<input type="checkbox"/>	El área dispone de espacios para ubicar un tablero de control, sin embargo, no se lo ha implementado.	
Se emplea material didáctico o visual para impulsar el cumplimiento de la 3S anteriores.	<input type="checkbox"/>		
Se socializa con el personal de las bondades de cumplir con esta herramienta de Lean Manufacturing.	<input type="checkbox"/>	La empresa no ha implementado aún; un plan de cumplimiento y control de las 5S.	
Se desarrollan herramientas de control de nivel de cumplimiento de las 5S sean estas tableros, check list, formularios encuestas etc.	<input type="checkbox"/>		
Se presentan propuestas basadas en la mejora continua para promover la aplicación de las 5S y su reconocimiento de ser así.	<input type="checkbox"/>		

**ANEXO F: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, DISCIPLINA EN EL ÁREA DE CONTROL Y ATENCIÓN**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Disciplina"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	40,00%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
El personal procura tener en mente la aplicación de las 5S.	<input checked="" type="checkbox"/>	Debido a que no se ha implementado las 4S previas, no se puede garantizar que el personal se autidiscipline.	
Se impulsa la aplicación de las 5S no solo en el ámbito empresarial sino personal.	<input type="checkbox"/>		
Se percibe una iniciativa de proactividad en cuanto a la aplicación de las 5S.	<input type="checkbox"/>		
El área muestra normalmente un aspecto organizado y limpio para la realización de las actividades laborales.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se brinda capacitaciones e inducciones, además de reconocer o retroalimentar al personal sobre una correcta aplicación de las 5S.	<input type="checkbox"/>		

**ANEXO G: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, CLASIFICACIÓN EN EL ÁREA DE MECÁNICA**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Clasificación"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	50,00%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
El espacio de trabajo está libre de artículos, equipos o herramientas que no sean necesarias para las actividades.	<input type="checkbox"/>	Se puede apreciar un pedazo de cuerda, partes de máquinas ajenas a la OT junto a las herramientas y artículos de la mesa de trabajo.	
Los equipos y cajas de herrameintas se encuentran debidamente identificados, etiquetados o codificados.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se encuentran clasificadas las herramientas o equipos en el área de mecánica.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Los insumos, necesarios para las actividades se encuentran correctamente clasificadas según su utilidad.	<input type="checkbox"/>	Durante la evaluación de observó una botella con un líquido empleado para actividades de desmontaje, sin embargo, no se tiene identificado si es un líquido inflamable o peligroso.	
Los insumos se encuentran correctamente clasificados según procedencia y tipo de cuidado.	<input type="checkbox"/>		
El área cuenta con la debida aplicaiación y clasificaicón de tarjetas rojas 5S.	<input checked="" type="checkbox"/>		

## ANEXO H: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ORDEN EN EL ÁREA DE MECÁNICA

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Orden"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	50,00%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
El espacio de trabajo se encuentra organizado considerando espacios para circulación trabajo y almacenamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	La organización de herramientas, insumos, etc se realiza al inicio y finalización de la jornada laboral.	
Las herramientas se encuentran correctamente organizadas o cuentan con espacios designados en el área de trabajo.	<input type="checkbox"/>		
Las herramientas son colocadas en el espacio designado posterior a su utilización.	<input checked="" type="checkbox"/>		
El espacio de trabajo se encuentra libre de equipos, herramientas o documentos pertenecientes a otras áreas.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Los insumos o materias primas necesarias en las actividades se encuentran correctamente clasificadas según procedencia y tipo de cuidado.	<input type="checkbox"/>		
El área de trabajo se halla libre objetos obsoletos.	<input type="checkbox"/>	Las estantería del área de mecánica tienen almacenados piezas de equipos abandonados o en desuso.	

