



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO
PRODUCTIVO DEL ÁREA DE MECANIZADO EN LA EMPRESA
LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A. APLICANDO LAS
HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA: PAOLA ANDREA PEÑA MAJÉ

DIRECTOR: Ing. ÁNGEL GEOVANNY GUAMÁN LOZANO

Riobamba - Ecuador

2021

©2021, Paola Andrea Peña Majé

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.

Yo, PAOLA ANDREA PEÑA MAJÉ, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 25 de febrero de 2021

Paola Andrea Peña M.

Paola Andrea Peña Majé

175360472-5

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

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico, **“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE MECANIZADO EN LA EMPRESA LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A. APLICANDO LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING”**, realizado por la señorita: **PAOLA ANDREA PEÑA MAJÉ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Marco Homero Almendáriz Puento PRESIDENTE DE TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: MARCO HOMERO ALMENDARIZ PUENTE	<u>2021-02-25</u>
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 Firmado electrónicamente por: ANGEL GEOVANNY GUAMAN LOZANO	<u>2021-02-25</u>
Ing. Alcides Napoleón García Flores MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: ALCIDES NAPOLEON GARCIA FLORES	<u>2021-02-25</u>

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado principalmente a Dios quien se ha encargado de guiar mi camino al darme fortaleza y sabiduría para finalizar esta etapa de mi vida, a mis padres Adela Majé y Gildardo Peña quienes me han brindado todo su amor y apoyado incondicional además de mis hermanos quienes han sido de gran apoyo en todo mi proceso de formación profesional, espero de todo corazón poder recompensar de algún modo todo el esfuerzo que han descargado en mi para cumplir una meta más de mi vida.

Paola

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Carrera de Ingeniería Industrial y a todos los docentes, por brindarnos los conocimientos para obtener el título profesional además de consejos que nos forjan a ser personas útiles para la sociedad.

Al Ing. Ángel Guamán director y al Ing. Alcides García miembro del trabajo de titulación; por su contribución a la ejecución y culminación del presente trabajo.

A mi familia, amigos, compañeros y demás personas que me brindaron su apoyo para culminar de forma exitosa esta etapa de mi vida.

Paola

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 <i>Objetivo general.</i>	5
1.4.2 <i>Objetivos específicos.</i>	5

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	6
2.1 Productividad.....	6
2.2 Competitividad.....	6
2.3 Mejora Continua.....	6
2.4 Proceso de Producción	7
2.4.1 <i>Según el tipo de transformación de la materia prima.</i>	7
2.4.2 <i>Según el tipo de producción</i>	7
2.4.3 <i>Según su complejidad</i>	8

2.5	Lean Manufacturing	8
2.5.1	<i>Tipos de desperdicios dentro de la filosofía Lean</i>	8
2.6	Los Objetivos del Lean Manufacturing	9
2.7	Principios de la filosofía Lean Manufacturing	10
2.8	Pilares del Lean Manufacturing	11
2.8.1	<i>Primer Pilar: Kaizen</i>	11
2.8.2	<i>Segundo Pilar: Control Total de la Calidad</i>	12
2.8.3	<i>Tercer Pilar: Just In Time</i>	12
2.9	Herramientas del Lean Manufacturing	13
2.9.1	5'S	13
2.9.2	VSM (Mapeo de la cadena de valor)	14
2.9.2.1	<i>Simbología del VSM</i>	15
2.9.2.2	<i>Tipos de cadenas de valor</i>	16
2.9.2.3	<i>Elaboración del VSM</i>	16

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	20
3.1	Identificación de la empresa	20
3.2	Reseña histórica	20
3.3	Localización	21
3.4	Misión	23
3.5	Visión	23
3.6	Política de calidad	23
3.7	Organigrama estructural	24
3.8	Identificación de puestos de trabajo	24
3.9	Productos	27
3.10	Diagrama de procesos	30

3.10.1	<i>Diagrama de proceso del eje de la bomba</i>	31
3.10.2	<i>Diagrama de proceso de la tubería de alojamiento</i>	35
3.11	VSM inicial	37
3.11.1	<i>VSM inicial del eje de la bomba</i>	38
3.11.2	<i>VSM inicial de la tubería de alojamiento</i>	39
3.12	Análisis de desperdicios	40
3.12.1	<i>Análisis de desperdicios del eje de la bomba</i>	40
3.12.1	<i>Análisis de desperdicios de la tubería de alojamiento</i>	41
3.13	Situación actual de las 5'S	42

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	49
4.1	Implementación de las 5'S	49
4.1.1	<i>Fase 1: Planificación</i>	50
4.1.1.1	<i>Etapa 1. Compromiso de la alta gerencia</i>	51
4.1.1.2	<i>Etapa 2: Difusión de las 5'S</i>	53
4.1.1.3	<i>Etapa 3: Planificación de metas a cumplir</i>	53
4.1.1.4	<i>Etapa 4: Capacitación al personal</i>	54
4.1.2	<i>Fase 2: Hacer</i>	55
4.1.2.1	<i>Etapa 1: Implementación SEIRI (Utilización)</i>	56
4.1.2.2	<i>Etapa 2: Implementación SEITON (Orden)</i>	60
4.1.2.3	<i>Etapa 3: Implementación SEISO (Limpieza)</i>	64
4.1.2.4	<i>Etapa 4: Implementación SEIKETSU (Estandarización)</i>	65
4.1.2.5	<i>Etapa 5: Implementación SHITSUKE (Autodisciplina)</i>	67
4.1.3	<i>Fase 3: Verificar</i>	68
4.1.4	<i>Fase 4: Actuar</i>	74
4.2	Elementos necesarios para el proceso productivo	74

4.3	Plan de mantenimiento preventivo	82
4.4	Diagrama del proceso propuesto	93
4.4.1	<i>Diagrama del proceso propuesto del eje de la bomba</i>	93
4.4.2	<i>Diagrama del proceso propuesto de la tubería de alojamiento</i>	96
4.5	VSM futuro	99
4.5.1	<i>VSM futuro del eje de la bomba</i>	99
4.5.2	<i>VSM futuro de la tubería de alojamiento</i>	100
4.6	Análisis de resultados alcanzados	101
	CONCLUSIONES	106
	RECOMENDACIONES	107
	BIBLIOGRAFÍA	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Identificación de puestos de trabajo	25
Tabla 2-3:	Unidades producidas en los últimos seis meses.	25
Tabla 3-3:	Diagrama del proceso actual del eje de la bomba.	31
Tabla 4-3:	Resumen del diagrama de proceso actual del eje de la bomba	33
Tabla 5-3:	Diagrama del proceso actual del tubo de alojamiento.....	35
Tabla 6-3:	Resumen del diagrama de proceso actual de la tubería de alojamiento	36
Tabla 7-3:	Escala de medición para el cumplimiento de las 5'S	42
Tabla 8-3:	Auditoría inicial de las 5'S.....	43
Tabla 9-3:	Resumen de la de Auditoría inicial de las 5'S.....	48
Tabla 1-4:	Reglamento Interno de las 5'S	52
Tabla 2-4:	Cronograma 5'S	54
Tabla 3-4:	Tarjeta roja 5'S.....	57
Tabla 4-4:	Formato de hoja de registro para tarjeta roja 5'S	58
Tabla 5-4:	Hoja de registro tarjeta roja 5'S	58
Tabla 6-4:	Implementación de SEITON.....	61
Tabla 7-4:	Implementación de SEITON señalética	63
Tabla 8-4:	Implementación de SEISO	65
Tabla 9-4:	Check List de verificación de orden y limpieza en el área de producción	66
Tabla 10-4:	Check List de tareas diarias de mantenimiento	67
Tabla 11-4:	Auditoría final	69
Tabla 12-4:	Resumen de la de Auditoría final de las 5'S.	73
Tabla 13-4:	Elementos necesarios para la construcción del eje de la bomba	75
Tabla 14-4:	Elementos necesarios para la construcción de la tubería de alojamiento.....	79
Tabla 15-4:	Plan de Mantenimiento Preventivo	83
Tabla 16-4:	Check List de mantenimiento preventivo mecánico para tornos y fresadoras	84
Tabla 17-4:	Check List de mantenimiento preventivo eléctrico para tornos y fresadoras.....	85
Tabla 18-4:	Check List de mantenimiento preventivo para soldadoras eléctrica	86
Tabla 19-4:	Check List de mantenimiento preventivo para taladros de pedestal	87
Tabla 20-4:	Check List de mantenimiento preventivo para sierras de banda	88
Tabla 21-4:	Check List de mantenimiento preventivo para compresores.....	89
Tabla 22-4:	Check List de mantenimiento preventivo para esmeriles.....	90
Tabla 23-4:	Check List de mantenimiento preventivo para prensa hidráulica	91

Tabla 24-4:	Hoja de registro de mantenimiento preventivo	92
Tabla 25-4:	Diagrama del proceso propuesto del eje de la bomba	93
Tabla 26-4:	Resumen del diagrama del proceso propuesto del eje de la bomba	95
Tabla 27-4:	Diagrama del proceso propuesto de la tubería de alojamiento.....	96
Tabla 28-4:	Resumen del diagrama del proceso propuesto de la tubería de alojamiento	98
Tabla 29-4:	Análisis de resultados del diagrama del proceso del eje de la bomba.....	102
Tabla 30-4:	Análisis de resultados del diagrama del proceso de la tubería de alojamiento .	103
Tabla 31-4:	Análisis de resultados del VSM del eje de la bomba	103
Tabla 32-4:	Análisis de resultados del VSM de la tubería de alojamiento	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2.	Principios de la filosofía Lean Manufacturing.....	11
Figura 2-2.	Operación de un sistema Pull utilizando Kanbans	12
Figura 3-2.	Simbología VSM flujo de materiales	15
Figura 4-2.	Simbología VSM flujo de información	15
Figura 5-2.	Matriz para la selección de la familia de productos	17
Figura 6-2.	Mapa de la cadena de valor	18
Figura 1-3.	Logotipo de la empresa	20
Figura 2-3.	Localización de área administrativa.....	21
Figura 3-3.	Localización del área de producción.....	22
Figura 4-3.	Localización del área de soldadura	22
Figura 5-3.	Tubería de Alojamiento.....	28
Figura 6-3.	Eje de la Bomba	28
Figura 7-3.	VSM inicial del eje de la bomba	38
Figura 8-3.	VSM inicial del tubo de alojamiento.....	39
Figura 1-4.	Capacitación a los trabajadores del área de producción.....	55
Figura 2-4.	Pancarta informativa 5's	55
Figura 3-4.	Proceso de clasificación de elementos	56
Figura 4-4.	Evidencia de Tarjetas rojas 5'S.....	59
Figura 5-4.	Señalética	60
Figura 6-4.	Cronograma del plan de mantenimiento preventivo	82
Figura 7-4.	VSM futuro del eje de la bomba	99
Figura 8-4.	VSM futuro de la tubería de alojamiento	100

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3.	Organigrama estructural de la empresa López Torres Industrial S.A.	24
Gráfico 2-3.	Diagrama de Pareto de las unidades producidas	30
Gráfico 3-3.	Resumen del diagrama de proceso actual del eje de la bomba	34
Gráfico 4-3.	Resumen del diagrama de proceso actual de la tubería de alojamiento	37
Gráfico 5-3.	Resumen de la de Auditoría inicial de las 5'S.....	48
Gráfico 1-4.	Ciclo Deming	50
Gráfico 2-4.	Etapas de la fase 1 (Planificación)	51
Gráfico 3-4.	Organigrama estructural y función del Comité de las 5'S	53
Gráfico 4-4.	Etapas de la fase 2 (Hacer).....	56
Gráfico 5-4.	Diagrama de flujo para clasificación de elementos.....	57
Gráfico 6-4.	Pasos para implementación de SEITON	60
Gráfico 7-4.	Pasos para implementación de SHITSUKE	68
Gráfico 8-4.	Resumen de la de Auditoría final de las 5'S.	73
Gráfico 9-4.	Beneficios del mantenimiento preventivo.....	82
Gráfico 10-4.	Resumen del diagrama del proceso propuesto del eje de la bomba	96
Gráfico 11-4.	Resumen del diagrama del proceso propuesto de la tubería de alojamiento... ..	98
Gráfico 12-4.	Auditoría inicial vs auditoría final de las 5'S.....	101
Gráfico 13-4.	Diagrama del proceso actual vs propuesto del eje de la bomba.	104
Gráfico 14-4.	Diagrama del proceso actual vs propuesto de la tubería de alojamiento.....	105

RESUMEN

Este proyecto de titulación tiene como objetivo desarrollar una propuesta de mejora del proceso productivo del área de mecanizado en la empresa López Torres Industrial S.A. aplicando las herramientas de Lean Manufacturing y una de estas fue el Value Stream Mapping (VSM), donde se observó el flujo de los productos e información del proceso productivo con la ayuda del diagrama del proceso, además se identificaron los desperdicios del proceso de producción, primero se realizó el VSM inicial en el cual se encontraron desperdicios como, sobreproducción, sobre procesamiento, esperas y defectos; estos desperdicios fueron analizados y se propuso el VSM futuro, donde se establecieron las propuestas de mejora, también se evaluó el estado de orden y limpieza de la empresa a través de la metodología 5's, herramienta fundamental de la filosofía Lean. Los resultados obtenidos del VSM inicial fueron 90,05 min en el tiempo del proceso, un takt time de 90,05 min/u y 145,4 min en el lead time estos datos pertenecen al eje de la bomba, en la tubería de alojamiento el tiempo del proceso es de 41,3 min, takt time de 41,3 min/u y el lead time de 79 min; en el VSM futuro los resultados fueron en el eje de la bomba 9 min menos en el tiempo del proceso, 9 min/u menos en takt time y 18,6 min menos en el lead time; con respecto a la tubería de alojamiento fueron 7,8 minutos los reducidos en el lead time. La segunda herramienta utilizada fue las 5'S, en la auditoría inicial arrojó un porcentaje poco satisfactorio de 33,33% de cumplimiento, al implementar la metodología su porcentaje aumentó a 84,45% el cual es satisfactorio. En conclusión las herramientas de Lean Manufacturing ayudaron a identificar los desperdicios y proponer mejoras en el proceso productivo del área de mecanizado.

PALABRAS CLAVES: <INGENIERÍA INDUSTRIAL>, <LEAN MANUFACTURING>, <PROCESO PRODUCTIVO>, <DIAGRAMA DE PROCESOS>, <METODOLOGÍA 5'S>, <VALUE STREAM MAPPING (VSM)>.

**LUIS ALBERTO
CAMINOS
VARGAS**

Firmado digitalmente por LUIS
ALBERTO CAMINOS VARGAS
Nombre de reconocimiento (DN):
c=EC, l=RIOBAMBA,
serialNumber=0602766974, cn=LUIS
ALBERTO CAMINOS VARGAS
Fecha: 2021.03.24 09:57:35 -05'00'



0821-DBRAI-UPT-2021

ABSTRACT

This degree research has as objective to develop a proposal to improve the production process of the machining area the company López Torres Industrial S.A. applying Lean Manufacturing tools and one of these was Value Stream Mapping (VSM), where the flow of products and information of the production process was observed with the help of the process diagram, in addition the waste of the production process was identified, first the initial VSM was performed in which waste was found such as, overproduction, on processing, waits and defects; these wastes were analyzed and the future VSM was proposed, where the improvement proposals were established, the state of order and cleanliness of the company was also evaluated through the 5's methodology, a fundamental tool of the Lean philosophy. The results obtained from the initial VSM were 90.05 min at the time of the process, a takt time of 90.05 min/u and 145.4 min in the lead time these data these data pertain to the pump axis, in the housing pipe the process time is 41.3 min, takt time of 41.3 min/u and the lead time of 79 min; in the future VSM the results were on the pump shaft 9 min less in process time, 9 min/u less in takt time and 18.6 min less in lead time; compared to the accommodation pipe were 7.8 minutes the reduced in lead time. The second tool used was the 5'S, in the initial audit it found an unsatisfactory percentage of 33.33% compliance, by implementing the methodology its percentage increased to 84.45% which is satisfactory. In conclusion, Lean Manufacturing's tools helped to identify waste and propose improvements in the production process of the machining area.

KEY WORDS: <INDUSTRIAL ENGINEERING>, <LEAN MANUFACTURING>, <PRODUCTIVE PROCESS>, <PROCESS DIAGRAM>, <METHODOLOGY 5'S>, <VALUE STREAM MAPPING (VSM)>.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas tienen como objetivo el aprovechamiento de los recursos disponibles y con esto aumentar su rentabilidad, buscando así la mejora continua. Para lograr este cometido deben adoptar nuevas metodologías que les permitan mantener la competitividad dentro de los mercados actuales.

Es común observar dentro de las actividades diarias de las empresas, acciones que no aportan ningún valor al producto final, también conocidos como desperdicios, para evitar este tipo de operaciones se recomienda utilizar un modelo de gestión que ayude a disminuir o eliminar los desperdicios. Una de las filosofías que cumple con esta función es Lean Manufacturing, la cual cuenta con diversas herramientas que se pueden utilizar de acuerdo a las necesidades de la organización.

La empresa López Torres Industrial S.A, con más de 15 años de experiencia brindando servicios petroleros a la comunidad de Orellana, tales como la reparación de tubería, roscados especiales, fabricación de diversas partes de las bombas utilizadas en la extracción de petróleo, además de diferentes productos relacionados con el mercado industrial. Es considerada una pequeña empresa ya que su número de trabajadores supera los 10 empleados y sus ingresos anuales son mayores a \$100.001.

El objetivo de este trabajo se basa en desarrollar una propuesta de mejora en el proceso productivo del área de mecanizado de la empresa López Torres Industrial S.A. con la ayuda de las herramientas del Lean Manufacturing, entre ellas se encuentra el VSM y las 5'S.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

A lo largo del tiempo se han realizado estudios en diversas organizaciones acerca de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta, los resultados de estos estudios se darán a conocer a continuación.

- (Lema y Apupalo, 2019) Realizaron el trabajo de titulación nombrado “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”. Donde se aplicaron herramientas como el VSM, 5’S, tarjetas Kanban y TPM, dando como resultado la reducción del Lead time a 3958 minutos (8 días), el porcentaje de cumplimiento de las 5’S se elevó a un 80% y aumentaron la productividad de 5.77 pieles/día a 8.33 pieles/día, los cuales son resultados muy buenos para la empresa, además de evidenciar la sustentabilidad del trabajo.
- (Ortiz, 2018) Fue la creadora del trabajo de titulación denominado “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” donde implementó tanto la metodología VSM como Kanban en la línea de producción de capelladas sublimadas, obtuvo resultados muy buenos ya que se determinó un lead time de 4,5 días, un tiempo de valor añadido de 4 días, un tiempo de valor no añadido de 4,22 horas y el porcentaje de productos no conformes de 7,7% y al terminar con la implementación estas bajaron a un lead time de 1,3 días; tiempo de valor añadido igual a 1.2 días; tiempo de valor no añadido igual a 1 hora; porcentaje del producto no conforme de 0.7%. Aquí se notan los grandes beneficios de la correcta aplicación de la metodología VSM.
- (Flores y Yanéz, 2018) Realizaron el trabajo de titulación nombrado “Mejoramiento del proceso productivo en la empresa EL PLACER S.A. ubicada en el Cantón Píllaro en base al desarrollo de la metodología 5’S y VSM, herramientas de Lean Manufacturing” del cual gracias a la aplicación del VSM en el proceso de faenado de pollos se obtuvo una situación

inicial donde el lead time era de 13 horas, el takt time de 16,71 s/pollo y el tiempo donde se agregaba valor al producto de 5,5 horas. Además al aplicar las metodologías 5'S Y VSM se mejoró la productividad de 216 a 326 pollos/hora. Por ende se puede certificar que la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing ayudaron a mejorar el proceso productivo en la empresa.

- (Montero y Ramírez, 2018) Fueron los creadores de la tesis titulada “Propuesta de un sistema de producción para la empresa “OMEGA” ubicada en la ciudad de Riobamba en base a las herramientas del Lean Manufacturing” en la cual se realizó un análisis en la producción de yogurteras de dicha empresa, donde se identificaron los desperdicios, entre ellos tenemos el sobre procesamiento además de sobreproducción por la existencia de tiempos muertos, lo cual afectaba la producción, así que se decidió realizar una redistribución de Planta mediante la utilización de herramientas como las 5S, SMED, Kanban y Poka yoke. Como resultado de su análisis tenemos que logró reducir los tiempos de procesamiento de 7092,96 min a 2445,37 min y aumento la productividad de 0,708 yogurteras/semana a 2,025 Yogurteras por semana.

Todas las investigaciones acerca de estas metodologías han tenido un resultado muy positivo para las organizaciones donde fueron aplicadas, esto demuestra que Lean Manufacturing es muy eficaz cuando buscamos oportunidades de mejoras y la eliminación de desperdicios en el proceso de producción.

1.2 Planteamiento del problema

La empresa López Torres Industrial S.A. dedicada a ofrecer servicios petroleros en la ciudad de Fco de Orellana “El Coca”. Con más de 15 años de experiencia cuenta con un área administrativa en la zona céntrica de la ciudad, un campamento en el km 8 vía Lago Agrio dedicado a procesos de soldadura y por último un campamento en el km 3 ½ vía Los Zorros, en este último es donde se centrará el trabajo de titulación, ya que la empresa no cuenta con un proceso productivo estandarizado lo que genera la aparición de desperdicios tales como los tiempos de espera, sobre procesamiento, defectos y sobreproducción.