## ANEXO I: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, LIMPIEZA EN EL ÁREA DE MECÁNICA

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Limpieza"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	57,14%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
La superficie de trabajo o suelo se encuentra libre de polvo, restos de materiales o fluidos.	<input type="checkbox"/>		
Se encuentra la maquinaria libre de suciedad o residuos de material ajenos a las actividad realizada.	<input type="checkbox"/>		
Las toma de energía eléctrica o tableros electrónicos se hallan limpios.	<input checked="" type="checkbox"/>	Se puede visualizar una señalética ubicada en una posición inadecuada.	
Las herramientas de mano empleadas se hallan libres de polvo o fluidos extraños.	<input type="checkbox"/>		
El personal operativo ejecuta tareas de limpieza en sus respectivas mesas de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>		
La administración designa personal encargado de supervisar las actividades de limpieza y el cumplimiento de la limpieza de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se dispone de material para realizar actividades de limpieza en el área de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>		

**ANEXO J: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ESTANDARIZACIÓN EN EL ÁREA DE MECÁNICA**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Estandarización"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>		40,00%	
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
Se emplean metodologías que impulsen el cumplimiento de las 5S y su control.	<input type="checkbox"/>	<p align="center"><b>La empresa aún no implementa un plan de cumplimiento y control de las 5S.</b></p>	
Se emplea material didáctico o visual para llevar a impulsar el cumplimiento de las 5S anteriores.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se socializa con el personal de las bondades de cumplir con esta herramienta de Lean Manufacturing.	<input type="checkbox"/>		
Se desarrollan herramientas de control de nivel de cumplimiento de las 5S sean estas tableros, check list, formularios encuestas etc.	<input type="checkbox"/>		
Se presentan propuestas basadas en la mejora continua para promover la aplicación de las 5S y su reconocimiento de ser así.	<input checked="" type="checkbox"/>		

**ANEXO K: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, DISCIPLINA EN EL ÁREA DE MECÁNICA**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Disciplina"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>		40,00%	
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
El personal procura tener en mente la aplicación de las 5S.	<input checked="" type="checkbox"/>	<p align="center"><b>Debido a que no se ha implementado las 4S previas, es improbable que el personal tenga autodisciplina.</b></p>	
Se impulsa la aplicación de las 5S no solo en el ámbito empresarial sino personal.	<input type="checkbox"/>		
Se percibe una iniciativa de proactividad en cuanto a la aplicación de las 5S.	<input type="checkbox"/>		
El área muestra normalmente un aspecto organizado y limpio para la realización de las actividades laborales.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se brinda capacitaciones e inducciones, además de reconocer o retroalimentar al personal sobre una correcta aplicación de las 5S.	<input type="checkbox"/>		

**ANEXO L: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, CLASIFICACIÓN EN EL ÁREA DE MECANIZADO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Clasificación"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	0,00%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
Se puede identificar los elementos necesarios para las actividades de mecanizado.	<input type="checkbox"/>	<b>Herramientas ajenas al torno.</b>	
Los equipos y herramientas se encuentran debidamente identificados, etiquetados o codificados.	<input type="checkbox"/>	<b>La maquinaria no se encuentra identificada.</b>	
El área cuenta con señaléticas para el correcto uso de la maquinaria.	<input type="checkbox"/>		
Los accesorios de la maquinaria cuentan con etiquetas para poder identificarlos.	<input type="checkbox"/>		
Los insumos o materias primas necesarias en las actividades se encuentran correctamente clasificadas según procedencia y tipo de cuidado.	<input type="checkbox"/>		
El área cuenta con la debida aplicación y clasificación de tarjetas rojas 5S.	<input type="checkbox"/>	<b>Existe un desorden en las estanterías con materiales y herramientas sin uso.</b>	

**ANEXO M: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ORDEN EN EL ÁREA DE MECANIZADO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Orden"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	0,00%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
La maquinaria se encuentra distribuida junto a las herramientas o accesorios.	<input type="checkbox"/>	<b>No existe suficiente espacio para el tránsito de operaciones.</b>	
El espacio asignado para la maquinaria es el adecuado.	<input type="checkbox"/>		
El área de mecanizado se mantiene ordenado durante la jornada de trabajo.	<input type="checkbox"/>		
El piso se encuentra libre de herramientas o accesorios relacionados o ajenos a la maquinaria.	<input type="checkbox"/>	<b>Los EPP's se encuentran en el suelo o sobre la maquinaria.</b>	
Son verdaderamente necesarios los elementos que se encuentran en el área de mecanizado.	<input type="checkbox"/>	<b>Se encontró un baúl en cuyo interior se encontraban contrapuntos, mandriles y restos de materia prima.</b>	
Es posible encontrar los elementos necesarios para mecanizado con realitva facilidad.	<input type="checkbox"/>		