Es por esta razón que la empresa desea adoptar un modelo de gestión que ayude a eliminar o reducir los desperdicios en el proceso de producción al evitar operaciones que no aportan un valor agregado a los productos. Los productos que serán analizados son la tubería de alojamiento en la cual se realiza una rosca housing en cada extremo, cada rosca tiene precio al público de \$19,14 y a la semana pueden llegar a hacer un aproximado de 35 roscas, el segundo

producto a analizar es el eje de la bomba ya que su fabricación tiene una duración de 3 horas y cada eje tiene un precio al público aproximado de \$175,83 dependiendo de la medida exigida por el cliente, al estandarizar estos procesos la empresa busca reducir los tiempo de fabricación y elevar su productividad y competitividad en el mercado.

Así que se optó por aplicar las herramientas de Lean Manufacturing, las cuales tienen metodologías apropiadas para abordar los desperdicios que se identifiquen en la empresa López Torres Industrial S.A., ya que son instrumentos eficaces para realizar mejoras dentro de la organización, esto se debe al buen uso de la información en los diagramas de flujo, donde puede hacer un rediseño de los procesos resolviendo así los problemas que disminuyen la productividad de la empresa.

1.3 Justificación

Este trabajo de titulación tiene como propósito identificar los desperdicios dentro de los procesos productivos de la tubería de alojamiento y eje de la bomba utilizada en la extracción de petróleo, realizados en el área de mecanizado de la empresa López Torres Industrial S.A., y dar solución a los problemas que afectan su productividad, mediante la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

Las herramientas de la filosofía Lean ayudan a las organizaciones a tener un correcto aprovechamiento de los recursos disponibles aumentando la productividad de la empresa, esto se da al eliminar o reducir los desperdicios encontrados, como puede ser el producir cantidades inadecuadas, realizar movimientos innecesarios, sobre procesamiento, etc., que no aportan ningún valor agregado al producto.

Con la aplicación de las herramientas de la Manufactura Esbelta se podrá visualizar la situación actual de la empresa López Torres Industrial S.A., donde se puede identificar tanto las actividades que generan un valor al producto como las que no, a partir de esto se pueden proponer mejoras en el proceso productivo, logrando beneficios tangibles tanto para empresa como para los clientes, justificando así la realización de este trabajo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general.

Desarrollar una propuesta de mejora del proceso productivo del área de mecanizado en la empresa LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A. aplicando las herramientas de Lean Manufacturing.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Estudiar la situación inicial del proceso productivo del eje de bomba y de la tubería de alojamiento utilizados en la extracción de petróleo a través del VSM inicial.
- Describir los tipos de desperdicios existentes en el proceso productivo de los productos antes mencionados.
- Evaluar el estado de orden y limpieza en las áreas de trabajo con ayuda de la metodología 5S
- Desarrollar un VSM futuro que reduzca o elimine los desperdicios localizados.
- Evaluar los resultados alcanzados gracias a la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Productividad

La productividad busca optimizar la forma de utilización de los recursos en la elaboración de bienes, productos y servicios teniendo una eficiencia y eficacia en los procesos, las empresas toman la productividad como objetivos estratégicos ya que el tener una productividad alta o baja demuestra la competitividad de la empresa dentro del mercado (Calvache, 2018, p. 22).

La productividad es el grado de rendimiento en una producción y se consigue dividiendo la producción obtenida (salidas o productos) sobre todos los recursos utilizados para obtenerla (Carro y González, 2012, p. 1).

2.2 Competitividad

Para las empresas la palabra competitividad no es más que la capacidad de competir de forma exitosa, tanto en mercados nacionales como internacionales, en sí, existen diferentes perspectivas cuando hablamos de este tema es por esto que la competitividad de las empresas no obedece a un conjunto específico de políticas realizadas por los gobernantes, sino de la combinación óptima de las mismas (Rubio y Baz, 2015).

La competitividad es la búsqueda de una mayor calidad y bajos precios de los bienes o servicios en comparación de los contendientes a nivel nacional e internacional, obteniendo la mayor cantidad de beneficios. La competitividad industrial no nace de manera espontánea, ya que tiene que ver con el producto de un patrón en una interacción complicada y dinámica (García, 2015).

2.3 Mejora Continua

La mejora continua es el principio que no deja que una empresa desaparezca, ya que observa cuales son las tendencias del mercado, necesidades del cliente y cambia ciertos factores para cubrir todas estas nuevas necesidades. La mejora continua no solo se enfoca en el producto, sino también los trabajadores, la infraestructura, el proceso y todos los factores que

ayudan a las empresas a permanecer activas. El éxito de la mejora continua se base en forma de su enfoque (Pérez, 2016, p. 9).

2.4 Proceso de Producción

También conocido como proceso productivo, el cual no es más que un conjunto de actividades que se encuentran conectadas de una forma dinámica basada en la transformación de los productos o elementos ofrecidos por una organización.

Básicamente el proceso productivo nos ayuda a agregar valor a un producto o elemento de entrada, convirtiéndolo en un producto de salida o el producto final que ofrecemos en nuestra empresa.

A los elementos de entrada se les puede llamar factores, en otras palabras es la materia prima que necesita ser transformada para obtener una rentabilidad de ella.

Existen muchas formas de clasificar los procesos de producción entre ellas tenemos:

2.4.1 Según el tipo de transformación de la materia prima.

- Técnicos. Este tipo de proceso realiza una modificación en las propiedades de la materia prima.
- De modo. Este tipo de proceso realiza una modificación solamente en una selección, forma o modo de disposición de las cosas.
- De lugar. Cuando se debe desplazar las cosas dentro de un espacio.
- De tiempo. Estas son la que permanecen intactas en el tiempo.

2.4.2 Según el tipo de producción

- Proceso continuo. Este se da cuando existe una producción en serie, como ejemplos tenemos refinerías de petróleo, fábricas de lácteos, ensamble de vehículos, entre otros.
- Proceso intermitente. Este se da cuando es una producción bajo pedido, por ejemplo la realización de bocadillos para una fiesta de 15 años, fabricación de naves de guerra, entre otros.

2.4.3 Según su complejidad

- Simple. No es necesario tener experiencia, lo único que se debe hacer es tener los patrones preestablecidos por la empresa
- Complicado. Los trabajadores deben estar debidamente capacitados para poder realizar el proceso ya van a necesitar de conocimientos especiales, como fórmulas, protocolos y demás acciones para la correcta aplicación.
- Complejo. No siempre el tener conocimiento de las fórmulas o protocolos a seguir hacen que los procesos sean exitosos, algo muy valioso para que los procesos lleguen a tener éxito, es la experiencia, sin embargo aun así pueden cometerse errores que no satisfagan las necesidades del cliente (IPLACEX, 2014, pp. 2-3).

2.5 Lean Manufacturing

La filosofía Lean Manufacturing a lo largo del tiempo ha recibido diversos nombres tales como manufactura esbelta, producción limpia, producción sin desperdicios, sistema justo a tiempo, manufactura de clase mundial e incluso sistema de producción Toyota.

Esta filosofía puede definirse como “un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de desperdicios o excesos entendiendo a excesos como toda actividad que no agrega valor en el proceso, pero si costos y trabajo” (Soconini, 2019, p. 20).

2.5.1 Tipos de desperdicios dentro de la filosofía Lean

- Sobre-producción. Esto se da cuando queremos realizar más de lo que realmente necesitamos, se piensa que hacer más, más rápido e incluso adelantarse a la demanda es lo mejor.
- Tiempo de espera. Es el tiempo donde el personal, material, maquinaria, mediciones e información está inactivo.
- Transporte. Cuando se transporta la materia prima, productos terminados o en proceso, a los lugares erróneos, se consideran transportes innecesarios que generan una pérdida de recursos para la empresa.

- **Sobre-procesamiento.** Esto se da al realizar operaciones o actividades que no tiene un valor agregado al producto o servicio, desde la perspectiva del cliente. Pero si generan un costo a la empresa.
- **Sobre Inventario.** Este desperdicio se da cuando existen materiales en exceso o más material del que realmente se necesita. Cuando hablamos de sobre inventario se hace referencia a los materiales, productos terminados o en proceso, en exceso, es decir que no hay demanda suficiente para ese producto.
- **Movimientos.** En este punto hablamos sobre los movimientos innecesarios que son realizados por el personal, maquinaria o equipo y no aporta un valor agregado al producto o servicio ofrecido.
- **Defectos.** Cuando los productos no cumplen con las características con las que son ofertados, quiere decir que existe un producto o servicio defectuoso, el cual, requiere un mayor control de calidad, inspección, sustitución o reparación, cuando se tienen defectos en los productos y o servicios, esto trae diversas complicaciones, empezando por insatisfacción de cliente, disminución de clientela, gasto de recursos y un mayor costo para la empresa, es por esto que se deben eliminar de raíz estas pérdidas.
- **Competencia mal utilizada del talento humano.** Este tipo de desperdicio se da cuando no utilizamos o valoramos las habilidades de los trabajadores, estas habilidades pueden ser el nivel de experiencia, creatividad, mental, etc. (Lema y Apupalo, 2019, pp. 15-16)

2.6 Los Objetivos del Lean Manufacturing.

Su objetivo principal se basa en la simplificación de los procesos, a partir de la realización de análisis que nos ayuden a transformar los flujos y permitir solo las acciones que aportan un valor agregado al producto, lo que nos lleva a tener una mayor fluidez en el proceso, reduciendo significativamente la duración del mismo y los costos de fabricación del producto, lo cual aporta beneficios a la empresa ya que aumenta su productividad, calidad y competitividad.

El mercado global es muy cambiante por esta razón hay que tener una alta competitividad, la filosofía Lean Manufacturing ayuda a eliminar y reducir desperdicios, lo que nos lleva a una mejora continua de los procesos aumentando la utilidades y mejorando los tiempos de entrega. (Ortiz, 2018, p. 8)

Entre sus objetivos tenemos:

- Disminuir la cadena de desperdicios.
- Implementar sistemas robustos de producción.
- Mejorar el proceso de distribución para tener un aumento de la flexibilidad.

2.7 Principios de la filosofía Lean Manufacturing

Cuando se habla de la filosofía Lean no solo se basa en la forma de proveer al cliente los bienes o servicios que necesita, si no también proveerlos cuando realmente los requiera. Mediante la aplicación de la producción Lean, se cambia la forma de “producir lotes con exceso de productos” a “limitarse a la demanda del consumidor”.

Estos pensamientos deben respetarse no solo en el producto final, sino en todo el proceso productivo y administrativo de la empresa. (Cerón et al., 2015, p. 4)

Teniendo esto en mente vamos a observar los cinco principios con lo que trabaja el Lean Manufacturing.

- Lograr eliminar los defectos definiendo la calidad desde la perspectiva del cliente.
- Eliminar desperdicios, para lograr este cometido el primer paso es identificar si las actividades que se realizan agregan valor o no, cuales son los recursos utilizados y si se consigue un inventario JIT.
- La mejora continua, mediante la creación de un sistema que ayude con la reducción de costos, un aumento en la calidad y una mayor productividad.
- Flexibilidad, es decir, la capacidad de adaptación a las necesidades del cliente, teniendo en cuenta que debemos satisfacer la demanda del cliente y no dejarnos llevar por pronósticos de ventas.
- Busque siempre la perfección, si logra alcanzar los cuatro principios ya nombrados, lo siguiente es buscar las alternativas para añadir eficiencia, siempre es posible mejorar en el proceso productivo. (Ortiz, 2018, p. 9)

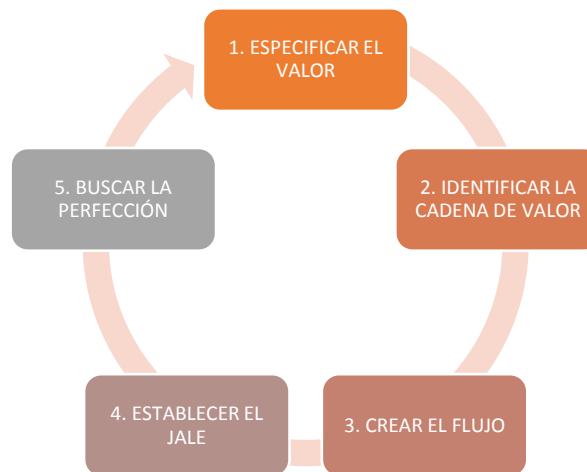


Figura 1-2. Principios de la filosofía Lean Manufacturing.

Fuente: Apaza, 2018

2.8 Pilares del Lean Manufacturing

2.8.1 Primer Pilar: Kaizen

También conocido como mejoramiento, pero más que esto, su significado se refiere al mejoramiento continuo. Este se basa en tener pequeños mejoramientos realizados por todos los miembros de la empresa. Esta disciplina la obtenemos al aplicar el verdadero empoderamiento. Aquí es donde todas las ideas, aportes, conocimientos de los empleados se consideran, las cuales son evaluadas por un proceso visible y conocido y la retroalimentación para el trabajador es rápida y concreta.

Si se acepta el aporte, la persona que lo sugirió participará en su implementación (mientras ello sea relevante). Kaizen hace que los empleados se sientan escuchados y tengan un sentido de pertenencia con la compañía y su responsabilidad con la misma.

Cada uno de los conceptos que se estudian debe seguir una disciplina de mejoramiento, para que el ambiente sea el adecuado al implementar cambios que beneficien a la compañía y a los trabajadores. (Rivera, 2015, p. 95)

Para realizar un programa de evolución y avance continuo en el desarrollo empresarial, la implementación de este pilar es indispensable.

2.8.2 Segundo Pilar: Control Total de la Calidad

Este pilar tiene como característica principal que la efectividad debe estar incluida en cada uno de los departamentos de la empresa donde se realice un control de calidad, sin dejar de lado mantener un control durante todo el proceso de fabricación. (Ordoñez, 2017, p. 19)

2.8.3 Tercer Pilar: Just In Time

Just in time (Justo a tiempo o JIT) hace referencia a la entrega de materiales y productos en el momento preciso en el que se van a utilizar, de esta forma habrá una reducción en el inventario de materia prima, productos en proceso y también en los productos terminados. Justo a Tiempo es indispensable cuando se quiere implementar un sistema Pull, ya que este se da cuando el proceso siguiente requiere unidades del anterior. Si mantenemos un cierto porcentaje de inventario de producto terminado, podemos imaginar que el cliente se presenta y toma las unidades que requiere. Cuando pasa esto la o las unidades tomadas deben tener una tarjeta (Kanban), que se remite al proceso anterior, donde se denote la necesidad de volver a tener un inventario completo del producto final.

Para finalizar el proceso se debe tomar una de las unidades que fueron terminadas en el último proceso y completar el vacío en el inventario final. (Rivera, 2015, p. 99-100)

Entonces, la penúltima estación recibe la señal de que hay un espacio en su inventario y debe tomar una unidad del proceso anterior para resolver este problema, así sucesivamente como podemos observar en la siguiente figura.

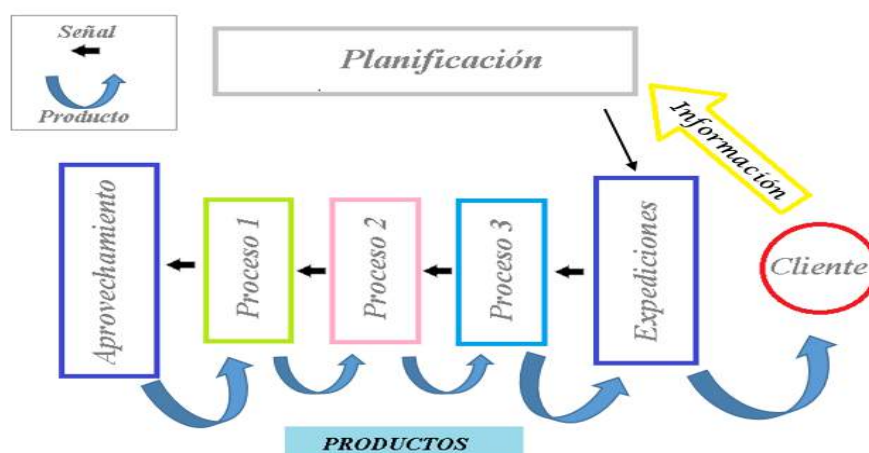


Figura 2-2. Operación de un sistema Pull utilizando Kanbans

Fuente: Gómez, 2016

2.9 Herramientas del Lean Manufacturing

Todas las herramientas que conforman la filosofía Lean Manufacturing son de gran importancia ya que a través de su aplicación se puede llegar a tener una Calidad Total, un proceso justo a tiempo y esto lleva a la mejora continua. Es por esto que se presentan a continuación las utilizadas en el presente trabajo.

2.9.1 5'S

Trabaja de manera similar que el Kaizen ya que a través de esta disciplina se llega al mejoramiento continuo, 5'S es considerado como el fundamento de la filosofía Lean. Se denomina 5'S porque consta de cinco palabras japonesas que han sido usadas para mostrar un cambio en diversos ámbitos, empezando desde el orden y la limpieza del lugar de trabajo hasta la disciplina personal.

- Seiri (Utilización). Esta palabra hace referencia a que solo se debe tener en el lugar de trabajo lo que vamos a necesitar, todos los demás objetos sobrantes, obsoletos o que no sean necesarios para la actividad no deben permanecer ahí, ya que tenemos que deshacernos de todos los distractores.
- Seiton (Orden). “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar” este dicho es muy aplicable cuando hablamos de orden. Los objetos que van a ser utilizados, deben tener una ubicación exclusiva dependiendo de la frecuencia con la que se utiliza, esto va ayudar a que el lugar de trabajo permanezca en orden, además esto evidencia la falta o posición errónea de los elementos de trabajo. También se debe incluir una etiqueta que nos ayuden a determinar su ubicación de forma correcta.
- Seiso (Limpieza). Habla de la limpieza en el lugar de trabajo, los equipos y las superficies utilizadas. Esta limpieza debe realizarse tanto al comienzo como al final de cada jornada de trabajo, por ende es necesario destinar unos minutos para realizarla. Además, cuando una persona limpia y ordena su lugar de trabajo a diario, hace más fácil la detección de manchas de lubricante o combustible, lo que permitirá programar las acciones de mantenimiento necesarias antes de que el equipo sufra una avería (limpieza es detección).
- Seiketsu (Estandarización). La cuarta “ese” es la estandarización y mantenimiento de las tres primeras. Las empresas deben tener estandarizados sus procesos procedimientos de utilización, orden y limpieza, y aplicarlos ya que de nada sirve tenerlos si no se aplican de

manera adecuada. La 5S deben hacerse a diario, de tal manera que se vuelva un hábito en el trabajo, sin embargo no es nada fácil porque requiere tiempo de adopción a la rutina diaria.

- Shitsuke (Autodisciplina). Para finalizar esta última “ese” hace referencia a la interiorización de las cuatro anteriores, cuando notamos que el trabajador aplica lo antes aprendido de manera automática e inclusive empieza a transferir esa aplicación a su vida personal. Es cuando la utilización, el orden, la limpieza y la disciplina se integran en la manera de pensar y actuar de las personas de forma natural. (Rivera, 2015, pp. 95-97)

2.9.2 VSM (Mapeo de la cadena de valor)

El mapa de valor o VSM se basa en la elaboración de un diagrama de toda la cadena de producción de una empresa, donde podemos observar los flujos de los materiales e información desde los proveedores hasta finalizar con el cliente.

En este diagrama deben estar plasmadas todas las actividades u operaciones realizadas para la obtención de un producto final o la prestación de un servicio.

El VSM ayuda a identificar todas aquellas actividades que generan o no un valor al producto final, aquí es donde encontramos los desperdicios generados en el proceso y damos solución para optimizar la productividad. (Ordoñez, 2017, p. 32)

Ventajas del Mapeo de la Cadena de Valor

- El VSM nos ayuda a observar el flujo de producción e información del producto o familia de productos.
- Podemos encontrar de forma ágil la raíz de los desperdicios.
- Su simbología es universal por lo tanto se puede analizar los procesos de manera sencilla.
- Es el primer paso para un plan de implementación.
- Podemos conocer el proceso de una forma detallada
- El VSM ayuda a la detección de cuellos de botella.

2.9.2.1 Simbología del VSM

El mapeo de la cadena de Valor utiliza una simbología universal que permite realizar de forma sencilla las lecturas de los diagramas. Esta metodología consta de dos flujos, el flujo de materiales y el flujo de información.

A continuación se mostrará la representación de la simbología del VSM en cada uno de estos flujos.




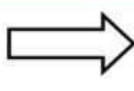

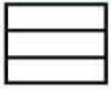
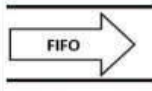

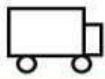


			
Operación de valor añadido	Operación de control	Material parado	Material push
			
Material pull	Datos de proceso	Material secuenciado	Ciente -Proveedor
			
Transporte por camión	Transporte interno	Supermercado	

Figura 3-2. Simbología VSM flujo de materiales

Fuente: IPEA, 2018



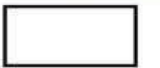
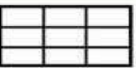






			
Flujo de información manual	Operación de control	Plan de producción	Caja de nivelado
			
Kanban de lote de producción	Kanban de Movimiento	Kanban de Producción	Movimiento de Kanban en Lote
			
Secuenciador	Ajustes informales del Plan de Producción		

Figura 4-2. Simbología VSM flujo de información

Fuente: IPEA, 2018

2.9.2.2 Tipos de cadenas de valor

Cuando se menciona la cadena de valor, hace referencia al flujo de actividades realizadas para obtener un producto final, se debe tomar en cuenta desde las peticiones a los proveedores hasta la recepción del producto al cliente, estas actividades pueden o no agregar valor a la cadena o proceso.

Existen tres tipos de cadenas.

- De Transformación. Cuando tenemos un proceso de fabricación, ensamblaje, construcción, servicios, etc.
- De Diseño/Desarrollo. Donde constan los procesos de diseño o desarrollo de los productos, tecnologías e ideas.
- De soporte. Los procesos que generalmente no agregan un valor por si solos, sin embargo podemos añadir valor a los procesos que asisten, como ejemplo tenemos la elección de trabajadores, control de calidad, abastecimiento de recursos, etc. (Poma, 2014,p.32)

2.9.2.3 Elaboración del VSM

Como primer paso hay que seleccionar el área crítica donde se realizará el trabajo.

El segundo paso es conocer cuál es la situación inicial de la empresa, ya que es imposible mejorar un proceso que no conocemos, es por esto que se debe indagar todo lo necesario para tener una visión clara.

En el segundo paso se debe realizar un mapa de la cadena de valor (VSM) que permita sacar conclusiones para la futura mejora en la organización. Al elaborar dicho mapa, lo primero que se hace es seleccionar una familia de productos, la cual, debe compartir los mismos procesos de fabricación. Para que la determinación de las familias de productos sea la adecuada, se debe crear una matriz, donde las familias estén en un eje y los procesos en otro, como se muestra en la siguiente figura. (García y Amador, 2019, p. 72)

		FASES DEL PROCESO PRODUCTIVO							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUCTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	
	F	X	X	X	X			X	X
	G	X	X	X	X				X

Figura 5-2. Matriz para la selección de la familia de productos

Fuente: García y Amador, 2019

También se debe tomar en cuenta dos diferentes análisis los cuales son:

- *Análisis producto–cantidad.* Para realizar este análisis se debe tomar la producción de los últimos 6 meses y con este hacer un diagrama de Pareto determinando así los productos con mayor demanda en la empresa.
- *Análisis producto–ruta.* Si al realizar el diagrama de Pareto el análisis de producto–cantidad tiene una relación de 40-60, es recomendable usar el análisis producto–ruta, ya que en este se crea una matriz de los procesos del transporte que realiza el producto, donde podremos observar las rutas que coinciden entre productos, eligiendo así a la familia. (Masapanta, 2014, p. 34)

Al realizar el VSM es necesario seguir los siguientes pasos:

- Agrupar los datos de la producción y observar secuencia de los procesos antes de ir a planta.
- Todos los trabajadores deben conocer el propósito de las actividades que se realizaran.
- Se debe tener todo tipo de información del área y procesos donde va a ser enfocada la investigación, como número de operarios, tiempo de ciclo, máquinas utilizadas, cambios entre procesos, etc.
- Entablar una comunicación con los empleados donde nos informen acerca de las operaciones y explicarles cómo se desarrolla la metodología VSM.
- Identificar las actividades y plasmarlas en el mapa.

- Al dibujar los flujos se debe tomar en cuenta tanto los flujos de información como los flujos de materiales.
- Realizar el mapa actual
- En la parte inferior del mapa se debe realizar la línea de tiempo para la suma de los tiempos del proceso.

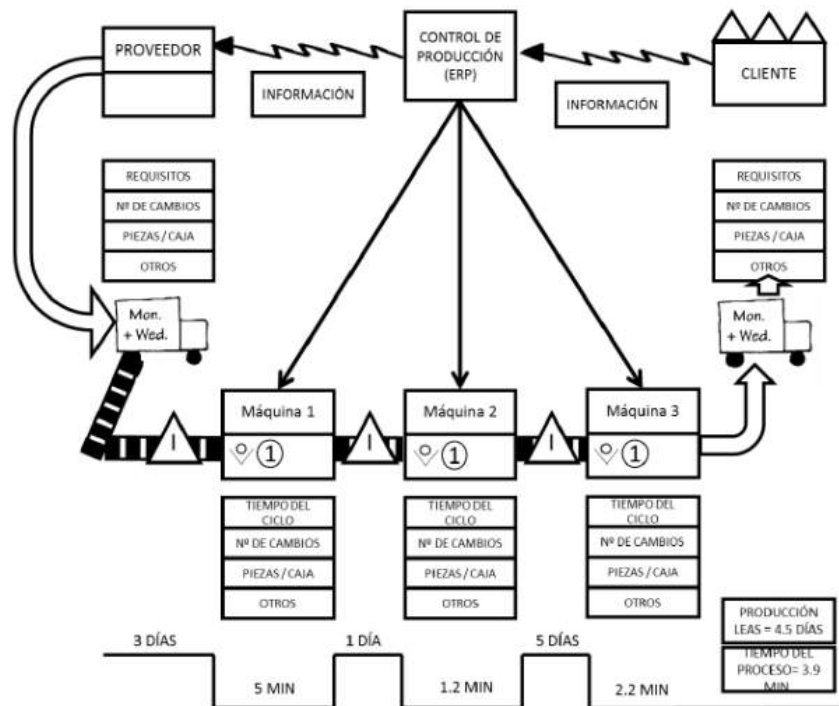


Figura 6-2. Mapa de la cadena de valor

Fuente: García y Amador, 2019

Como tercer paso se debe analizar la situación inicial, donde se encontraron los desperdicios existentes dentro de la empresa, este proceso debe hacerse fuera de las instalaciones de empresa para no tener influencia de los trabajadores del área en cuestión. (Masapanta, 2014, p. 41)

Para finalizar la metodología Value Stream Mapping (VSM) se debe realizar el mapeo del estado futuro donde se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Determinación del Takt Time
- ¿Se pueden realizar procesos de flujos continuos? y en ¿dónde?

- ¿Existe una forma de nivelar la producción?
- ¿Se puede realizar el trabajo de forma constante donde el proceso que marca el paso no sea afectado?
- ¿Cuáles son las mejoras necesarias?
- ¿Existe un cuello de botella y en dónde está?
- Identificar el tamaño del lote.
- Determinar las estaciones de trabajo

Con esto ya se puede realizar el mapa de situación futura donde se visualizarán las propuestas de mejora para la empresa.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Identificación de la empresa

- **Razón social:** López Torres Industrial S.A.
- **Representante Legal:** Vicente López Torres
- **Actividad Social:** López Torres Industrial S.A., es una empresa dedicada a la construcción y reparación de piezas y herramientas utilizadas en el sector petrolero, entre los servicios con los que cuenta la empresa está el torneado, fresado, cepillado, soldadura, rectificado de superficies, taladrado radial, prensado y transporte de oleoductos.



Figura 1-3. Logotipo de la empresa

Fuente: López Torres Industrial S.A., 2020

3.2 Reseña histórica

La empresa López Torres Industrial S.A., fue fundada por el señor Vicente López Torres, quien llegó a la Amazonía ecuatoriana a la edad de 18 años, sus principios fueron humildes pero llenos de esfuerzos y dedicación, trabajó para empresas como General Paint, Weatherford, Minga S.A., pero en su pensamiento no estaba el ser un empleado más, esta fue su motivación para ahorrar y comprar su primer torno empezando así su emprendimiento con el taller artesanal López Torres Industriales, poco a poco la producción fue aumentando y siguió invirtiendo en maquinaria, no fue hasta el 2002 que se creó la empresa que hoy es denominada como LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A.

3.3 Localización

Provincia Orellana

Ciudad Fco. De Orellana, “El Coca”

Dirección

- **Área administrativa:** Av. Alejandro la Vaca y Antonio Cabrera

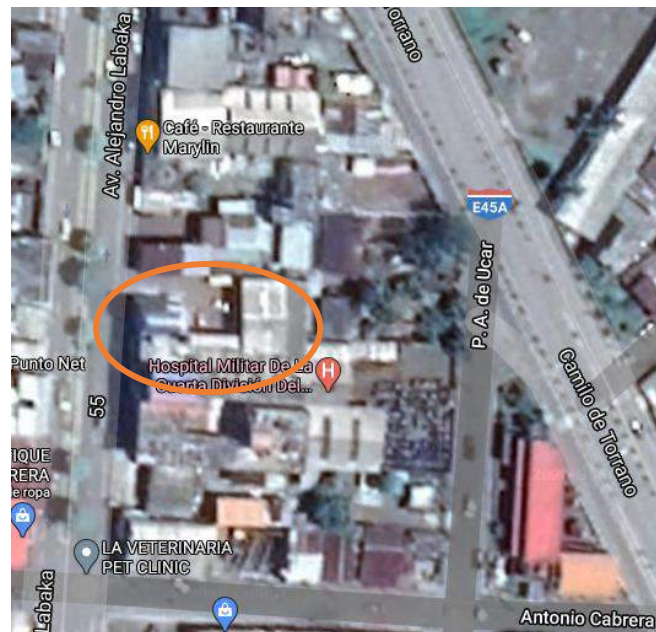


Figura 2-3. Localización de área administrativa

Fuente: Google Maps

- **Área de producción:** Vía los Zorros frente a la base Coca Schlumberger



Figura 3-3. Localización del área de producción

Fuente: Google Maps

- **Área de Soldadura:** Parroquia Nuevo Paraíso, el Coca, calle San José de Payamino por el Km 8 ½.

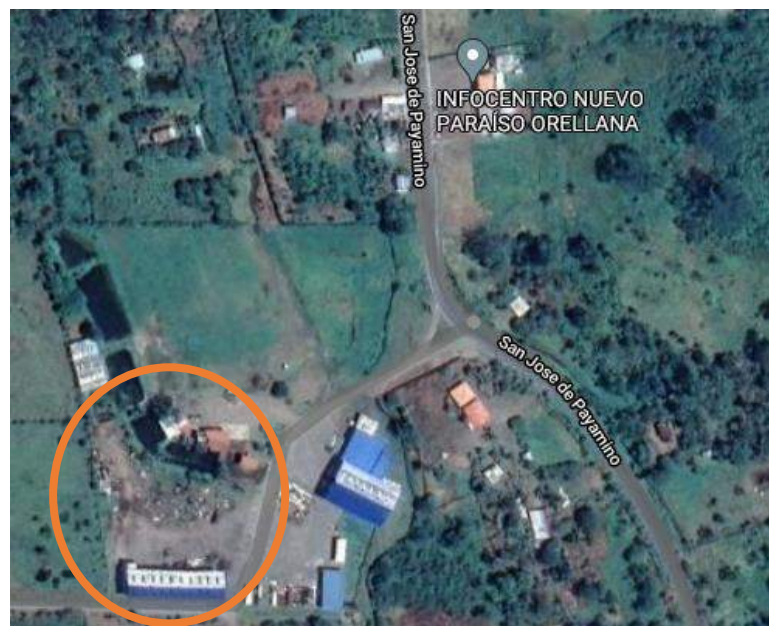


Figura 4-3. Localización del área de soldadura

Fuente: Google Maps

3.4 Misión

Lograr en nuestra empresa y en nuestros clientes la satisfacción y credibilidad suficientes que representen un crecimiento rentable constante, proporcionando soluciones acordes a sus necesidades, todo esto a través de la excelencia en el proceso de venta y servicio de torno y diferentes productos relacionados con el mercado industrial, que cumplan con los estándares de calidad exigidos, apoyados específicamente en nuestro talento humano, nuestro principal valor (López Torres Industrial S.A., 2020).

3.5 Visión

1. El desarrollo personal y profesional de nuestra gente nos permitirá alcanzar la excelencia por este motivo fomentaremos el trabajo en grupo con un solo direccionamiento, con actitud positiva de satisfacción y servicio.

2. Actuaremos en búsqueda constante de oportunidades que conlleven a un crecimiento rentable, una eficiencia óptima en nuestro servicio y una satisfacción general de nuestros clientes, todo estructurado en disponibilidad de producto, atención y superación de las metas trazadas.

3. La seguridad es y será primordial en todas nuestras tareas diarias, para lo cual se estructurara una cultura con los más altos estándares que garantice su estricto cumplimiento.

4. Se seguirá garantizando la satisfacción y cumplimiento de las expectativas a todos nuestros clientes, empleados y la comunidad en general.

Nuestro futuro depende de la total satisfacción de nuestros clientes como socio primordial de nuestra empresa, del cumplimiento de nuestros compromisos individuales y colectivos y de un comportamiento ejemplar con nuestro entorno. El éxito de esta política depende de las convicciones, valores y responsabilidades de nuestra gente y en el cumplimiento de la legislación y las normas obligatorias aplicables, condiciones que nos llevaran al primer lugar (López Torres Industrial S.A., 2020).

3.6 Política de calidad

López Torres Industrial S.A, presta servicios especializados en máquinas y herramientas, soldadura, fabricación de productos metalmecánicos, levantamiento de carga con maquinaria pesada y transporte de sustancias peligrosas, cumpliendo con estándares de calidad y tiempo de

entrega a sus clientes. A través del mejoramiento continuo de sus métodos de trabajo, la capacitación constante y especializada de su personal, el mantenimiento óptimo de su tecnología, un eficaz control de producción. Con el fin de satisfacer a las empresas de servicios petroleros y en general en sus requerimientos específicos (López Torres Industrial S.A., 2020).

3.7 Organigrama estructural

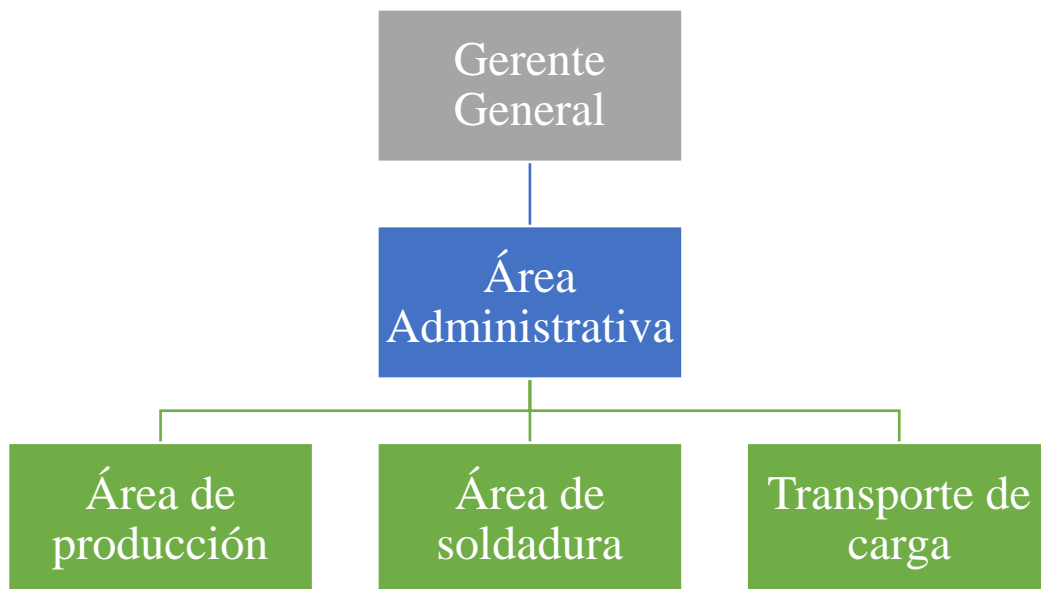


Gráfico 1-3. Organigrama estructural de la empresa López Torres Industrial S.A.

Fuente: López Torres Industrial S.A., 2020

3.8 Identificación de puestos de trabajo

El enfoque de este proyecto de titulación está en el área de producción de la empresa López Torres Industrial S.A, es por este motivo que se deben identificar los puestos de trabajo de dicha área, la cual será dividida en área 1 y área 2 de producción ya que se encuentran en lugares diferentes.

Tabla 1-3: Identificación de puestos de trabajo





Identificación de puestos de trabajo	
Descripción	Fotografía
Área 1 de producción	
Área 2 de producción	
Tornos.- La empresa cuenta con seis tornos manuales distribuidos de la siguiente forma.	
3 tornos en el área 1 de producción.	
3 tornos en el área 2 de producción.	
Fresadora.- Existen actualmente dos fresadoras una en cada área de producción.	

Tabla 1-3: (Continuación) Identificación de puestos de trabajo

<p>Fresadora del área 1 de producción</p>	
<p>Fresadora del área 2 de producción</p>	
<p>Taladro de columna ubicado en el área 1 de producción</p>	

Tabla 1-3: (Continuación) Identificación de puestos de trabajo

<p>Prensa hidráulica ubicada en el área 1 de producción</p>	
<p>Sierra de cinta ubicada en el área 1 de producción</p>	
<p>Esmeril.- La empresa cuenta con dos esmeriles uno en cada área de producción.</p>	
<p>Esmeril del área 1 de producción</p>	
<p>Esmeril del área 2 de producción</p>	

Realizado por: Peña, Paola, 2020

3.9 Productos

La empresa López Torres Industrial S.A, es una empresa que trabaja bajo pedido, así que no tiene un número definido de productos, sin embargo mediante un análisis *producto-cantidad* se encontraron los productos que generan mayores ingresos a la empresa en el área de

producción, los cuales son el eje de la bomba (Pump Shaft) y la tubería de alojamiento (Housing de bomba).



Figura 5-3. Tubería de Alojamiento

Fuente: López Torres Industrial S.A., 2020



Figura 6-3. Eje de la Bomba

Fuente: López Torres Industrial S.A., 2020

La elección de estos dos productos se determinó mediante un diagrama de Pareto el cual se encuentra en el Gráfico 2-3, a continuación se muestran los datos de las unidades producidas en los últimos seis meses del año 2020 empezando desde mayo hasta noviembre y fueron proporcionados por la empresa.

Tabla 2-3: Unidades producidas en los últimos seis meses.

Productos	Unidades							Valor Unitario en dólares	Precio por total de unidades	Precio por total de unidades acumulado	% Acumulado
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Noviembre	TOTAL				
Tubería de alojamiento	100	130	146	170	160	158	864	19,14	16536,96	16536,96	41%
Eje de la bomba	8	6	12	10	12	10	58	175,83	10198,14	26735,10	67%
Pedestales	5	6	5	6	5	5	32	200,00	6400,00	33135,10	83%
Otros	25	18	26	24	19	26	138	30,00	4140,00	37275,10	93%
Guías de motor	2	2	3	2	3	0	12	160,00	1920,00	39195,10	98%
Corte de espaciador	15	17	31	20	2	14	99	7,80	772,20	39967,30	100%

Realizado por: Peña, Paola, 2020

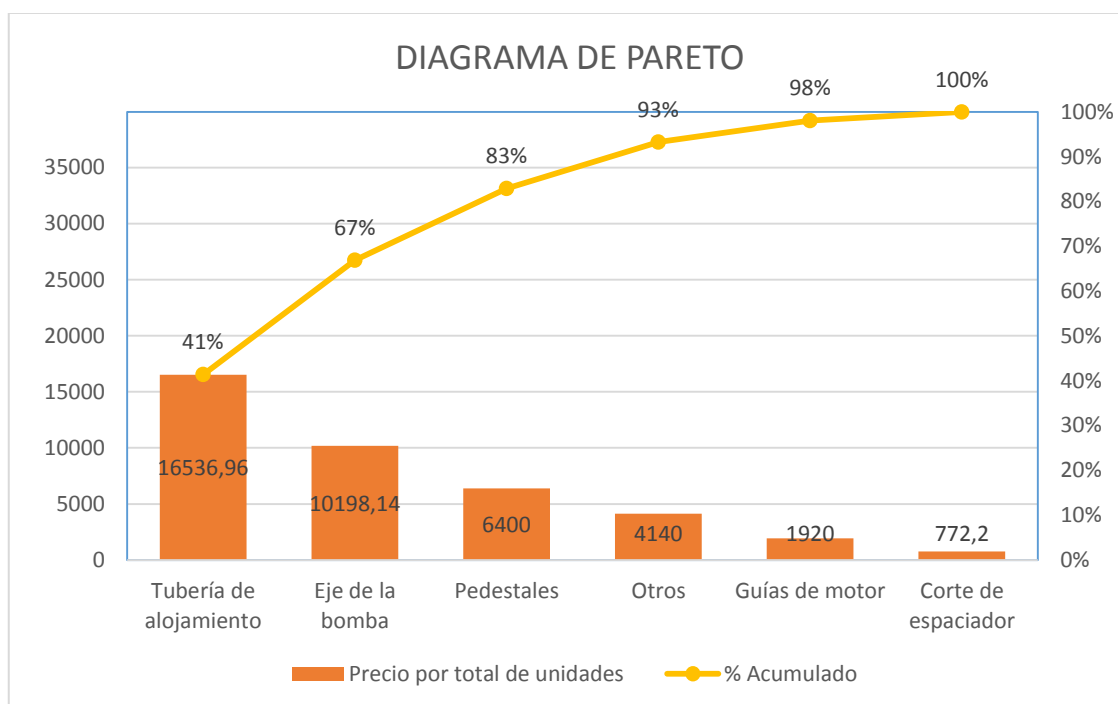


Gráfico 2-3. Diagrama de Pareto de las unidades producidas

Realizado por: Peña, Paola, 2020

Este diagrama de Pareto se interpreta como que el 80% de los ingresos del área de producción se obtienen del 20% de los productos, sustentando así la elección de la tubería de alojamiento y el eje de la bomba para el análisis.

3.10 Diagrama de procesos

El diagrama de proceso se realiza con la finalidad de conocer las operaciones, transporte, esperas o demoras, inspecciones, almacenamiento y operaciones combinadas además del tiempo que tardan en realizar el proceso productivo del eje de la bomba y la tubería de alojamiento como se muestra a continuación.

3.10.1 Diagrama de proceso del eje de la bomba

Tabla 3-3: Diagrama del proceso actual del eje de la bomba.