**ANEXO N: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, LIMPIEZA EN EL ÁREA DE MECANIZADO**

			
<b>Ficha de evaluación de las 5S - "Limpieza"</b>			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	83,33%		
<b>Aspecto a evaluar</b>	<b>Cumple</b>	<b>Observación</b>	
La superficie de trabajo o suelo se encuentra libre de polvo, restos de materiales o fluidos.	<input type="checkbox"/>	<b>Los tornos, fresadoras o cepilladoras generan constantemente viruta metálica.</b>	
Se encuentra la maquinaria libre de suciedad o viruta.	<input checked="" type="checkbox"/>		
El almacenamiento de materia prima se encuentra limpio.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Los equipos de iluminación se encuentran en perfecto estado y funcionales.	<input checked="" type="checkbox"/>		
El personal operativo ejecuta tareas de limpieza en el área.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se ha dispuesto un espacio para artículos de limpieza.	<input checked="" type="checkbox"/>		

**ANEXO Ñ: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ESTANDARIZACIÓN EN EL ÁREA DE MECANIZADO**

			
<b>Ficha de evaluación de las 5S - "Estandarización"</b>			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	40,00%		
<b>Aspecto a evaluar</b>	<b>Cumple</b>	<b>Observación</b>	
Se emplean metodologías que impulsen el cumplimiento de la filosofía 5S y su control.	<input type="checkbox"/>	<b>Existe señalética y el personal realiza limpieza de la maquinaria al finalizar la jornada.</b>	
Se emplea material didáctico o visual para llevar a impulsar el cumplimiento de las 5S anteriores.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se socializa con el personal de las bondades de cumplir con esta herramienta de Lean Manufacturing.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se desarrollan herramientas de control de las 5S sean estas tableros, check list, formularios, encuestas etc.	<input type="checkbox"/>		
Se presentan propuestas basadas en la mejora continua para promover la aplicación de las 5S y su reconocimiento de ser así.	<input type="checkbox"/>		

**ANEXO O: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, DISCIPLINA EN EL ÁREA DE MECANIZADO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Disciplina"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	40,00%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
El personal procura tener en mente la aplicación de las 5S.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Debido a que no se ha implementado las 4S previas, es improbable que el personal tenga autodisciplina.</b>	
Se impulsa la aplicación de las 5S no solo en el ámbito empresarial sino personal.	<input type="checkbox"/>		
Se percibe una iniciativa de proactividad en cuanto a la aplicación de las 5S.	<input type="checkbox"/>		
El área muestra normalmente un aspecto organizado y limpio para la realización de las actividades laborales.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se brinda capacitaciones e inducciones, además de reconocer o retroalimentar al personal sobre una correcta aplicación de las 5S.	<input type="checkbox"/>		
		<b>Normalmente el personal encargado de la maquinaria procura limpiar la maquinaria.</b>	

**ANEXO P: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, CLASIFICACIÓN EN EL ÁREA DE BOBINADO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Clasificación"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	33,33%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
El espacio de trabajo está libre de artículos, equipos o herramientas que no sean necesarias para las actividades.	<input type="checkbox"/>	<b>Rollo de alambre vacío.</b>	
Los equipos y herramientas necesarias para el bobinado se encuentran etiquetados.	<input type="checkbox"/>		
Los puestos de trabajo se pueden diferenciar unos de otros.	<input type="checkbox"/>	<b>El espacio dedicado a la materia prima y sobrantes no se encuentra rotulado.</b>	
Los insumos o materias primas necesarias en las actividades se encuentran correctamente clasificadas según su utilidad.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Los materiales a desechar y la materia prima de las bobinas se encuentran clasificados.	<input checked="" type="checkbox"/>		
El área cuenta con la debida aplicación y clasificación de tarjetas rojas 5S.	<input type="checkbox"/>		