Método actual	<input type="checkbox"/>									
Método propuesto	<input type="checkbox"/>	DIAGRAMA DEL PROCESO								
Sujeto del diagrama	Eje de la bomba								Fecha: 2020 - 12 - 10	
El diagrama empieza y termina en el almacenamiento de ejes de bombas								HECHO POR: PEÑA		
								DIAGRAMA N° 1		
DEPARTAMENTO: Producción										
Distancia en metros	Tiempo en segundos	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA				DESCRIPCIÓN DEL PROCESO				
	0	1				Almacenamiento de ejes de bombas				
	18	1				Medición del eje				
	10	2				Trazado				
7,8	20	1				Transporte de materia prima desde almacenamiento hasta torno 1				
	332	1				Preparación de torno 1				
	100	3				Sujeción de la materia prima en el husillo del torno				
10,8	20	2				Se transporta de torno 1 a bodega				
	120	2				Busca herramientas para el torno				
10,8	20	3				Transporte de herramientas desde bodega hasta torno 1				
	80	3				Colocar las cuchillas en el porta herramientas				
	478	4				Tronzado de eje				
	192	5				Refrentado del eje				
	35	1				Inspecciona que el eje esté nivelado				
	50	6				Centrar el eje				
	63	4				Coloca la broca de guía				
	468	7				Perfora con la broca de guía				
	50	5				Cambio de broca (dependiendo del plano)				
	486	8				Perfora con la segunda broca				
	334	9				Cilindrado interno				
	40	2				Inspecciona la medida				
	296	10				Refrentado interno				
	35	3				Inspecciona la medida				
	40	11				Realiza biselado con lima				
	70	6				Cambio de cuchilla del porta herramientas (Cuchilla fabricado por los trabajadores)				
	390	12				Roscado interno				
	60	7				La punta de la cuchilla estaba desafilada				
10,8	20	4				Se transporta de torno 1 a bodega				
	35	8				Busca caja de machuelos				
10,8	20	5				Transporte de caja de machuelos desde bodega hasta torno 1				
	60	4				Inspecciona la medida del machuelo				
	420	13				Realiza roscado interno con machuelo				
10,8	20	6				Se transporta de torno 1 a bodega				
	45	9				Busca pernos para verificar roscado interno				
10,8	20	7				Transporte de los pernos desde bodega hasta torno 1				

Tabla 3-3: (Continuación) Diagrama del proceso actual del eje de la bomba

	160	5		Verifica que todos los pernos entren sin dificultad
	80	10		Cambio de cuchillas y posición del eje de la bomba
	50	6		Inspecciona la medida
	60	14		Empieza a realizar ranura 1 de identificación de dureza de material
	25	11		Retira la cuchilla del porta herramientas
12,6	15	8		Se transporta de torno 1 a esmeril del área 1
	60	12		Afila la cuchilla
12,6	26	1		Transporte e inspección de cuchilla, desde esmeril del área 1 hasta torno 1
	50	13		Coloca chuchilla en porta herramientas
	25	15		Mide
	120	16		Realiza ranura 1 de identificación de dureza de material
	45	7		Verifica la medida de ranura 1 de identificación
	30	14		Analiza planos y medidas
	45	17		Mide
	150	18		Realiza ranura 2 de identificación de dureza de material
	50	8		Verifica la medida de ranura 2 de identificación
	46	19		lima y limpia las dos ranuras
	30	15		Analiza planos y medidas
	30	20		Mide
	150	21		Realiza ranura 3 (según la descripción del plano)
	45	9		Verifica la medida de ranura 3
	96	16		Cambio de cuchillas además analiza planos y medidas
	30	22		Mide
	160	23		Realiza ranura 4 (según la descripción del plano)
	50	10		Verifica la medida de ranura 4
	45	24		lima y limpia las cuatro ranuras
	60	17		Cambio de posición del eje de la bomba
	190	25		Realiza cilindrado
	45	11		Verifica la medida
	10	26		lima y limpia el cilindrado final
	636	18		Preparación de la fresadora 1
4,3	10	9		Transporta el eje de la bomba de torno 1 a fresadora 1
	180	27		Dentado guía en el eje
	80	19		Cambio de fresa
	80	12		Verificación de la medida
	200	28		Dentado del eje de la bomba
	80	13		Verificación de la medida
	30	20		No Acopla de forma adecuada
	60	29		Mide
	180	30		Dentado del eje de la bomba
	60	14		Verificación de la medida
3,5	15	10		Transporte de fresadora 1 a almacenamiento de ejes de bombas

Tabla 3-3: (Continuación) Diagrama del proceso actual del eje de la bomba

		40	31		Mide
3,5	15		11		Transporte de almacenamiento de ejes de bombas a fresadora 1
	180		32		Dentado del eje de la bomba
	60		15		Verificación de la medida
3,5	13		12		Transporta producto terminado de fresadora 1 a almacenamiento de ejes de bombas
	40		33		Limpieza del eje de la bomba
4,2	15		13		Transporte de almacenamiento de ejes de bombas a bodega
	130		21		Busca la amoladora, disco de corte y conecta la extensión
4,2	15		14		Transporte de bodega a almacenamiento de ejes de bombas
	180		34		Biselado en x en los dientes del eje
	0		2		Almacenamiento de ejes de bombas
TOTAL	121	8724			

Realizado por: Peña, Paola, 2020

En la siguiente tabla se puede observar el resumen del diagrama de proceso actual del eje de la bomba.

Tabla 4-3: Resumen del diagrama de proceso actual del eje de la bomba

RESUMEN DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL			
	Cantidad	Tiempo en segundos	Distancia en metros
Operaciones 	34	5403	
Transporte 	14	238	121
Esperas 	21	2162	
Inspecciones 	15	895	
Op. Combinada 	1	26	
Almacenamiento 	2	0	
Total	87	8724	121

Realizado por: Peña, Paola, 2020

Como se puede observar en el resumen del diagrama de proceso actual de eje de la bomba, existen 87 actividades de las cuales 34 son operaciones realizadas en 5403 segundos que equivale a 1 h 30 min; existen 14 transportes con un recorrido de 121 metros realizados en 4 minutos, 21 de las actividades son esperas que equivalen a 36 minutos que no generan ningún beneficio al proceso de fabricación sin embargo muchas de ellas son necesarias para continuar con el proceso productivo, 15 inspecciones que equivalen a 14,9 minutos, una operación combinada realizada en 26 segundos y dos almacenamientos. En total todo el proceso de fabricación del eje de la bomba dura 8724 segundos lo que equivale a 2h 25 min.

En el Gráfico 3-3, se puede observar los tiempos utilizados para realizar las diferentes actividades en porcentajes.

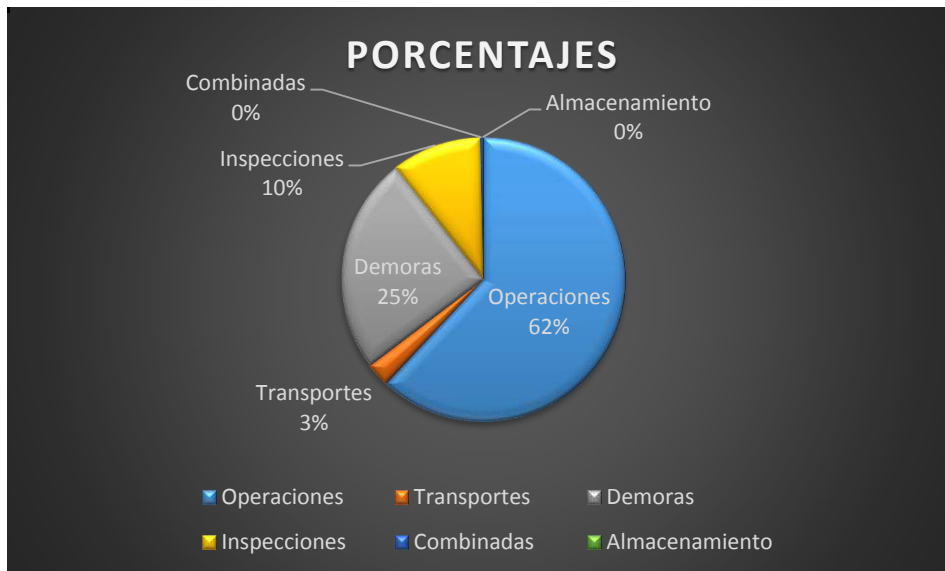


Gráfico 3-3. Resumen del diagrama de proceso actual del eje de la bomba

Realizado por: Peña, Paola, 2020

3.10.2 Diagrama de proceso de la tubería de alojamiento

Tabla 5-3: Diagrama del proceso actual del tubo de alojamiento

Método actual		Método propuesto		Sujeto del diagrama		DIAGRAMA DEL PROCESO		Fecha: 2020 - 12 - 16	
[Red Square]		[White Square]		Tubería de alojamiento				HECHO POR: PEÑA PAOLA	
								DIAGRAMA N° 1	
El diagrama empieza y termina en el almacenamiento de HSG de bombas									
DEPARTAMENTO: Producción									
Distancia en metros	Tiempo en segundos	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA				DESCRIPCIÓN DEL PROCESO			
	0	1							Almacenamiento de HSG de bombas
9,7	180	1							Transporte de almacén HSG de bombas a torno 2 (T02)
	120	1							sujeción del tubo con el plato de sujeción y centrado
6,7	20	2							Transporte de torno 2 (T02) a almacén de ejes de bomba
	10	2							Toma el tubo con lija
6,7	25	3							Transporte de almacén de ejes de bomba a torno 2 (T02)
	120	1							limpieza del tubo
	360	3							Preparación de materiales
11,2	25	4							Se transporta de T02 a bodega
	45	4							Busca equipo de protección personal
11,2	28	5							Se transporta de bodega a T02
	45	5							Colocar las cuchillas en el porta herramientas
	100	2							Tronzado de eje
	80	3							Refrentado del eje
	20	1							Inspecciona medida
	80	4							Refrentado del eje
	20	2							Inspecciona medida
	80	5							Refrentado del eje
	30	3							Inspecciona medida
	15	6							Realiza bisel
	20	6							Retira la cuchilla
9	25	6							Transporte de T02 al T01
	15	7							Busca cuchilla
9	25	7							Transporte de T01 al T02
	40	8							Cambio de cuchilla
	12	9							Mira el plano
	80	10							Centra la cuchilla
	100	7							Empieza a cilindrar
	15	4							Inspecciona medida
	30	8							Lija lo cilindrado
	30	11							Da ángulo al carro auxiliar
	160	9							Construcción de O'ring
	25	5							Inspecciona medida
	60	10							Construcción de O'ring
	25	6							Inspecciona medida
	60	11							Construcción de O'ring
	20	7							Inspecciona medida
	60	12							Construcción de O'ring
	35	8							Inspecciona medida
	73	13							Construcción de O'ring
	27	9							Inspecciona medida
	15	12							Mira el plano
	60	13							Da ángulo al carro auxiliar
	165	14							Realiza bisel de asiento del O'ring

Tabla 5-3: (Continuación) Diagrama del proceso actual del tubo de alojamiento

	12	10		Inspecciona medida
	20	15		Lima bisel
	88	14		Retira la cuchilla
6,5	15	8		Transporte de T02 al T03
	300	15		Busca cuchilla y herramientas
6,5	15	9		Transporte de T03 al T02
	60	16		Cambio de cuchilla
11,2	30	10		Transporte de T02 a bodega
	15	17		Busca comprobadores
11,2	30	11		Transporte de bodega a T02
	180	18		Demora al escoger herramientas
	20	16		Señala con marcador
	360	17		Roscado
	25	11		Inspección visual
	750	18		Roscado
	30	12		Verifica medidas
	45	19		Lija la rosca
	45	13		Comprueba medida
	100	20		Limpieza del tubo
9,7	20	12		Transporta el tubo de T02 a almacenamiento de HSG de bombas
	0	2		Almacenamiento de HSG de bombas
TOTAL	108,6	4740		

Realizado por: Peña, Paola, 2020

En la siguiente tabla se puede observar el resumen del diagrama de proceso actual de la tubería de alojamiento.

Tabla 6-3: Resumen del diagrama de proceso actual de la tubería de alojamiento

RESUMEN DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL TUBERÍA DE ALOJAMIENTO			
	Cantidad	Tiempo en segundos	Distancia en metros
Operaciones 	20	2478	
Transporte 	12	438	108,6
Esperas 	18	1495	
Inspecciones 	13	329	
Op. Combinada 	0	0	
Almacenamiento 	2	0	
Total	65	4740	108,6

Realizado por: Peña, Paola, 2020

Como se puede observar en el resumen del diagrama de proceso actual de la tubería de alojamiento, contamos con 65 actividades de las cuales 20 corresponden a las operaciones las cuales son realizadas en 2478 segundos que equivale a 41,3 min; existen 12 transportes con un recorrido de 108,6 m realizados en 7,3 minutos, contamos con 18 demoras equivalen a 24,92 minutos, 13 inspecciones que equivalen a 5,5 minutos y por último dos almacenamientos. En total todo el proceso de fabricación de la tubería de alojamiento o HSG de bomba es de 4740 segundos lo que equivale a 1h 19 min.

A continuación se presentan los tiempos utilizados para realizar las diferentes actividades en porcentajes.

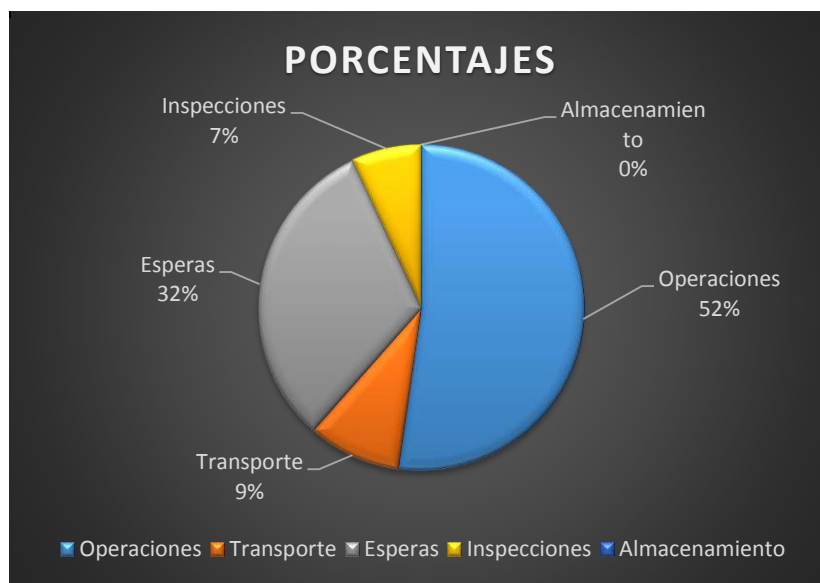


Gráfico 4-3. Resumen del diagrama de proceso actual de la tubería de alojamiento

Realizado por: Peña, Paola, 2020

3.11 VSM inicial

Gracias a los diagramas de flujo e información brindada por la empresa, se pudo analizar el proceso productivo del eje de la bomba y de la tubería de alojamiento, así que el siguiente paso es la realización del VSM inicial de estos dos procesos, donde se plasma el flujo de proceso y toda la información desde su origen hasta la entrega al cliente.

Mediante la representación gráfica se podrá encontrar y eliminar actividades que no agregan valor al producto final, en otras palabras los desperdicios encontrados en estos procesos de producción, por ende se realizará una propuesta de mejora cumpliendo así el objetivo del proyecto de titulación.

3.11.1 VSM inicial del eje de la bomba

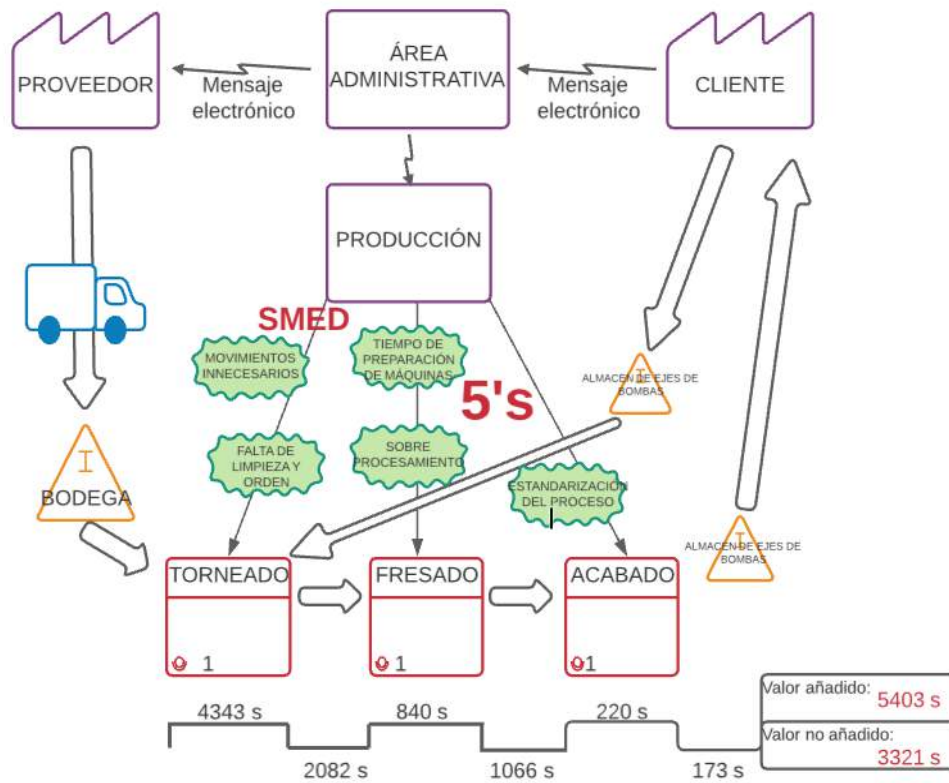


Figura 7-3. VSM inicial del eje de la bomba

Realizado por: Peña, Paola, 2020

Análisis del VSM inicial: Gracias al VSM se identificaron las actividades que generan un valor añadido al proceso productivo del eje de la bomba, las cuales fueron realizadas en un tiempo de 5403 s lo que equivale a 1,5h; donde el mayor tiempo de procesamiento se encuentra en el torneado, además se identificaron las actividades que no generan un valor añadido al eje de la bomba realizadas en 3321 s lo que equivale a 0 H 55 min 21 s, lo cual es un tiempo muy elevado para actividades que no añaden valor al producto final, estas actividades se derivan de la falta de identificación, limpieza y orden de los materiales y herramientas, sin embargo muchas de estas no pueden ser eliminadas ya que son necesarias en el proceso, por ejemplo los cambios de herramientas en el torno o la fresadora, inspecciones o transportes.

$$\text{Tiempo de proceso} = \text{torneado} + \text{fresado} + \text{acabado}$$

$$\text{Tiempo de proceso} = 4343 \text{ s} + 840 \text{ s} + 220 \text{ s}$$

$$\text{Tiempo de proceso} = 5403 \text{ s} = 1,5 \text{ h}$$

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ de\ proceso}{Producción}$$

$$Takt\ time = \frac{1,5\ h}{1\ unidad} = 1,5\ h/unidad$$

Lead time = tiempo de valor añadido + tiempo de valor no añadido

$$Lead\ time = 5403\ s + 3321\ s$$

$$Lead\ time = 8724\ s = 2,42\ h$$

3.11.2 VSM inicial de la tubería de alojamiento

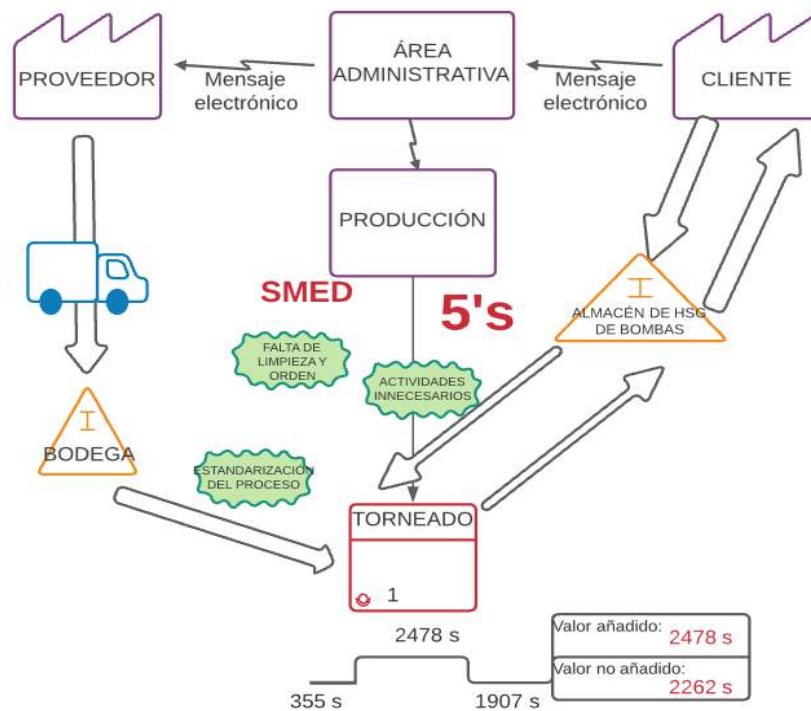


Figura 8-3. VSM inicial del tubo de alojamiento

Realizado por: Peña, Paola, 2020

Análisis del VSM inicial: Se identificaron actividades que generan un valor añadido al proceso productivo de la tubería de alojamiento las cuales fueron realizadas en un tiempo de 2478 s es decir 41,3 min en el área de torneado, además se identificaron las actividades que no generan un valor añadido al producto las cuales se realizaron en un tiempo de 2262 s lo que equivale a 37,7 minutos, además se identificaron los desperdicios como la falta de orden y limpieza, realizan actividades innecesarias y falta de estandarización del proceso.

Tiempo de proceso = torneado

Tiempo de proceso = 2478 s = 0,69 h

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ de\ proceso}{Producción}$$

$$Takt\ time = \frac{0,69\ h}{1\ unidad} = 0,69\ h/unidad$$

Lead time = tiempo de valor añadido + tiempo de valor no añadido

Lead time = 2478 s + 2262 s

Lead time = 4740 s = 1,32 h

3.12 Análisis de desperdicios

3.12.1 Análisis de desperdicios del eje de la bomba

El eje de la bomba pasa por tres estaciones de trabajo, comienza desde el almacenamiento de ejes de bomba, pasa al área de tornos, después a la fresadora y vuelve al almacenamiento de ejes de bomba donde se hace el acabado final, durante este proceso se notaron diferentes tipos de desperdicios, entre ellos están:

- Tiempo de espera
- Sobre-procesamiento
- Defectos
- Sobreproducción

Estos son los más evidentes dentro de este proceso productivo. A continuación se detalla cada uno de ellos.

Tiempo de espera o demoras: El 25% del tiempo empleado para realizar el eje de la bomba corresponde a las esperas, se debe considerar que muchas de las actividades que generan esperas son necesarias para que el proceso siga su curso, sin embargo se deben mejorar los tiempos empleados, ya que son 36,03 min que no generan ningún valor agregado al producto. Entre las

esperas más relevantes se encuentra la preparación de las máquinas, en el torno su preparación es de 5,5 min al empezar el proceso, lo cual está bien considerando que las preparaciones de máquinas no debe ser mayor a 10 min, pero el problema está en que no lleva todo lo necesario para la culminación del proceso, entonces genera transportes y operaciones innecesarias además de aumentar el tiempo del proceso productivo.

En cuanto a la preparación de la máquina fresadora a diferencia del torno si tiene todos los elementos necesarios para la terminación del proceso en ese puesto de trabajo, sin embargo preparar esta máquina le lleva al operador 10,6 min por ende el proceso de preparación de la fresadora debe ser mejorado.

Sobre-procesamiento: Cuando hablamos de los sobre procesamientos también puede referirse a procesos incorrectos por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar, en el caso del eje de la bomba cuando el operario se encontraba en el torneado se observó que paraba el proceso para realizar inspecciones de las medidas de manera frecuente, además repite la limpieza de las ranuras en dos ocasiones, lo cual ocasiona que exista más actividades de las necesarias.

Defectos: Los defectos fueron muy notorios al momento del fresado, ya que el operario se vio en la obligación de repetir el proceso tres veces para cumplir con los requerimientos del cliente, esto se dio por no tener las herramientas en este caso la fresa afilada de forma adecuada, lo cual genera tiempo y esfuerzo desperdiciado.

En el torneado del eje también existieron complicaciones ya que ellos fabrican sus herramientas y al no tener la cuchilla afilada para el proceso de roscado, perdió el paso, por ende tuvo que realizar este proceso de manera manual con machuelos.

Sobreproducción: La empresa López Torres Industrial S.A, se ha visto en la necesidad de disminuir su personal a lo largo de este año, ya que no existe una gran demanda de sus servicios, es por esto que los operarios al no tener productos de entrega inmediata se dedican a producir artículos que no han sido pedidos por el cliente, lo que genera un incremento de inventario y eleva el costo de mantenerlo en la empresa.

3.12.1 Análisis de desperdicios de la tubería de alojamiento

Básicamente los desperdicios encontrados en el proceso productivo de la tubería de alojamiento son similares a los definidos en el eje de la bomba. Estos problemas son causados por la falta de orden y limpieza dentro del área de producción y el no tener procesos estandarizados lo que genera una incorrecta preparación de la maquinaria, ya que los operarios no llevan todos los

elementos necesarios a su lugar de trabajo, lo que ocasiona actividades innecesarias, aumentando así el tiempo del proceso productivo, esto se puede comprobar al sumar el tiempo verdadero que se utilizó para la preparación de la maquinaria, dando como resultado 16 min.

Este valor es mayor del recomendado, es por este motivo que el porcentaje de esperas o demoras es muy elevado ya que equivale al 32% de las actividades de todo el proceso.

3.13 Situación actual de las 5'S

Muchas de las actividades realizadas en el proceso de producción de la empresa López Torres Industrial S.A., son consideradas como desperdicios ya que no aportan ningún valor al producto final.

Estas actividades están relacionadas con la falta de orden y limpieza dentro de la empresa, es por este motivo que se realizó una auditoría de las 5'S ya que es una herramienta fundamental en la filosofía Lean Manufacturing, además, a través de esta disciplina se llega al mejoramiento continuo. Para evaluar el cumplimiento de la metodología 5'S, basados en la escala de Likert se determinó la siguiente tabla.

Tabla 7-3: Escala de medición para el cumplimiento de las 5'S

Nada satisfactorio	Poco satisfactorio	Neutral	Satisfactorio	Muy satisfactorio
0% al 30%	31% al 50%	51% al 70%	71% al 90%	91% al 100%

Realizado por: Peña, Paola, 2020

A continuación se detalla la auditoría inicial de las 5'S.

Tabla 8-3: Auditoría inicial de las 5'S











		AUDITORÍA 5'S			
		Empresa:	LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A.		
		Área auditada:	Área de producción		
		Auditora:	Peña Paola		
		Fecha :	miércoles, 9 de diciembre de 2020		
Criterio de evaluación: Escriba una X en la casilla que corresponda SI (afirmación) o NO (negación) según el cumplimiento a las siguientes preguntas					
Seiri (Utilización)					
Nº	PREGUNTAS	SI	NO	Evidencia	Observación
1	¿Dentro del área de producción existen cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?		X		Dentro de esta área si existen elementos inútiles, sin embargo al ser un espacio amplio no interfieren en el entorno de trabajo de manera significativa
2	¿Existe materia prima, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?	X			
3	¿Existe herramientas, piezas de repuesto, tornillos y demás elementos en el entorno de trabajo?	X			
4	¿Los elementos de uso frecuente NO se encuentran ordenados, ubicados y etiquetados correctamente?	X			
5	¿Las herramientas de medición NO se encuentran ubicadas e identificadas correctamente?	X			
6	¿Los elementos de limpieza como trapos, escobas, guantes, NO se encuentran ubicados y etiquetados correctamente?	X			
7	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	X			
8	¿Existen elementos como herramientas, útiles o similares que no son utilizados en el entorno de trabajo?	X			
9	¿Los elementos innecesarios NO se encuentran identificados como tal?	X			
Total		8	1	CUMPLE CON EL 11,1% DEL 100% NADA SATISFACTORIO	

Tabla 8-3: (Continuación) Auditoría inicial de las 5'S



Seiton (Orden)					
N°	PREGUNTAS	SI	NO	Evidencia	Observación
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?		X		No existe señalética
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?		X		
3	¿Están todos los materiales, pallet, contenedores almacenados de forma adecuada?	X			
4	¿No existe ningún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?		X		Están dentro de un armario y caducados
5	¿El suelo se encuentra en perfectas condiciones sin grietas, sobresalto...?	X			
6	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?		X		No cuentan con ninguna identificación
7	¿Tienen los estantes letreros para identificar que materiales van depositados en ellos?		X		No cuentan con ninguna identificación ni registro de inventario
8	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?		X		
9	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?		X		
Total		2	7	CUMPLE CON EL 22,2% DEL 100% NADA SATISFACTORIO	

Tabla 8-3: (Continuación) Auditoría inicial de las 5'S








Seiso (Limpieza)					
N°	PREGUNTAS	SI	NO	Evidencia	Observación
1	¿Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Se encuentra todo sin manchas de aceite, polvo o residuos?		X		
2	¿Las partes de las máquinas o equipos no están sucios? ¿Se encuentra todo sin manchas de aceite, polvo o residuos?		X		
3	¿La tubería tanto de aire como eléctrica no se encuentra sucia, deteriorada; en general en mal estado?	X			
4	¿No hay elementos de la luminaria defectuosa (total o parcialmente)?	X			
5	¿Las paredes, suelo y techo NO se encuentran sucios o con residuos?		X		
6	¿Son limpiadas las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?		X		
7	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?		X		
8	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	X		Señora Karina Mendoza	
9	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	X			
Total		4	5	CUMPLE CON EL 44,4% DEL 100% POCO SATISFACTORIO	

Tabla 8-3: (Continuación) Auditoría inicial de las 5'S






Seiketsu (Estandarización)					
Nº	PREGUNTAS	SI	NO	Evidencia	Observación
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?		X		
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen un déficit de luz y ventilación para la actividad que se desarrolla?		X		El espacio esta totalmente abierto
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?	X			En las mañanas el sol le da directamente al trabajador
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?		X		
5	¿Las zonas no están habilitadas para descanso, comida y espacios para fumar?	X			
6	¿No se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	X			
7	¿No son bien recibidas las ideas de mejora?		X		
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y NO se utilizan activamente?	X			
9	¿No se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?		X		Están dispuestos en realizar mejoras
Total		4	5	CUMPLE CON EL 55,5% DEL 100% NEUTRAL	

Tabla 8-3: (Continuación) Auditoría inicial de las 5'S

Shitsuke (Autodisciplina)					
N°	PREGUNTAS	SI	NO	Evidencia	Observación
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?		X		
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?		X		
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se	X			
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (arnés, casco...)?	X			
5	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares	X			
6	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?		X		
7	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?		X		
8	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?		X		
9	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?		X		
Total		3	6	CUMPLE CON EL 33,33% DEL 100% POCO SATISFACTORIO	

Realizado por: Peña, Paola, 2020

En la siguiente tabla se puede observar el resumen de la auditoría inicial de las 5'S en el área de producción de la empresa López Torres Industrial S.A.

Tabla 9-3: Resumen de la de Auditoría inicial de las 5'S.

Resumen de la auditoría inicial de las 5'S	
5'S	% de Cumplimiento
Utilización	11,11%
Orden	22,22%
Limpieza	44,44%
Estandarización	55,55%
Autodisciplina	33,33%
PROMEDIO	33,33%

Realizado por: Peña, Paola, 2020

En el Gráfico 5-3, se puede observar de manera más detallada el déficit de las 5'S en la empresa López Torres Industrial S.A.

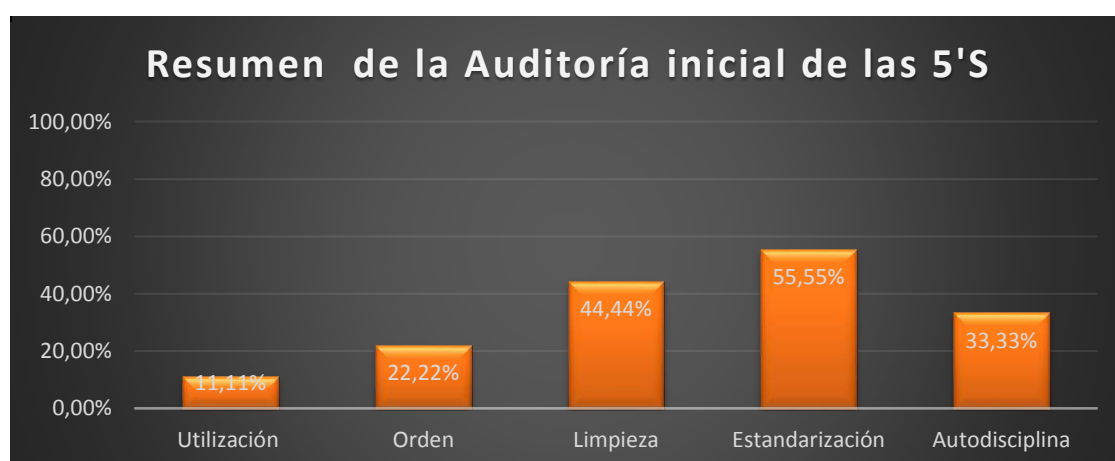


Gráfico 5-3. Resumen de la de Auditoría inicial de las 5'S

Realizado por: Peña, Paola, 2020

Al realizar la auditoría inicial de las 5'S se observó que dentro de la empresa no existe el cumplimiento de esta metodología ya que se dio un resultado poco satisfactorio, lo cual trae con sí desperdicios, es por esta razón que lleva más tiempo del necesario el buscar pieza, herramientas o elementos para el proceso productivo. Se realizaron nueve preguntas para cada ítem de cumplimiento las cuales arrojaron los siguientes resultados, en la utilización (Seiri) cumplen solamente en un 11,11% siendo esta la más baja, seguida por orden (Seiton) con un 22,22%, autodisciplina (Shitsuke) con un 33,33% de cumplimiento, la siguiente es limpieza (Seiso) con un 44,44% de cumplimiento y por último se encuentra estandarización (Seiketsu) con un 55,55% de cumplimiento, ninguno de estos porcentajes son eficientes, es por esto que se debe implementar las 5'S dentro de la empresa López Torres Industrial S.A.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

Al tener claro los desperdicios encontrados en el proceso productivo del eje de la bomba y la tubería de alojamiento, lo siguiente es realizar el VSM futuro, donde la eficiencia en el área de producción debe elevarse a sus niveles más óptimos, ya que se deben reducir o eliminar en su totalidad los desperdicios mediante la implementación de las metodologías de Lean Manufacturing.

A continuación se presentarán las oportunidades de mejoras para la empresa LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A., las cuales deberán ser analizadas y posteriormente implementadas en la empresa para obtener el mayor beneficio en área de producción.

4.1 Implementación de las 5'S

Muchos de los desperdicios encontrados en el proceso productivo tanto del eje de la bomba como de la tubería de alojamiento tienen que ver con la limpieza y orden de los materiales, equipos y el lugar de trabajo en general, por lo que la implementación de esta herramienta es de gran beneficio.

Para que ésta implementación se convierta en una realidad se siguió el ciclo de Deming o también conocido como ciclo PHVA de mejora continua.

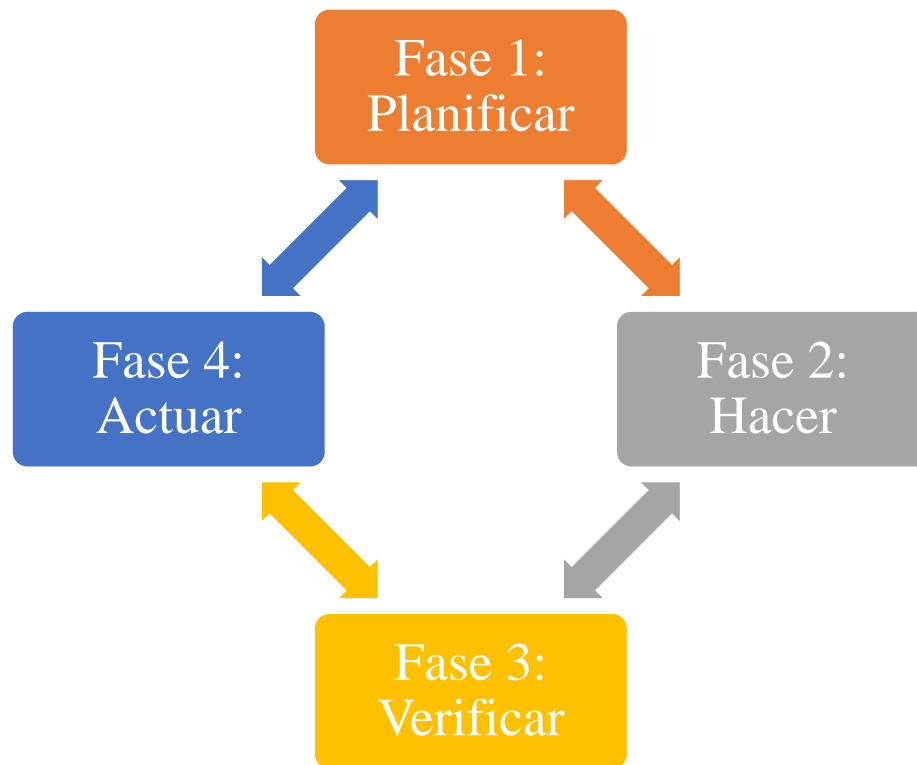


Gráfico 1-4. Ciclo Deming

Realizado por: Peña, Paola, 2020

4.1.1 Fase 1: Planificación

La primera fase de implementación es la planificación, es aquí donde se deben establecer los objetivos a alcanzar, las políticas a seguir al igual que determinar los parámetros de medición que van a ser utilizados para realizar el control y seguimiento del proceso.

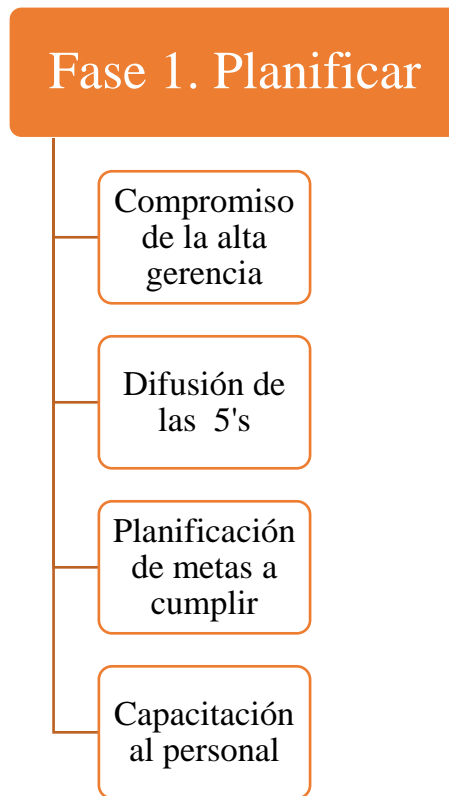


Gráfico 2-4. Etapas de la fase 1 (Planificación)


Realizado por: Peña, Paola, 2020

4.1.1.1 Etapa 1. Compromiso de la alta gerencia

La alta gerencia de la empresa LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A., en este caso solo está conformada por el gerente general y propietario, el señor Vicente López Torres, el cual debe conocer la importancia de realizar cada fase y comprometerse al cumplimiento del Reglamento Interno de las 5'S, para alcanzar los objetivos y beneficios de esta herramienta.

A continuación el Reglamento Interno de las 5'S:

Tabla 1-4: Reglamento Interno de las 5'S

 <h2 style="text-align: center;">REGLAMENTO INTERNO DE LAS 5'S</h2>		
<p>Objetivo: Implementar de manera eficaz la metodología de las 5'S en el área de producción de la empresa LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A.</p>		
<p>LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A. es una empresa dedicada a la construcción y reparación de piezas y herramientas utilizadas en el sector petrolero, cuenta con la participación de personal calificado a fin de obtener productos que aseguren la satisfacción del cliente es por esta razón que se compromete a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Facilitar los recursos humanos, económicos y la logística necesaria para el cumplimiento de los objetivos en la implementación de las 5'S dentro del área de producción de la empresa LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A. 2. Fomentar la implicación y participación de todos los integrantes de la empresa, a tener una cultura de orden y limpieza de tal modo que no sean consideradas como tareas puntuales o extras, sino como tareas ordinarias integradas en el día a día de trabajo. 3. Delegar responsabilidades para garantizar el cumplimiento de los objetivos. 4. Asegurarse que la comunicación sea vertical y horizontal, con el fin de que todos los empleados conozcan de las actividades que deben realizarse para la implementación de las 5'S 5. asegurarse que se realicen las auditorías e inspecciones para comprobar la implementación de las 5'S 6. Garantizar que las propuestas de mejora sean tomadas lo antes posible para eliminar los desperdicios que hacen deficiente el área de producción. 7. Se sancionará a quienes incumplan lo previsto en el presente documento. <p>Nota: La sanción a aplicar será en dependencia de la falta cometida, los daños producidos o que se pudieran producir por no cumplir con las disposiciones.</p> <p>El personal que no cumpla con el presente reglamento será sancionado de acuerdo al Código de Trabajo.</p> <ul style="list-style-type: none"> *Amonestación verbal *Amonestación escrita *Multa: hasta el 10% de la remuneración diaria *Terminación de la relación laboral por solicitud de visto bueno, de conformidad con lo previsto en el Código de Trabajo. 		
Realizado por: Peña Paola	Revisado por: Jefa de producción Sra. Karina Mendoza	Aprobado por: Gerente General Sr. Vicente López Torres
_____	_____	_____
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Realizado por: Peña, Paola, 2020

4.1.1.2 Etapa 2: Difusión de las 5'S

Uno de los compromisos encontrados en el Reglamento Interno de las 5'S nos dice que debe asegurarse que la comunicación sea vertical y horizontal, con el fin de que todos los empleados conozcan de las actividades que deben realizarse para la implementación de las 5'S y una de las formas para que esta tarea sea más sencilla es delegando responsabilidades, es por esta razón que se conformará un Comité de las 5'S y a continuación se muestra el organigrama estructural y funcional del Comité de las 5'S

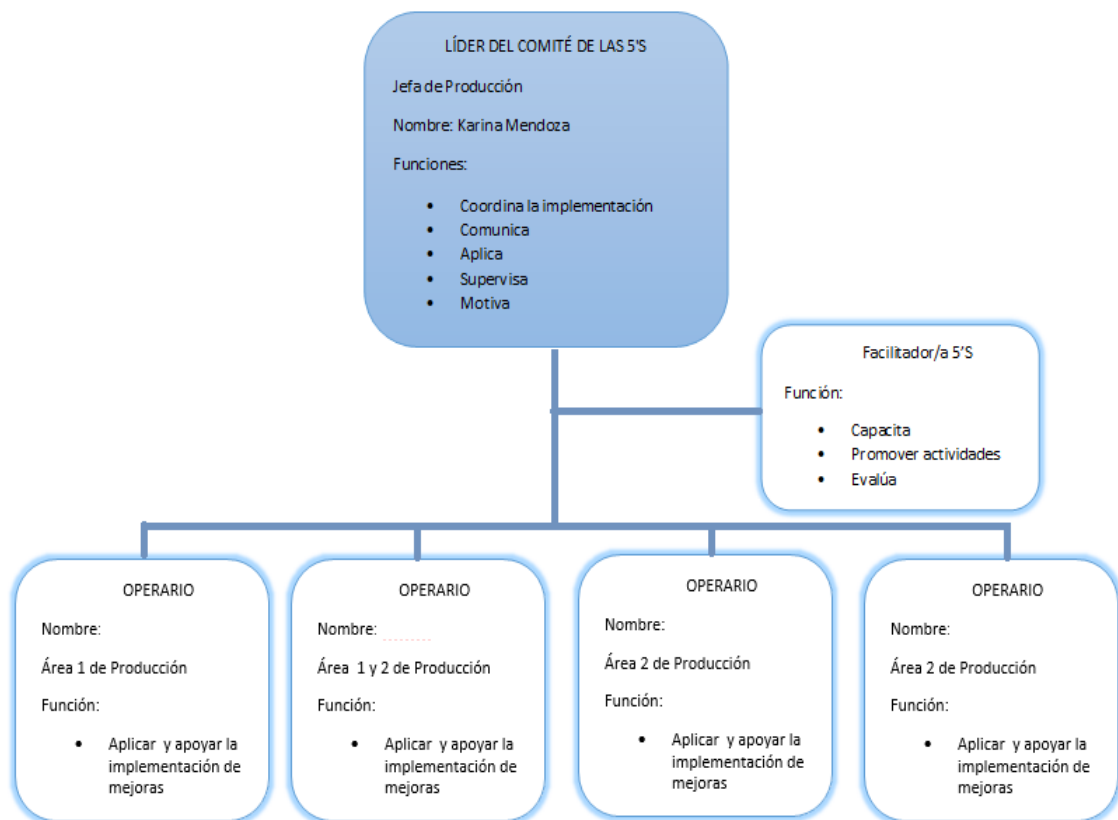



Gráfico 3-4. Organigrama estructural y función del Comité de las 5'S

Realizado por: Peña, Paola, 2020

4.1.1.3 Etapa 3: Planificación de metas a cumplir

Todas las actividades a ejecutar tiene que ser planificadas, es por esta razón que se realizará un cronograma de actividades ya que gracias a este se conocen el tiempo del proceso y la acciones a seguir para culminar la implementación de las 5'S en el área de producción de forma efectiva.