**ANEXO Q: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ORDEN EN EL ÁREA DE BOBINADO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Orden"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	42,86%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
Las mesas de trabajo se encuentran ordenadas durante el desarrollo de procesos.	<input type="checkbox"/>		
Las herramientas se encuentran correctamente organizadas o cuentan con espacios designados en el área de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Las herramientas son colocadas en el espacio designado posterior a su utilización.	<input type="checkbox"/>		
El espacio de trabajo se encuentra organizado y libre de artículos ajenos a las actividades.	<input type="checkbox"/>		
Los insumos o materias primas necesarias en las actividades se encuentran correctamente clasificadas según procedencia y tipo de cuidado.	<input type="checkbox"/>		
El área de trabajo se halla libre objetos obsoletos.	<input checked="" type="checkbox"/>		
La superficie de trabajo (suelo) libre de grietas o sobresaltos.	<input checked="" type="checkbox"/>		

**ANEXO R: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, LIMPIEZA EN EL ÁREA DE BOBINADO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Limpieza"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	66,67%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
La superficie de trabajo o suelo se encuentra libre de fluidos.	<input checked="" type="checkbox"/>	El área de bobinado se mantiene limpio de fluidos.	
EL suelo se mantiene limpio y libre de residuos de materiales.	<input type="checkbox"/>		
Las mesas de trabajo se hallan limpias y sin residuos de materiales.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Los equipos para el bobinado se mantienen limpios para un correcto funcionamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	Las tareas de limpieza se ejecutan al final de la jornada laboral.	
El personal ejecuta tareas de limpieza durante la jornada laboral.	<input type="checkbox"/>		
El material para bobinado se mantiene limpio.	<input checked="" type="checkbox"/>		

**ANEXO S: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ESTANDARIZACIÓN EN EL ÁREA DE BOBINADO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Estandarización"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>		20,00%	
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
Se emplean metodologías que impulsen el cumplimiento de la filosofía 5S y su control.	<input type="checkbox"/>	<b>Se muestra un cartel de orden y limpieza sin embargo, no se lleva un control del cumplimiento.</b>	
Se emplea material didáctico o visual para impulsar el cumplimiento de las 3S anteriores.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se socializa con el personal de las bondades de cumplir con esta herramienta de Lean Manufacturing.	<input type="checkbox"/>		
Se desarrollan herramientas para el control del cumplimiento de las 5S: tableros, check list, formularios encuestas etc.	<input type="checkbox"/>		
Se presentan propuestas basadas en la mejora continua para promover la aplicación de las 5S y su reconocimiento de ser así.	<input type="checkbox"/>		

**ANEXO T: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, DISCIPLINA EN EL ÁREA DE BOBINADO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Disciplina"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>		20,00%	
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
El personal procura tener en mente la aplicación de las 5S.	<input type="checkbox"/>	<b>Debido a que no se ha implementado las 4S previas, es improbable que el personal tenga autodisciplina.</b>	
Se impulsa la aplicación de las 5S no solo en el ámbito empresarial sino personal.	<input type="checkbox"/>		
Se percibe una iniciativa de proactividad en cuanto a la aplicación de las 5S.	<input type="checkbox"/>		
El área muestra normalmente un aspecto organizado y limpio para la realización de las actividades laborales.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se brinda capacitaciones e inducciones, además de reconocer o retroalimentar al personal sobre una correcta aplicación de las 5S.	<input type="checkbox"/>		

**ANEXO U: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, CLASIFICACIÓN EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Clasificación"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>		40,00%	
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
El espacio de trabajo está libre de artículos, equipos o herramientas que no sean necesarias para las actividades.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se emplea el proceso de clasificado de materiales mediante la aplicación de etiquetas para identificar los respectivos espacios.	<input type="checkbox"/>	La zona de pinturas se encuentra sin etiquetado o identificación.	
Visualmente se puede diferenciar un artículo de otro.	<input type="checkbox"/>	Los espacios para herrameintas, pistolas neumáticas, EPP's y accesorios no cuentan con etiquetas.	
El área cuenta con la debida aplicaición y clasificación de tarjetas rojas 5S.	<input type="checkbox"/>		
Las herramientas se ecuentran separadas en función de su uso.	<input checked="" type="checkbox"/>		