Tabla 2-4: Cronograma 5'S

 CRONOGRAMA 5'S								
ACTIVIDADES	Diciembre del 2020				Enero del 2021			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Reunión con la alta gerencia	x							
Auditoría inicial de las 5'S	x							
Evaluación de resultados		x						
Organización del Comité 5'S			x					
Planeación de actividades 5'S			x					
Comunicación del plan a los empleados			x					
Capacitación				x				
Utilización				x				
Orden					x			
Limpieza					x			
Estandarización						x		
Autodiciplina						x		
Auditoría interna 5'S							x	
Evaluación de resultados							x	

Realizado por: Peña, Paola, 2020

4.1.1.4 Etapa 4: Capacitación al personal

Las capacitaciones que se realizan dentro de una organización están enfocadas en la transmisión de conocimiento además de ser un instructivo para el cumplimiento de los propósitos u objetivos planteados por la alta gerencia.

En este caso se realizará una capacitación interna acerca de la metodología de las 5'S, donde se visualizarán los beneficios que trae su aplicación en la empresa y como debe desarrollarse cada etapa para que los objetivos se cumplan exitosamente. Además con la capacitación se debe incentivar y concientizar a los trabajadores a tener una cultura de orden y limpieza en el área de trabajo, estandarizar los procedimientos y mantener la disciplina hasta que se convierta en un hábito.



Figura 1-4. Capacitación a los trabajadores del área de producción

Realizado por: Peña, Paola, 2020

4.1.2 Fase 2: Hacer

En la segunda fase está el lanzamiento del programa, en este punto todo el personal tiene que conocer la metodología e identificar con claridad a que se refiere cuando se hablan de las 5'S. Para esto se utiliza una pancarta informativa, donde la información sea clara y el trabajador pueda familiarizarse con la metodología de las 5'S y entender el proceso a seguir.

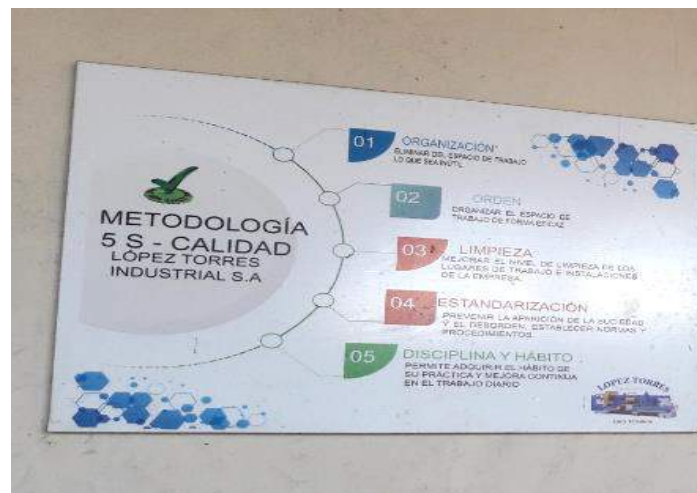


Figura 2-4. Pancarta informativa 5's

Fuente: López Torres Industrial S.A., 2020

A continuación se muestran las etapas que se deben seguir para la segunda fase de la implementación de la metodología 5'S.

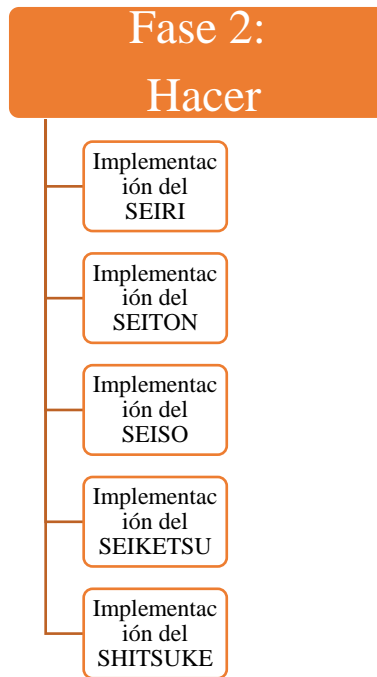


Gráfico 4-4. Etapas de la fase 2 (Hacer)

Realizado por: Peña, Paola, 2020

4.1.2.1 Etapa 1: Implementación SEIRI (Utilización)

El propósito de esta etapa es clasificar los equipos, materiales, herramientas, materia prima y demás elementos dependiendo de su utilización. Deben ser retirados de los puestos de trabajo todos los elementos no necesarios para realizar sus actividades diarias. Cuando un elemento es útil debe permanecer dentro de la empresa y organizarlos, a diferencia de los elementos inútiles los cuales deben ser donados, vendidos, transferidos o descartados.



Figura 3-4. Proceso de clasificación de elementos

Fuente: López Torres Industrial S.A., 2020

Para que la primera S sea implementada se necesita de un trabajo arduo ya que se debe dejar solamente los elementos necesarios, a continuación se mostrará el diagrama de flujo que se siguió para clasificar los elementos.

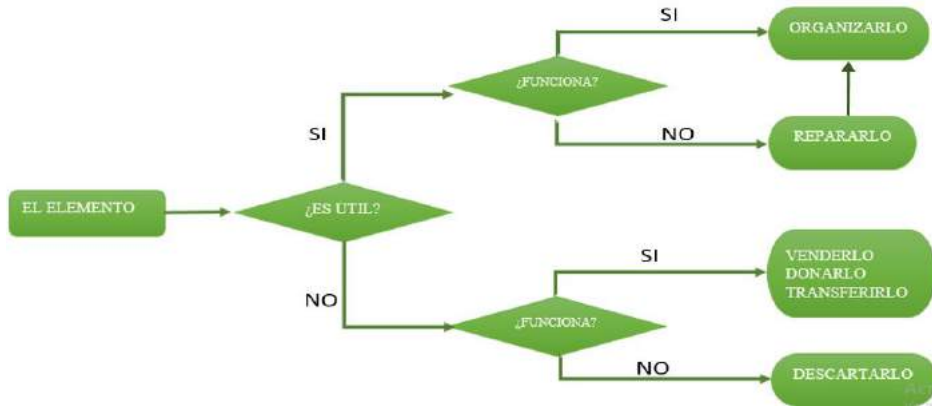


Gráfico 5-4. Diagrama de flujo para clasificación de elementos

Realizado por: Peña, Paola, 2020

Elaboración de tarjetas rojas.

Una de las herramientas utilizadas para separar e identificar los elementos que no son útiles en la empresa son las tarjetas rojas, este tipo de tarjetas indica donde se encontró y en que sitio se reubicará los objetos, además se visualizan otras características importantes del elemento evitando que se mezclen entre los elementos útiles. El diseño de esta tarjeta se realizó dependiendo de las necesidades de la empresa, en la Tabla 3-4 se muestra dicho diseño.

Tabla 3-4: Tarjeta roja 5'S

		TARJETA ROJA 5'S N° _____	
FECHA	_____ / _____ / _____ Año Mes Día		
ÁREA	_____		
ELEMENTO	_____		
CANTIDAD	_____		
UBICACIÓN	_____		
ACCIÓN SUGERIDA			
<input type="checkbox"/>	Descartar	<input type="checkbox"/>	Vender
<input type="checkbox"/>	Reubicar/Transferir	<input type="checkbox"/>	Donar
<input type="checkbox"/>	Reparar		
DESTINO	_____		

Realizado por: Peña, Paola, 2020

Para tener un registro de los elementos innecesarios que se encontraron al implementar la primera S se debe realizar una hoja de registro para las tarjetas rojas 5'S donde se detallen estos elementos.

Tabla 4-4: Formato de hoja de registro para tarjeta roja 5'S

 REGISTRO TARJETA ROJA 5'S								Código:	
N°	FECHA	ÁREA	ELEMENTO	CANTIDAD	UBICACIÓN	ACCIÓN	DESTINO	OBSERVACIÓN	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
Realizado por: PEÑA PAOLA				Revisado por:			Aprobado por:		

Realizado por: Peña, Paola, 2020

A continuación se detallarán los elementos innecesarios encontrados dentro del área de producción de la empresa y las acciones sugeridas.

Tabla 5-4: Hoja de registro tarjeta roja 5'S

 REGISTRO TARJETA ROJA 5'S								Código:
								R-TR-01
N°	FECHA	ÁREA	ELEMENTO	CANTIDAD	UBICACIÓN	ACCIÓN	DESTINO	OBSERVACIÓN
1	27/12/2020	A1P	Extintor 5 lb	1	Armario de Esu	Reutilizar	Área Máquinas herramientas	Su fecha de caducidad expiró
2	27/12/2020	A1P	Pizarra	1	Oficina de Producción	Reutilizar	Área Máquinas herramientas	Para visualizar mantenimiento preventivo
3	27/12/2020	A1P	Tanque de Argón	1	Junto al Armario de Esu	Reubicar	Área de soldadura	No se utiliza
4	27/12/2020	A1P	Fresadora	1	Área Máquinas herramientas	Reparar	Área Máquinas herramientas	Fallos en el sistema eléctrico
5	27/12/2020	A1P	Encarretador de manguera	1	Junto al Armario de Esu	Reubicar	Área de soldadura	No se utiliza
6	27/12/2020	A1P	Caja reductora	1	Junto al Armario de Esu	Vender	Chatarra	No sirve
7	27/12/2020	A1P	Tanque de oxígeno	1	Junto al Armario de Esu	Reubicar	Área de soldadura	No se utiliza
8	27/12/2020	A1P	Tablero organizador	1	Bodega	Reubicar	Área Máquinas herramientas	Para visualizar documentos de interés
9	27/12/2020	A1P	Ejes de bomba	11	Bodega	Reubicar	Almacén ejes de bombas	
10	27/12/2020	A1P	Cafetera	1	Bodega	Reubicar	Área administrativa	No se utiliza

Tabla 5-4. (Continuación) Hoja de registro tarjeta roja 5'S

11	27/12/2020	AIP	Material	Considerable	Bodega	Reubicar	Materia Prima	
12	27/12/2020	AIP	Material para construcción de pedestales	Considerable	Área Máquinas herramientas	Reubicar	Área de pedestales	
13	27/12/2020	AIP	Recipientes	4	Bodega	Descartar	Basura (plásticos)	
14	27/12/2020	AIP	Protectores HSG	7	Bodega	Reubicar	Área de protectores HSG	
15	27/12/2020	AIP	Recortes metálicos	Considerable	Bodega	Vender	Chatarra	
16	27/12/2020	AIP	Gavetero plástico	1	Área Máquinas herramientas	Reubicar	Área de pedestales	
17	27/12/2020	AIP	Tornillos	6	Área Máquinas herramientas	Reubicar	Bodega	
18	27/12/2020	AIP	Extintor 10 lb	1	Armario de Esu	Reutilizar	Área Esu	Su fecha de caducidad expiró
19	28/12/2020	AIP	Fajas de sujeción para cargas	4	Bodega	Reubicar	Armario de Esu	
20								
Nomenclatura:								
AIP:		Área 1 de producción						
Esu:		Extensión de suelda						
Realizado por: PEÑA PAOLA				Revisado por:			Aprobado por:	

Realizado por: Peña, Paola, 2020

Estas son las evidencias de la implementación del SEIRI (Utilización) en el área de producción de la empresa LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A.



Figura 4-4. Evidencia de Tarjetas rojas 5'S

Fuente: López Torres Industrial S.A., 2020

4.1.2.2 Etapa 2: Implementación SEITON (Orden)

Al identificar todos los elementos innecesarios del área de producción y tomar las medidas correspondientes, se obtiene un espacio físico mayor para utilizar, haciendo más cómoda la implementación de la segunda S.

Lo que sigue es organizar los elementos útiles de tal forma que se puedan encontrar con facilidad ayudando a reducir los tiempos del proceso productivo ya que no se pierde tiempo buscando los elementos necesarios.

Para la implementación de esta etapa se seguirán los siguientes pasos:



Gráfico 6-4. Pasos para implementación de SEITON

Realizado por: Peña, Paola, 2021

- **Analizar y determinar el lugar de ubicación**

Primero se analizaron los sitios donde pueden ser almacenados los elementos y se determinó el lugar de ubicación considerando el modo de uso, si los elementos eran de uso frecuente se ubicaban cerca de las maquinas herramientas o en el espacio donde son utilizados y los elementos que no tienen un uso frecuente se les asignó un lugar dentro de bodega.

- **Señalética**

Después de haber ubicado los elementos en los lugares determinados se procedió a señalizar todas las áreas para que la búsqueda de los elementos sea aún más fácil como podemos observar a continuación.



Figura 5-4. Señalética

Fuente: López Torres Industrial S.A., 2021

Tabla 6-4: Implementación de SEITON

	EVIDENCIA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SEITON (ORDEN)	
UBICACIÓN	ANTES	DESPUÉS
Bodega		
		
Oficina producción		
Área de pedestales		

Tabla 6-4: (Continuación) Implementación de SEITON

Materia prima		
Extensión de suelda (Esu)		
Mesa de descargo de pedidos		
Elementos Pedestales		
Almacén guía de motor		
Desechos		

Realizado por: Peña, Paola, 2021

En cuanto a las máquinas herramientas se les dio un código de identificación y se delimitó su área de trabajo según el artículo 74 del Decreto Ejecutivo 2393 donde indica que la zona de segura que se encuentra entre el pasillo y el lugar de trabajo, por ningún motivo debe ser menor a 400 milímetros también podemos guiarnos por la parte más saliente de la máquina, esta zona de seguridad debe ser clara y visible para los empleados.

Tabla 7-4: Implementación de SEITON señalética

SEÑALIZACIÓN ÁREA DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS	
ANTES	DESPUÉS
	
	

Tabla 7-4: (Continuación) Implementación de SEITON señalética



Realizado por: Peña, Paola, 2021

4.1.2.3 Etapa 3: Implementación SEISO (Limpieza)

Para que esta etapa de la implementación de las 5'S fuera exitosa se realizó un día de limpieza del área de producción, donde se limpiaron las máquinas herramientas, estantería, lugares de almacenamiento y bodega, eliminando el polvo, viruta, telarañas y demás contaminantes.

Tabla 8-4: Implementación de SEISO

 EVIDENCIA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SEISO (LIMPIEZA)	
ANTES	DESPUÉS
	
	

Realizado por: Peña, Paola, 2021


4.1.2.4 Etapa 4: Implementación SEIKETSU (Estandarización)

Esta etapa es decisiva ya que se debe mantener el trabajo realizado de las tres etapas anteriores, para que el Seiketsu se conserve, el trabajador tiene que empezar a adquirir hábitos de limpieza y orden.

Para que esta etapa sea implementada de manera adecuada se debe realizar la limpieza del área de trabajo con frecuencia, al final del día los elementos ocupados durante la jornada tiene que volver a su lugar establecido, además debe existir un documento donde se verifique la estandarización de las 3 primeras S.

Es por esto que a continuación se detalla un Check List que debe realizarse de forma semanal para controlar el cumplimiento de esta etapa, buscando siempre llegar al 100% de cumplimiento. Este Check list debe ser realizado por el Líder del Comité de las 5'S.

Tabla 9-4: Check List de verificación de orden y limpieza en el área de producción

		CHECK LIST DE ORDEN Y LIMPIEZA		
		Fecha:		
		Área:		
		Inspector/a:		
n°	CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
1	Las escaleras se encuentran limpias y libres de obstáculos			
2	Los pisos y paredes se encuentran limpios y los ambientes debidamente etiquetados			
3	Los materiales están ordenados y debidamente etiquetados			
4	La señalética de seguridad es visible y correctamente distribuida			
5	No existe acumulación de polvo dentro de las áreas de trabajo			
6	Se están almacenando correctamente los elementos en bodega			
7	Se aplica el principio de un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar			
8	Los productos terminados están almacenados de acuerdo a su tipo			
9	Se respetan las delimitaciones de áreas			
10	Existen suficientes extintores y están ubicados estratégicamente			
11	El sistema eléctrico están ordenados y protegidos adecuadamente			
12	La maquinaria y equipos se encuentran limpios y libres de materiales innecesarios en su entorno			
13	Los pasillos y zonas de tránsitos son claramente identificables y están libres de obstáculos			
14	Las cajas y armarios de herramientas están ordenados y limpios			
15	El sistema de iluminación es eficiente y limpio			
TOTAL				% DE CUMPLIMIENTO

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Los operarios también deben llevar un registro diario de las condiciones del área de trabajo y maquinaria, es por esto que a continuación se muestra el Check List de las tareas diarias de mantenimiento.

Tabla 10-4: Check List de tareas diarias de mantenimiento



**LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A.
CHECK LIST DIARIO**

Responsable: _____

Fecha: _____

Máquina/ Código: _____

N°	TAREAS DIARIAS DE MANTENIMIENTO	ESTADO				OBSERVACIONES
		B	R	M	NA	
1	CHEQUEO DE LOS NIVEL DE ACEITE, CAJA DE VELOCIDADES CAJA DE AVANCE Y CAJA DE SOPORTE					
2	VERIFICACIÓN Y COMPLETACIÓN DE LÍQUIDO REFRIGERANTE					
3	CHEQUEO DE ESTADO DE CABLES					
4	DRENADO DEL TANQUE DEL COMPRESOR					
5	LIMPIEZA Y ACEITADO DE LA BANCADA					
6	REVISIÓN DE CONEXIONES ELÉCTRICAS AISLADAS					
7	LIMPIEZA DE LA MÁQUINA LIBRE DE POLVO, VIRUTA, HERRAMIENTAS					
8	EL LUGAR DE TRABAJO ESTÁ LIBRE DE ELEMENTOS INNECESARIOS: MATERIALES, PRODUCTOS, HERRAMIENTAS, INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN, COMPARADORES, ETC.					
9	LOS COMPONENTES DE LA MAQUINARIA ESTÁN COMPLETOS					
10	LO COMPONENTES DE LAS MÁQUINA ESTÁN EN BUEN ESTADO (elementos de seguridad)					

NOMENCLATURA	
ESTADO	
B:	BUENO
R:	REGULAR
M:	MALO
NA:	NO APLICA

FIRMA DEL SUPERVISOR DE ÁREA
NOMBRE:

FIRMA DEL RESPONSABLE
NOMBRE:

Realizado por: Peña, Paola, 2021

4.1.2.5 Etapa 5: Implementación SHITSUKE (Autodisciplina)

Esta etapa la predomina los hábitos y la disciplina, en otras palabras se basa en el compromiso, responsabilidades, disposición y disciplina de los empleados para realizar las diferentes etapas de la metodología. Para fomentar esta autodisciplina se deben realizar acciones como:

- Publicaciones motivadoras para los trabajadores como el antes y el después.
- Realizar actividades en las que se pueda fomentar la participación del personal.
- Realizar capacitaciones frecuentemente
- Tener una buena comunicación con los empleados

- Realizar recorridos frecuentes a las áreas de trabajo por parte de la alta gerencia.

Además deben practicarse reglas como:

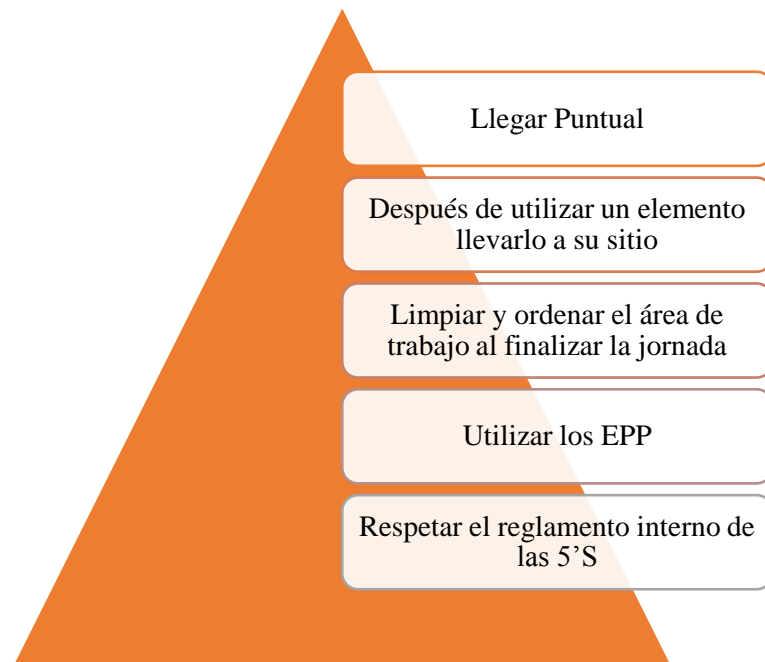



Gráfico 7-4. Pasos para implementación de SHITSUKE

Realizado por: Peña, Paola, 2021

4.1.3 Fase 3: Verificar

Al implementar las 5'S en el área de producción de la empresa LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A., como siguiente paso se debe verificar el cumplimiento de la metodología mediante auditorías interna (por medio del Check List realizado semanalmente por el líder del Comité de las 5'S) como auditorías externas (el evaluador no debe pertenecer a la empresa). A continuación se mostrará la auditoría final para observar los resultados obtenidos.

Tabla 11-4: Auditoría final

AUDITORÍA FINAL 5'S				
		Empresa:	LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A.	
		Área auditada:	Área de producción	
		Auditadora:	Peña Paola	
		Fecha :	viernes, 15 de enero de 2021	
Criterio de evaluación: Escriba una X en la casilla que corresponda SI (afirmación) o NO (negación) según el cumplimiento a las siguientes preguntas				
SEIRI (Utilización)				
Nº	PREGUNTAS	SI	NO	Observación
1	¿Dentro del área de producción existen cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?		X	
2	¿Existe materia prima, semielaborada o residuos en el entorno de trabajo?		X	
3	¿Existe herramientas, piezas de repuesto, tornillos y demás elementos en el entorno de trabajo?		X	
4	¿Los elementos de uso frecuente NO se encuentran ordenados, ubicados y etiquetados correctamente?		X	
5	¿Las herramientas de medición NO se encuentran ubicadas e identificadas correctamente?		X	
6	¿Los elementos de limpieza como trapos, escobas, guantes, NO se encuentran ubicados y etiquetados correctamente?		X	
7	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	X		
8	¿Existen elementos como herramientas, útiles o similares que no son utilizados en el entorno de trabajo?		X	
9	¿Los elementos innecesarios NO se encuentran identificados como tal?		X	
Total		1	8	CUMPLE CON EL 88,89% DEL 100% SATISFACTORIO
SEITON (Orden)				
Nº	PREGUNTAS	SI	NO	Observación
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	X		

2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	X		
3	¿Están todos los materiales, pallet, contenedores almacenados de forma adecuada?	X		
4	¿No existe ningún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?	X		Se dispuso un lugar accesible para los extintores
5	¿El suelo se encuentra en perfectas condiciones sin grietas, sobresalto...?	X		
6	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	X		
7	¿Tienen los estantes letreros donde se identifiquen los materiales que van depositados en ellos?	X		
8	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?		X	
9	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?		X	Aun no se encuentra identificado por completo el área
Total		7	2	CUMPLE CON EL 77,78% DEL 100% SATISFACTORIO

SEISO (Limpieza)

Nº	PREGUNTAS	SI	NO	Observación
1	¿Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Se encuentra todo sin manchas de aceite, polvo o residuos?		X	A pesar de la limpieza realizada está área al ser tan abierta acumula mucho polvo
2	¿Las partes de las máquinas o equipos no están sucios? ¿Se encuentra todo sin manchas de aceite, polvo o residuos?	X		
3	¿La tubería tanto de aire como eléctrica no se encuentra sucia, deteriorada; en general en mal estado?	X		
4	¿No hay elementos de la luminaria defectuosa (total o parcialmente)?	X		
5	¿Las paredes, suelo y techo NO se encuentran sucios o con residuos?		X	

6	¿Son limpiadas las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?	X		
7	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	X		
8	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	X		
9	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	X		
Total		7	2	CUMPLE CON EL 77,78% DEL 100% SATISFACTORIO

SEIKETSU (Estandarización)

Nº	PREGUNTAS	SI	NO	Observación
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?		X	
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen un déficit de luz y ventilación para la actividad que se desarrolla?		X	El espacio está totalmente abierto
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?		X	Este inconveniente se solucionó con una cortina con un plástico
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?		X	
5	¿Las zonas no están habilitadas para descanso, comida y espacios para fumar?	X		
6	¿No se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?		X	
7	¿No son bien recibidas las ideas de mejora?		X	
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y NO se utilizan activamente?		X	
9	¿No se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?		X	Están dispuestos en realizar mejoras

10	¿No se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza?		X	
Total		1	8	CUMPLE CON EL 88,89 % DEL 100% SATISFACTORIO
SHITSUKE (Autodisciplina)				
Nº	PREGUNTAS	SI	NO	Observación
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	X		
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	X		
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	X		
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (arnés, casco...)?	X		
5	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	X		
6	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	X		
7	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?		X	
8	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	X		
	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?	X		
Total		8	1	CUMPLE CON EL 88,89 % DEL 100% SATISFACTORIO

Realizado por: Peña, Paola, 2021

En la siguiente tabla se puede observar el resumen de la auditoría final de las 5'S en la empresa López Torres Industrial S.A.

Tabla 12-4: Resumen de la de Auditoría final de las 5'S.

Resumen de la auditoría final de las 5'S	
5'S	% de Cumplimiento
Utilización	88,89%
Orden	77,78%
Limpieza	77,78%
Estandarización	88,89%
Autodisciplina	88,89%
PROMEDIO	84,45%

Realizado por: Peña, Paola, 2021

A continuación se muestra un gráfico donde se observa el resumen de la auditoría final de las 5's el cual concluye con un resultado satisfactorio.

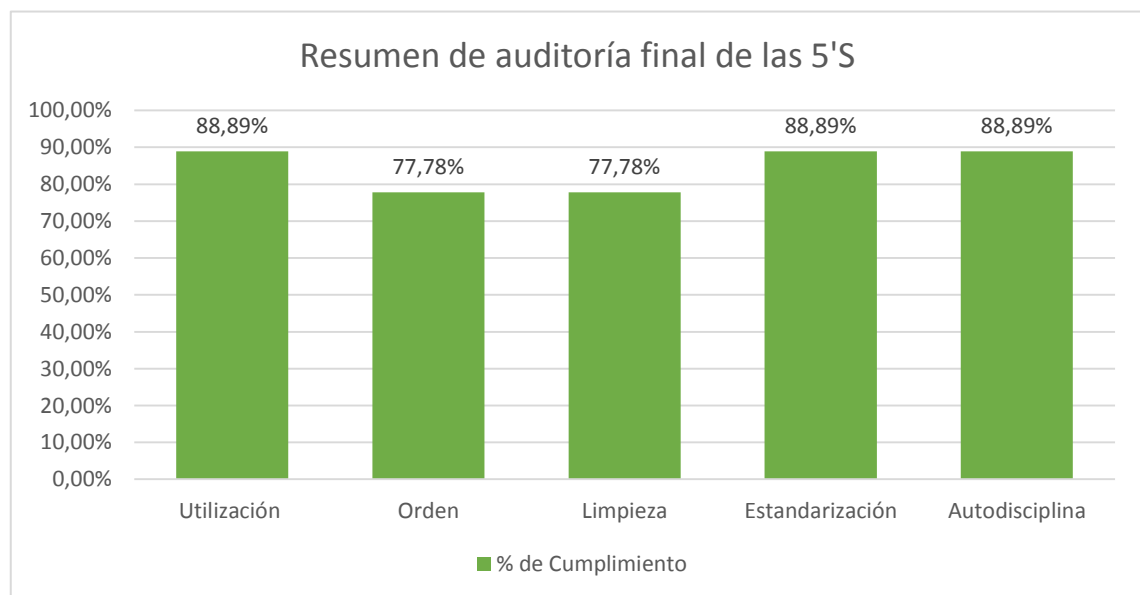


Gráfico 8-4. Resumen de la de Auditoría final de las 5'S.

Realizado por: Peña, Paola, 2021

En esta auditoría final el SEISO (Limpieza) y SEITON (Orden) finalizaron con un porcentaje de 77,78% de cumplimiento y SEIRI (Utilización), SEIKETSU (Estandarización) y SHITSUKE (Autodisciplina) culminaron la auditoría con un porcentaje de cumplimiento del 88,89%.

4.1.4 Fase 4: Actuar

Esta es la última fase para la implementación de la metodología de las 5'S donde se debe realizar un plan de mejora continua, esto se realiza para notar nuevas oportunidades de mejoras dentro de la empresa e ir optimizando las actividades realizadas para que el porcentaje de cumplimiento aumente.

4.2 Elementos necesarios para el proceso productivo

A continuación se muestra la Tabla 13-4 la cual ayudará al trabajador a reducir los tiempos de preparación de la maquinaria ya que se encuentra el listado de los elementos necesarios para el proceso productivo del eje de la bomba y de la tubería de alojamiento.

Nomenclatura:

AT01= Armario torno 01

AT02=Armario torno 02

Tabla 13-4: Elementos necesarios para la construcción del eje de la bomba

		ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EJE DE LA BOMBA	
N°	ELEMENTO	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA
1	Broca de centro número 5	AT01	
2	Brocas (dependiendo de la medida del eje) <ul style="list-style-type: none"> • 1/4 • 5/16 • 3/8 	AT01	
3	Barras de cilindrado interno y roscado	AT01	
4	Cuchilla de vástago (maquinado externo)	AT01	
5	Cuchillas para construcción de canales	AT01	
6	Módulos para fresado	Bodega	
7	Comprobadores	Bodega	

Tabla 13-4: (Continuación) Elementos necesarios para la construcción del eje de la bomba

8	Calibrador pie de rey	AT01	
9	Micrómetro	AT01	
10	Marcador	AT01	
11	Lima	Bodega	
12	Lija	Bodega	
13	Aceite	Bodega	
14	Taladrina /Refrigerante	Bodega	
15	Brocha	AT01	

Tabla 13-4: (Continuación) Elementos necesarios para la construcción del eje de la bomba













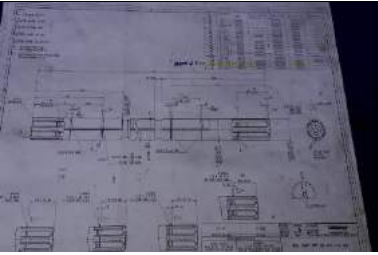

16	Cepillo	AT01	
17	Porta inserto	Bodega	
18	Porta broca	Bodega	
19	Contrapunto	Bodega	
20	Machuelo (Solo es necesario si se pierde el paso de la rosca y la medida depende del eje que se construya)	AT01	
21	Llaves para fresa	Bodega	
22	Nivel	AT01	
23	Juego de llaves Allen	Bodega	

Tabla 13-4: (Continuación) Elementos necesarios para la construcción del eje de la bomba

24	Comprobadores de roscado	AT01	
25	Cinta métrica	AT01	
26	Amoladora y extensión	Bodega	
27	Disco de corte	Bodega	
28	Plano	AT01	
29	<p>EPP:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Casco • Gafas • Overol • Botas punta de acero 	Vestidores	

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Tabla 14-4: Elementos necesarios para la construcción de la tubería de alojamiento


		ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA TUBERÍA DE ALOJAMIENTO	
N°	ELEMENTO	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA
1	Calibrador	AT01	
2	Lima	Bodega	
3	Lija	Bodega	
4	Juego de llaves Allen	Bodega	
5	Cuchilla de vástago (maquinado externo)	AT01	
6	Llave ¾	Bodega	
7	Barra para cilindrado	Bodega	
8	Barra para roscado	Bodega	

Tabla 14-4: (Continuación) Elementos necesarios para la construcción de la tubería de alojamiento








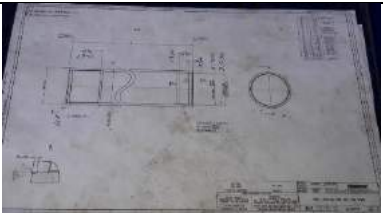


9	Inserto de roscado	AT01	
10	Goniómetro	AT01	
11	Galga de rosca	AT02	
12	Marcador	AT01	
13	Linterna	AT01	
14	Taladrina/Refrigerante	Bodega	
15	Aceite de Roscar	Bodega	
16	Comprobadores de rosca	Bodega	

Tabla 14-4: (Continuación) Elementos necesarios para la construcción de la tubería de alojamiento

17	<p>Reloj comparador/palpador</p>	AT02	
18	Comprobador de tubo	Bodega	
19	<p>Tubo con Lija (Limpieza interna)</p>	Almacén de ejes de bomba	
20	Plano	AT01	
21	Cinta métrica	AT01	
22	<p>EPP:</p> <p>Casco</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gafas • Overol • Botas punta de acero • Guantes contra impacto 	Vestidores	

Realizado por: Peña, Paola, 2021

4.3 Plan de mantenimiento preventivo

La empresa López Torres Industrial S.A no cuenta con un plan de mantenimiento para su maquinaria, es por este motivo que se realizó un plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de identificar las señales que puedan causar averías en la maquinaria. Además esto ayuda a:

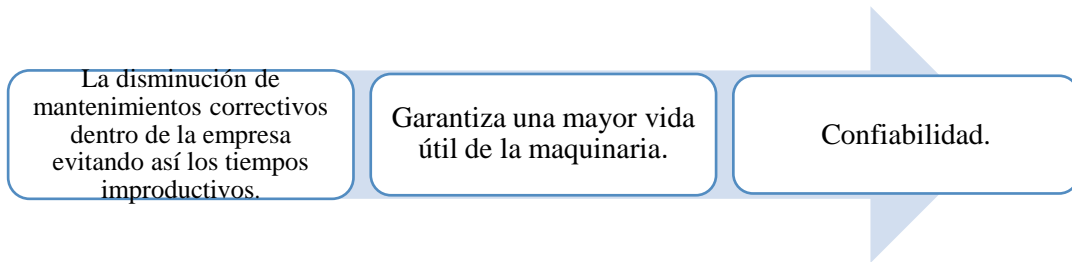


Gráfico 9-4. Beneficios del mantenimiento preventivo

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Estos son los beneficios de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo. Para la elaboración del cronograma se identificaron todas las máquinas que se encuentran en el área 1 y 2 de producción de la empresa, se determinó la periodicidad del mantenimiento para cada máquina y por último se asignaron las semanas donde se procederá a realizar el mantenimiento de cada una. Para que el cronograma de actividades sea visible para los empleados se utilizó una pizarra informativa donde se observa el plan de mantenimiento de los cuatro primeros meses del 2021 y se colgó en el área de máquinas herramientas como se muestra a continuación.



Figura 6-4. Cronograma del plan de mantenimiento preventivo

Fuente: López Torres Industrial S.A., 2021

A continuación se mostrarán los Check List para realizar el Mantenimiento Preventivo.

Tabla 16-4: Check List de mantenimiento preventivo mecánico para tornos y fresadoras



CHECK LIST DE MANTENIMIENTO TORNOS Y FRESADORAS

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO MECÁNICO	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	ESTADO			OBSERVACIONES
				B	R	M	
BANCADA	B	P	SEMESTRE				
CABEZAL DE MOTOR	B	P	SEMESTRE				
HUSILLO	B	P	SEMESTRE				
CABEZAL MÓVIL	B	P	SEMESTRE				
CAJA DE CAMBIO DE VELOCIDADES DE AVANCE	B	P	SEMESTRE				
PALANCA DE CAMBIO DE VELOCIDADES DE AVANCE	B	P	SEMESTRE				
PALANCA DE INVERSIÓN DE MOVIMIENTOS DE AVANCE	B	P	SEMESTRE				
ENGRANAJES DE UNIÓN ENTRE EL HUSILLO Y LA CAJA DE	B	P	SEMESTRE				
PALANCA DE CAMBIO DE VELOCIDADES DEL HUSILLO	B	P	SEMESTRE				
BARRA DE ROSCAR	B	P	SEMESTRE				
PALANCA DE ACOPLAMIENTO CON LA BARRA DE ROSCAR	B	P	SEMESTRE				
BARRA DE CILINDRAR	B	P	SEMESTRE				
PALANCA PARA LA TRASMISIÓN DEL MOVIMIENTO DE LA BARRA DE CILINDRAR AL CARRO SUPERIOR	B	P	SEMESTRE				
PORTA HERRAMIENTAS	B	P	SEMESTRE				
CARRO PORTA HERRAMIENTAS	B	P	SEMESTRE				
CARRO TRANSVERSAL	B	P	SEMESTRE				
PUENTE DEL CARRO	B	P	SEMESTRE				

NOMENCLATURA	
IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	
A:	ELÉCTRICO
B:	MECÁNICO
P:	PREVENTIVO
ESTADO	
B:	BUENO
R:	REGULAR
M:	MALO

FIRMA
SUPERVISOR DE ÁREA:
NOMBRE:

FIRMA
TÉCNICO RESPONSABLE:
NOMBRE:

FIRMA
RECIBIDO POR:
NOMBRE:

FECHA/HORA DE FINALIZACIÓN:

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Tabla 17-4: Check List de mantenimiento preventivo eléctrico para tornos y fresadoras



CHECK LIST DE MANTENIMIENTO TORNOS Y FRESADORAS

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	ESTADO			OBSERVACIONES
				B	R	M	
TRANSFORMADORES	A	P	SEMESTRE				
BREAKER , CONTACTORES, RELAYS, MICRO SWITCH,	A	P	SEMESTRE				
CABLES DE SEÑAL DE FUERZA	A	P	SEMESTRE				
MOTOR PRINCIPAL HUSILLO	A	P	SEMESTRE				
MOTOR DE AVANCE RÁPIDO	A	P	SEMESTRE				
MOTOR DE LA BOMBA DE AGUA	A	P	SEMESTRE				
PULSADORES ELÉCTRICOS, SELECTORES ,PARADAS DE EMERGENCIA	A	P	SEMESTRE				
ELECTRO VÁLVULAS	A	P	SEMESTRE				
REAJUSTE DE TERMINALES	A	P	SEMESTRE				
MICROS DE PROXIMIDAD	A	P	SEMESTRE				
TERMINALES BORNERAS CANALETAS PORTA CABLES	A	P	SEMESTRE				
LIMPIEZA DE GABINETES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	A	P	SEMESTRE				
LIMPIEZA DEL EQUIPO	A	P	SEMESTRE				

NOMENCLATURA	
IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	
A:	ELÉCTRICO
B:	MECÁNICO
P:	PREVENTIVO
ESTADO	
B:	BUENO
R:	REGULAR
M:	MALO

FIRMA
SUPERVISOR DE ÁREA:
NOMBRE:

FIRMA
TÉCNICO RESPONSABLE:
NOMBRE:

FIRMA
RECIBIDO POR:
NOMBRE:

FECHA/HORA DE FINALIZACIÓN:

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Tabla 18-4: Check List de mantenimiento preventivo para soldadoras eléctrica



CHECK LIST SOLDADORA

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	ESTADO			OBSERVACIONES
				B	R	M	
EN EL TRANSFORMADOR, VERIFICAR MEDIDAS ELÉCTRICAS EN LA BOBINA Y EVALUAR SU AISLAMIENTO	A	P	TRIMESTRAL				
LIMPIAR CONTACTOS ELÉCTRICOS	A	P	TRIMESTRAL				
VERIFICAR MEDIDAS ELÉCTRICAS Y CALIBRAR AMPERAJE DE CONTACTORES ELÉCTRICOS	A	P	TRIMESTRAL				
VERIFICAR ESTADO DEL CABLEADO	A	P	TRIMESTRAL				
LIMPIEZA Y AJUSTE DE CONECTORES EN EL PORTA ELECTRODOS	A	P	TRIMESTRAL				

NOMENCLATURA	
IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	
A:	ELÉCTRICO
B:	MECÁNICO
P:	PREVENTIVO
ESTADO	
B:	BUENO
R:	REGULAR
M:	MALO

FIRMA
SUPERVISOR DE ÁREA:
NOMBRE:

FIRMA
TÉCNICO RESPONSABLE:
NOMBRE:

FIRMA
RECIBIDO POR:
NOMBRE:

FECHA/HORA DE FINALIZACIÓN:

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Tabla 19-4: Check List de mantenimiento preventivo para taladros de pedestal



CHECK LIST TALADRO

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	ESTADO			OBSERVACIONES
				B	R	M	
RODAMIENTOS DEL MOTOR GIREN LIBREMENTE	A	P	SEMESTRAL				
AJUSTAR CONTACTOS ELÉCTRICOS	A	P	SEMESTRAL				
VERIFICAR MEDIDAS ELÉCTRICAS DE CONTACTOS ELÉCTRICOS	A	P	SEMESTRAL				
VERIFICAR VIBRACIONES, DESPLAZAMIENTO, FACTOR DE POTENCIA Y TENSIÓN DE LA ROTACIÓN DEL EJE DE MOTOR	A	P	SEMESTRAL				
VERIFICAR Y CAMBIAR SI ES NECESARIO LAS CORREAS DE TRANSMISIÓN	A	P	SEMESTRAL				
LIMPIAR Y LUBRICAR CREMALLERA	B	P	SEMESTRAL				
LUBRICAR CREMALLERA DE EJE	B	P	SEMESTRAL				
LUBRICAR PIÑON INTERNO DEL MANDRIL	B	P	SEMESTRAL				
LIMPIEZA DEL REVESTIMIENTO	B	P	SEMESTRAL				

NOMENCLATURA	
IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	
A:	ELÉCTRICO
B:	MECÁNICO
P:	PREVENTIVO
ESTADO	
B:	BUENO
R:	REGULAR
M:	MALO

FIRMA
SUPERVISOR DE ÁREA:
NOMBRE:

FIRMA
TÉCNICO RESPONSABLE:
NOMBRE:

FIRMA
RECIBIDO POR:
NOMBRE:

FECHA/HORA DE FINALIZACIÓN:

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Tabla 20-4: Check List de mantenimiento preventivo para sierras de banda