**ANEXO V: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, ORDEN EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Orden"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>		33,33%	
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
El espacio de trabajo se encuentra organizado según el esquema diseñado para la esataición.	<input type="checkbox"/>		
Las herramientas se ecuntran correctamente organizadas o cuentan con espacios designados en el área de trabajo.	<input type="checkbox"/>	Los recipientes de pintura de tonalidades preparadas se encuentran mezclados con los de tonos originales.	
Las herramientas son colocadas en el espacio designado posterior a su utilización.	<input type="checkbox"/>		
El espacio de trabajo se encuentra libre de equipos, herramientas o documentos pertenecientes a otras áreas.	<input type="checkbox"/>	En el área se encontraron insumos pertenecientes al área de bobinado.	
El área de trabajo se halla libre objetos obsoletos.	<input checked="" type="checkbox"/>		
La superficie de trabajo (suelo) se halla libre de grietas o sobresaltos.	<input checked="" type="checkbox"/>		

**ANEXO W: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, LIMPIEZA EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Limpieza"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	60,00%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
La superficie de trabajo o suelo se encuentra libre de polvo, restos de materiales o fluidos.	<input type="checkbox"/>	Se pudo observar polvo y restos de pintura seca removida en la mesa de trabajo.	
Se encuentra el equipo de pintura libre de suciedad o residuos de material ajenos a las actividad realizada.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Los equipos de seguridad se encuentran en un lugar libre de contaminación o suciedad.	<input type="checkbox"/>	El espacio para los EPP's se encuentra con manchas de pintura.	
El área de pintado se encuentra ventilado en la mayor medida posible	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se ejecutan tareas de limpieza en el área de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>		

**ANEXO X: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S ESTANDARIZACIÓN EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Estandarización"			
<b>Evaluado por:</b>	Paucar Alex, Pineda Luis		
<b>Fecha de evaluación:</b>	09/01/2023	<b>Área auditada:</b>	Talleres de procesos y producción
<b>Nivel de cumplimiento de parámetros</b>	20,00%		
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
Se emplean metodologías que impulsen el cumplimiento de las 5S y su control.	<input type="checkbox"/>	Se muestra un cartel de orden y limpieza sin embargo, no se lleva un control del cumplimiento de las 5S.	
Se emplea material didáctico o visual para llevar impulsar el cumplimiento de la 3S anteriores.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se socializa con el personal de las bondades de cumplir con esta herramienta de Lean Manufacturing.	<input type="checkbox"/>		
Se desarrollan herramientas de control de nivel de cumplimiento de las 5S sean estas tableros, check list, formularios encuestas etc.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se presentan propuestas basadas en la mejora continua para promover la aplicación de las 5S y su reconocimiento de ser así.	<input type="checkbox"/>		

**ANEXO Y: FORMULARIO DE EVALUACIÓN 5S, DISCIPLINA EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO**

			
Ficha de evaluación de las 5S - "Disciplina"			
Evaluado por:	Paucar Alex, Pineda Luis		
Fecha de evaluación:	09/01/2023	Área auditada:	Talleres de procesos y producción
Nivel de cumplimiento de parámetros		25,00%	
Aspecto a evaluar	Cumple	Observación	
El personal procura tener en mente la aplicación de las 5S.	<input checked="" type="checkbox"/>	<p align="center"><b>Debido a que no se ha implementado las 4S previas, es improbable que el personal tenga autodisciplina.</b></p>	
El personal ejecuta las 3S iniciales en la estantería de pintura y fluidos periódicamente.	<input type="checkbox"/>		
Se percibe proactividad en cuanto a la aplicación de las 5S.	<input type="checkbox"/>		
Se brinda capacitaciones e inducciones, además de reconocer o retroalimentar al personal sobre una correcta aplicación de las 5S.	<input type="checkbox"/>		

**ANEXO Z: EVIDENCIA DE LA CAPACITACIÓN DE LA 5S**



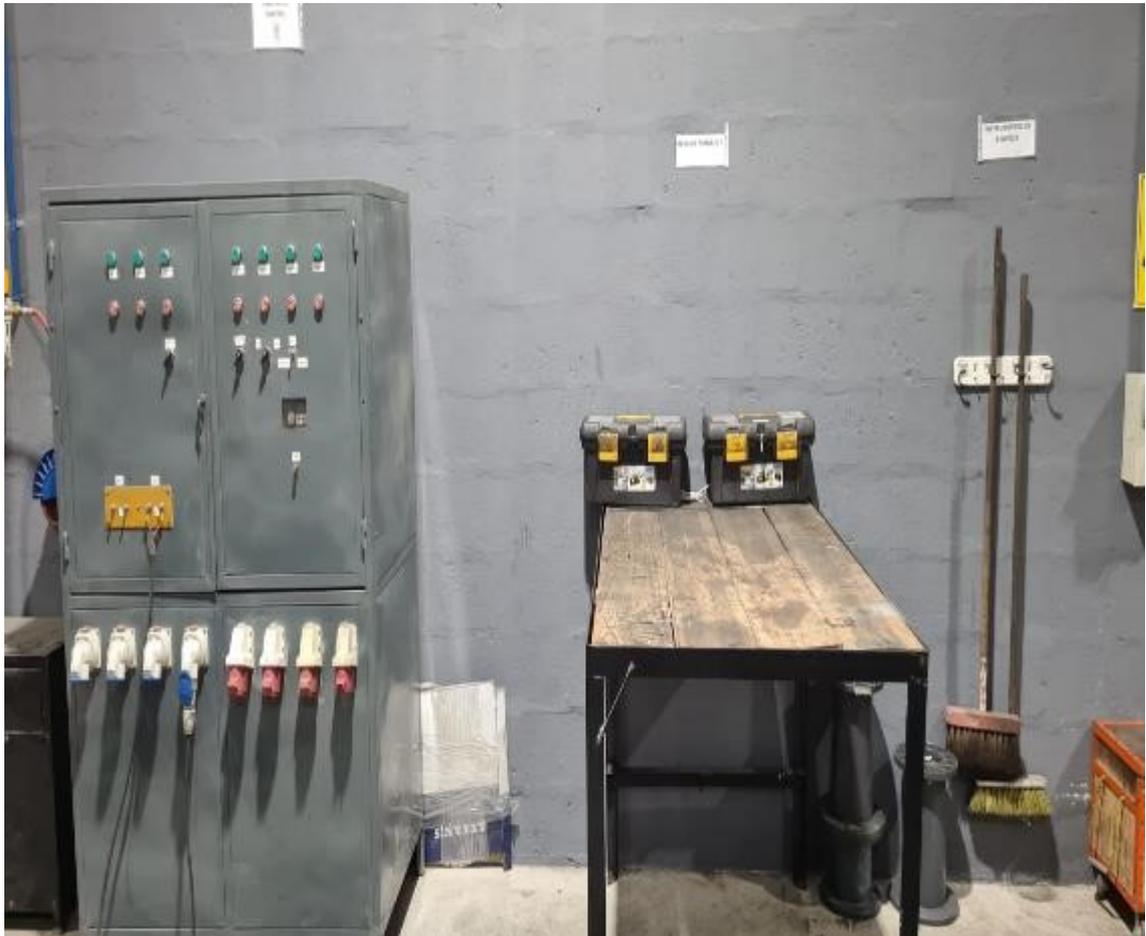
**ANEXO AA: EVIDENCIA DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**



**ANEXO AB: APLICACIÓN DE LA TARJETA ROJA 5S**



**ANEXO AC: ESTACIÓN DE TRABAJO LUEGO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S,  
ÁREA DE MECÁNICA**



**ANEXO AD: APLICACIÓN DE LOS NUEVOS DIAGRAMAS DE PROCESOS**



**ANEXO AE: ESTACIÓN DE TRABAJO LUEGO LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S,  
ÁREA DE BOBINADO**



**ANEXO AF: EVIDENCIA DE IMPLEMENTACIÓN 5S**