CHECK LIST SIERRA

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	ESTADO			OBSERVACIONES
				B	R	M	
LIMPIEZA Y ESTADO DEL REVESTIMIENTO DEL MOTOR	A	P	SEMESTRAL				
AJUSTAR, LIMPIAR Y VERIFICAR MEDIDAS ELÉCTRICAS DE CONTACTOS ELÉCTRICOS	A	P	SEMESTRAL				
PRUEBAS DIELÉCTRICAS DEL DESVANADO DEL ESTATOR	A	P	SEMESTRAL				
FASES DE FUNCIONAMIENTO DEL ESTATOR	A	P	SEMESTRAL				
VIBRACIONES, DESLIZAMIENTOS, TORSIÓN FACTOR DE POTENCIA, FASES, AJUSTE DE LAS CONEXIONES EN LA ROTACIÓN DEL EJE	A	P	SEMESTRAL				
DESGASTE DE DIENTES	B	P	SEMESTRAL				
TENSAR CUCHILLA	B	P	SEMESTRAL				
NIVEL DE ACEITE	B	P	SEMESTRAL				
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	B	P	SEMESTRAL				
LUBRICAR RODAMIENTOS CON GRASA	B	P	SEMESTRAL				
LIMPIEZA GENERAL DE LA MÁQUINA	B	P	SEMESTRAL				
LUBRICAR ENGRANAJES	B	P	SEMESTRAL				

NOMENCLATURA	
IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	
A:	ELÉCTRICO
B:	MECÁNICO
P:	PREVENTIVO
ESTADO	
B:	BUENO
R:	REGULAR
M:	MALO

FIRMA
SUPERVISOR DE ÁREA:
NOMBRE:

FIRMA
TÉCNICO RESPONSABLE:
NOMBRE:

FIRMA
RECIBIDO POR:
NOMBRE:

FECHA/HORA DE FINALIZACIÓN:

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Tabla 21-4: Check List de mantenimiento preventivo para compresores



CHECK LIST COMPRESORES

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	ESTADO			OBSERVACIONES
				B	R	M	
DESPLAZAMIENTO DE RODAMIENTOS DEL MOTOR	A	P	SEMESTRAL				
AJUSTAR CONTACTOS ELÉCTRICOS	A	P	SEMESTRAL				
VERIFICAR MEDIDAS ELÉCTRICAS DE CONTACTOS ELÉCTRICOS	A	P	SEMESTRAL				
VERIFICAR VIBRACIONES, DESPLAZAMIENTO, FACTOR DE POTENCIA Y TENSIÓN DE LA ROTACIÓN DEL EJE DE MOTOR	A	P	SEMESTRAL				
PRUEBAS DE SEGURIDAD EN VÁLVULAS	B	P	MENSUAL				
MONITOREO DE MANÓMETROS	B	P	MENSUAL				
VERIFICAR NIVEL DE ACEITE	B	P	MENSUAL				
DESPLAZAMIENTO DE RODAMIENTOS	B	P	MENSUAL				
LIMPIAR FILTRO	B	P	MENSUAL				
AJUSTAR Y VERIFICAR CORREAS	B	P	MENSUAL				
PUNTOS DE CONEXIÓN -EVITAR FUGAS	B	P	MENSUAL				
LIMPIEZA GENERAL	B	P	MENSUAL				

NOMENCLATURA	
IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	
A:	ELÉCTRICO
B:	MECÁNICO
P:	PREVENTIVO
ESTADO	
B:	BUENO
R:	REGULAR
M:	MALO

FIRMA
SUPERVISOR DE ÁREA:
NOMBRE:

FIRMA
TÉCNICO RESPONSABLE:
NOMBRE:

FIRMA
RECIBIDO POR:
NOMBRE:

FECHA/HORA DE FINALIZACIÓN:

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Tabla 22-4: Check List de mantenimiento preventivo para esmeriles



CHECK LIST ESMERIL

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	ESTADO			OBSERVACIONES
				B	R	M	
VERIFICAR ESTADO, LIMPIEZA Y REVESTIMIENTO DEL MOTOR	A	P	TRIMESTRAL				
LIMPIAR Y AJUSTAR CONTACTOS ELÉCTRICOS	A	P	TRIMESTRAL				
VERIFICAR EL AISLAMIENTO DE LOS CABLES DEL MOTOR	A	P	TRIMESTRAL				
LIMPIAR Y AJUSTAR LA CONEXIÓN DE CABLE A TIERRA, VERIFICAR MEDIDAS ELÉCTRICAS	A	P	TRIMESTRAL				
RODAMIENTOS DEL MOTOR GIREN CON LIBERTAD	A	P	TRIMESTRAL				
VERIFICAR VIBRACIONES, TENSIÓN, DESLIZAMIENTO, FACTOR DE POTENCIA Y LIMPIAR LA ROTACIÓN DEL EJE	A	P	TRIMESTRAL				
LIMPIEZA Y REVESTIMIENTO DEL RECINTO DEL MOTOR	A	P	TRIMESTRAL				
VERIFICACIÓN VISUAL Y DE CONTACTO DEL DESGASTE DEL ESMERIL	B	P	MENSUAL				
AJUSTAR TORNILLERA DE ACOPLER Y SOPORTE	B	P	MENSUAL				
LIMPIEZA GENERAL	B	P	MENSUAL				

NOMENCLATURA	
IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	
A:	ELÉCTRICO
B:	MECÁNICO
P:	PREVENTIVO
ESTADO	
B:	BUENO
R:	REGULAR
M:	MALO

FIRMA
SUPERVISOR DE ÁREA:
NOMBRE:

FIRMA
TÉCNICO RESPONSABLE:
NOMBRE:

FIRMA
RECIBIDO POR:
NOMBRE:

FECHA/HORA DE FINALIZACIÓN:

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Tabla 23-4: Check List de mantenimiento preventivo para prensa hidráulica



CHECK LIST PRENSA HIDRÁULICA

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	ESTADO			OBSERVACIONES
				B	R	M	
LIMPIAR Y APLICAR LUBRICANTE	B	P	SEMESTRAL				
AJUSTAR TORNILLERA DE SOPORTE	B	P	SEMESTRAL				
CHEQUEO DE ACEITE HIDRÁULICO	B	P	SEMESTRAL				
REVISAR EL ESTADO DE LAS MANGUERAS	B	P	SEMESTRAL				
LIMPIAR Y APLICAR REVESTIMIENTO ANTICORROSIÓN	B	P	SEMESTRAL				

NOMENCLATURA	
IDENTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	
A:	ELÉCTRICO
B:	MECÁNICO
P:	PREVENTIVO
ESTADO	
B:	BUENO
R:	REGULAR
M:	MALO

FIRMA
SUPERVISOR DE ÁREA:
NOMBRE:

FIRMA
TÉCNICO RESPONSABLE:
NOMBRE:

FIRMA
RECIBIDO POR:
NOMBRE:

FECHA/HORA DE FINALIZACIÓN:

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Tabla 24-4: Hoja de registro de mantenimiento preventivo



LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Código:
Versión:
Fecha de aprobación:

Código : _____ MÁQUINA: _____

N.-	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA			TIPO DE MANTENIMIENTO	FOTO	CUMPLE		ACTIVIDAD RAELIZADA						DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	RESPONSABLE DE LA MAQ.	FECHA
		M	T	S			SI	NO	L	A	C	R	V	B			
1					P												
2					P												
3					P												
4					P												
5					P												

NOMENCLATURA			
L:	Limpieza	R:	Revisión
A:	Ajuste	V:	Verificación
C:	Cambio	B:	Lubricación
FRECUENCIA			
M:	MENSUAL		
T:	TRIMESTRAL		
S:	SEMESTRAL		

FIRMA
TÉCNICO RESPONSABLE
FECHA

FIRMA
SUPERVISOR DE ÁREA
FECHA

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Para evaluar el mantenimiento preventivo se utilizarán el indicador EMP (Efectividad del mantenimiento preventivo) y se encuentra de la siguiente forma:

$$EMP = \frac{\text{Horas planificadas al mantenimiento preventivo}}{\text{Horas utilizadas al mantenimiento preventivo}} * 100\%$$

Si el porcentaje es mayor o igual al 80% quiere decir que la efectividad en el mantenimiento preventivo es la óptima, por otra parte si el porcentaje es menor al 80% nos indica que la efectividad en el mantenimiento preventivo no es la óptima por lo tanto se deben realizar cambio para la mejora continua.

4.4 Diagrama del proceso propuesto

A continuación se mostrarán el diagrama del proceso propuesto tanto del eje de la bomba como de la tubería de alojamiento.

4.4.1 Diagrama del proceso propuesto del eje de la bomba

Tabla 25-4: Diagrama del proceso propuesto del eje de la bomba

Método actual		<input type="checkbox"/>		DIAGRAMA DEL PROCESO		Fecha: 2021 - 01 - 18	
Método propuesto		<input type="checkbox"/>					
Sujeto del diagrama		Eje de la bomba				HECHO POR: PEÑA PAOLA	
						DIAGRAMA N° 1	
DEPARTAMENTO: Producción							
Distancia en metros	Tiempo en segundos	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO			
	0	1				Almacenamiento de ejes de bombas	
	18	1				Medición del eje	
	10	2				Trazado	
7,8	20	1				Transporte de materia prima desde almacenamiento de ejes de bomba hasta torno 01	
	100	3				Sujeción de la materia prima en el torno	
10,8	20	2				Se transporta de torno 01 a bodega	
	540	1				Preparación de herramientas necesarias para la construcción del eje de la bomba	
10,8	20	3				Transporte de herramientas desde bodega hasta torno 01	
	80	1				Inspecciona herramientas de corte	
12,6	26	4				Se transporta de torno 01 a esmeril 01	
	180	4				Afilado de herramientas de corte (Torneado y fresado)	
12,6	26	5				Se transporta de esmeril 01 a torno 01	
	80	2				Colocar las cuchillas en el porta herramientas	

Tabla 25-4: (Continuación) Diagrama del proceso propuesto del eje de la bomba

	478	5		Tronzado de eje
	192	6		Refrentado del eje
	35	2		Inspecciona que el eje esté nivelado
	50	7		Centrar el eje
	63	3		Coloca la broca de guía
	468	8		Perfora con la broca de guía
	50	4		Cambio de broca (dependiendo del plano)
	486	9		Perfora con la segunda broca
	334	10		Cilindrado interno
	40	3		Inspecciona la medida
	296	11		Refrentado interno
	35	4		Inspecciona la medida
	40	12		Realiza biselado con lima
	70	5		Cambio de cuchilla del porta herramientas (Cuchilla fabricado por los trabajadores)
	390	13		Roscado interno
	60	5		Verifica que todos los pernos comprobadores de roscado interno encajen sin dificultad
	80	6		Cambio de cuchillas y posición del eje de la bomba
	50	6		Inspecciona la medida
	120	14		Realizar ranura 1 de identificación de dureza de material
	45	7		Verifica la medida de ranura 1 de identificación
	30	7		Analiza planos y medidas
	45	8		Verifica la medida de ranura 1 de identificación
	150	15		Realiza ranura 2 de identificación de dureza de material
	50	9		Verifica la medida de ranura 2 de identificación
	30	8		Analiza planos y medidas
	30	16		Mide
	150	17		Realiza ranura 3 (según la descripción del plano)
	45	10		Verifica la medida de ranura 3
	96	9		Cambio de cuchillas además analiza planos y medidas
	30	18		Mide
	160	19		Realiza ranura 4 (según la descripción del plano)
	50	11		Verifica la medida de ranura 4
	60	20		Lima y limpia las cuatro ranuras
	60	10		Cambio de posición del eje de la bomba
	190	21		Realiza cilindrado
	45	12		Verifica la medida
	10	22		lima y limpia el cilindrado final
	60	11		desajusta el eje de la bomba
4,3	10	6		Transporta el eje de la bomba de torno 1 a fresadora 1
	540	12		Preparación para fresar el eje
	180	23		Dentado guía en el eje de la bomba
	80	13		Cambio de fresa
	80	13		Verificación de la medida

Tabla 25-4: (Continuación) Diagrama del proceso propuesto del eje de la bomba

	200	24		Dentado del eje de la bomba
	80	14		Verificación de la medida
	200	25		Dentado del eje de la bomba
	60	15		Verificación de la medida con acoples
3,5	21	7		Transporta producto terminado de fresadora 1 a almacenamiento de ejes de bombas
	180	26		Biselado en x en los dientes del eje con amoladora
	80	27		Lima
	80	28		Limpieza del eje de la bomba
	0	2		Almacenamiento de ejes de bombas
TOTAL	62,4	7584		

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Tabla 26-4: Resumen del diagrama del proceso propuesto del eje de la bomba

RESUMEN DEL DIAGRAMA DEL PROCESO PROPUESTO DEL EJE DE LA BOMBA			
	Cantidad	Tiempo en segundos	Distancia en metros
Operaciones 	28	4862	
Transporte 	7	143	62,4
Esperas 	13	1779	
Inspecciones 	15	800	
Op. Combinada 	0	0	
Almacenamiento 	2	0	
Total	65	7584	62,4

Realizado por: Peña, Paola, 2021

En el diagrama de proceso propuesto del eje de la bomba, se tiene 65 actividades de las cuales 28 son operaciones realizadas en 4862 segundos que equivale a 1 h 21 min; existen 7 transportes con un recorrido de 62,4 metros realizados en 2,4 minutos, 13 actividades son consideradas esperas que equivalen a 29,65 minutos, 15 inspecciones que equivalen a 13,3 minutos y por último dos almacenamientos. En total todo el proceso de fabricación del eje de la bomba propuesto tiene una duración de 7584 segundos lo que equivale a 2h 6 min 24 s.

En el Gráfico 10-4, se puede observar los tiempos utilizados para realizar las diferentes actividades en porcentajes.

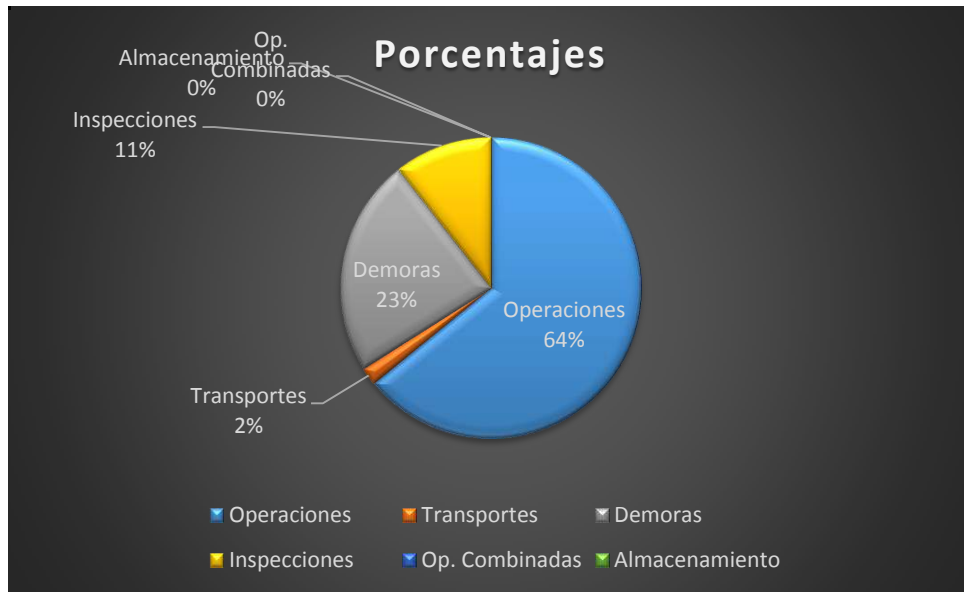


Gráfico 10-4. Resumen del diagrama del proceso propuesto del eje de la bomba

Realizado por: Peña, Paola, 2021

4.4.2 Diagrama del proceso propuesto de la tubería de alojamiento

Tabla 27-4: Diagrama del proceso propuesto de la tubería de alojamiento







Método actual		Método propuesto		Tubería de alojamiento		Fecha: 2021 - 01 - 18	
El diagrama empieza y termina en el almacenamiento de HSG de bombas						HECHO POR: PEÑA PAOLA	
						DIAGRAMA N° 1	
DEPARTAMENTO: Producción							
Distancia en metros	Tiempo en segundos	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO			
0	1	○	⇌	□	⇌	▽	Almacenamiento de HSG de bombas
9,7	180	○	→	□	⇌	▽	Transporte de almacén HSG de bombas a torno 2 (T02)
120	1	○	⇌	□	⇌	▽	sujeción del tubo con el plato de sujeción y centrado
6,7	20	○	→	□	⇌	▽	Transporte de torno 2 (T02) a almacén de ejes de bomba
	10	○	⇌	□	⇌	▽	Toma el tubo con lija
6,7	25	○	→	□	⇌	▽	Transporte de almacén de ejes de bomba a torno 2 (T02)
	120	○	⇌	□	⇌	▽	limpieza del tubo
11,2	25	○	→	□	⇌	▽	Se transporta de T02 a bodega
	600	○	⇌	□	⇌	▽	Preparación de maquina

Tabla 27-4: (Continuación) Diagrama del proceso propuesto de la tubería de alojamiento

11,2	28	5		Se transporta de bodega a T02
	45	4		Colocar las cuchillas en el porta herramientas
	100	2		Tronzado de eje
	80	3		Refrentado del eje
	20	1		Inspecciona medida
	80	4		Refrentado del eje
	20	2		Inspecciona medida
	80	5		Refrentado del eje
	30	3		Inspecciona medida
	15	6		Realiza bisel
	40	5		Cambio de cuchilla
	15	6		Mira el plano
	80	7		Centra la cuchilla
	100	7		Empieza a cilindrar
	15	4		Inspecciona medida
	30	8		Lija lo cilindrado
	30	8		Da ángulo al carro auxiliar
	160	9		Construcción de O'ring
	25	5		Inspecciona medida
	60	10		Construcción de O'ring
	25	6		Inspecciona medida
	60	11		Construcción de O'ring
	20	7		Inspecciona medida
	60	12		Construcción de O'ring
	35	8		Inspecciona medida
	73	13		Construcción de O'ring
	27	9		Inspecciona medida
	15	9		Mira el plano
	60	10		Da ángulo al carro auxiliar
	165	14		Realiza bisel de asiento del O'ring
	12	10		Inspecciona medida
	20	15		Lima bisel
	88	11		Retira la cuchilla
	60	12		Cambio de cuchilla
	20	16		Señala con marcador
	360	17		Roscado
	25	11		Inspección visual
	750	18		Roscado
	30	12		Verifica medidas
	45	19		Lija la rosca
	45	13		Comprueba medida
	100	20		Limpieza del tubo
9,7	20	6		Transporta el tubo de T02 a almacenamiento de HSG de bombas
	0			Almacenamiento de HSG de bombas
TOTAL	55,2	4268		

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Tabla 28-4: Resumen del diagrama del proceso propuesto de la tubería de alojamiento

RESUMEN DIAGRAMA DEL PROCESO PROPUESTO DE LA TUBERÍA DE ALOJAMIENTO			
	Cantidad	Tiempo en segundos	Distancia en metros
Operaciones 	20	2478	
Transporte 	6	298	55,2
Esperas 	12	1163	
Inspecciones 	13	329	
Op. Combinada 	0	0	
Almacenamiento 	2	0	
Total	53	4268	55,2

Realizado por: Peña, Paola, 2021

En el diagrama del proceso propuesto de la tubería de alojamiento, considera 53 actividades de las cuales 20 son operaciones realizadas en 2478 segundos que equivale a 41,3 min; consta de 6 transportes con un recorrido de 55,2 metros realizados en 5 minutos, 12 esperas que equivalen a 19,38 minutos, 13 inspecciones que equivalen a 5,5 minutos y finaliza con dos almacenamientos. En total todo el proceso de fabricación propuesto de la tubería de alojamiento tiene una duración de 4268 segundos lo que equivale a 1 h 11 min 8 s.

A continuación se observan los tiempos utilizados para realizar las diferentes actividades en porcentajes.

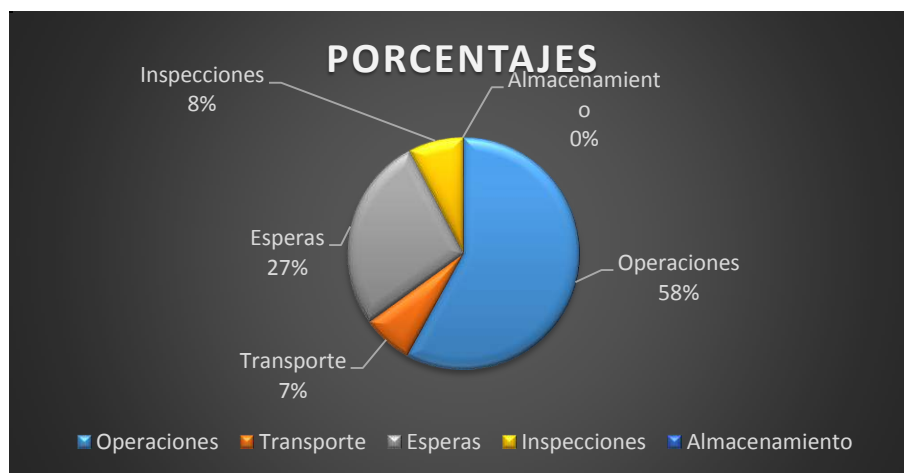


Gráfico 11-4. Resumen del diagrama del proceso propuesto de la tubería de alojamiento

Realizado por: Peña, Paola, 2021

4.5 VSM futuro

En este caso la representación del VSM futuro es el estado al que buscas llegar con las implementaciones propuestas, eliminando los desperdicios y elevando la eficiencia del proceso, es aquí donde se debe representar las oportunidades de mejoras que tiene el proceso de producción tanto del eje de la bomba como de la tubería de alojamiento, en otras palabras es el VSM mejorado.

4.5.1 VSM futuro del eje de la bomba

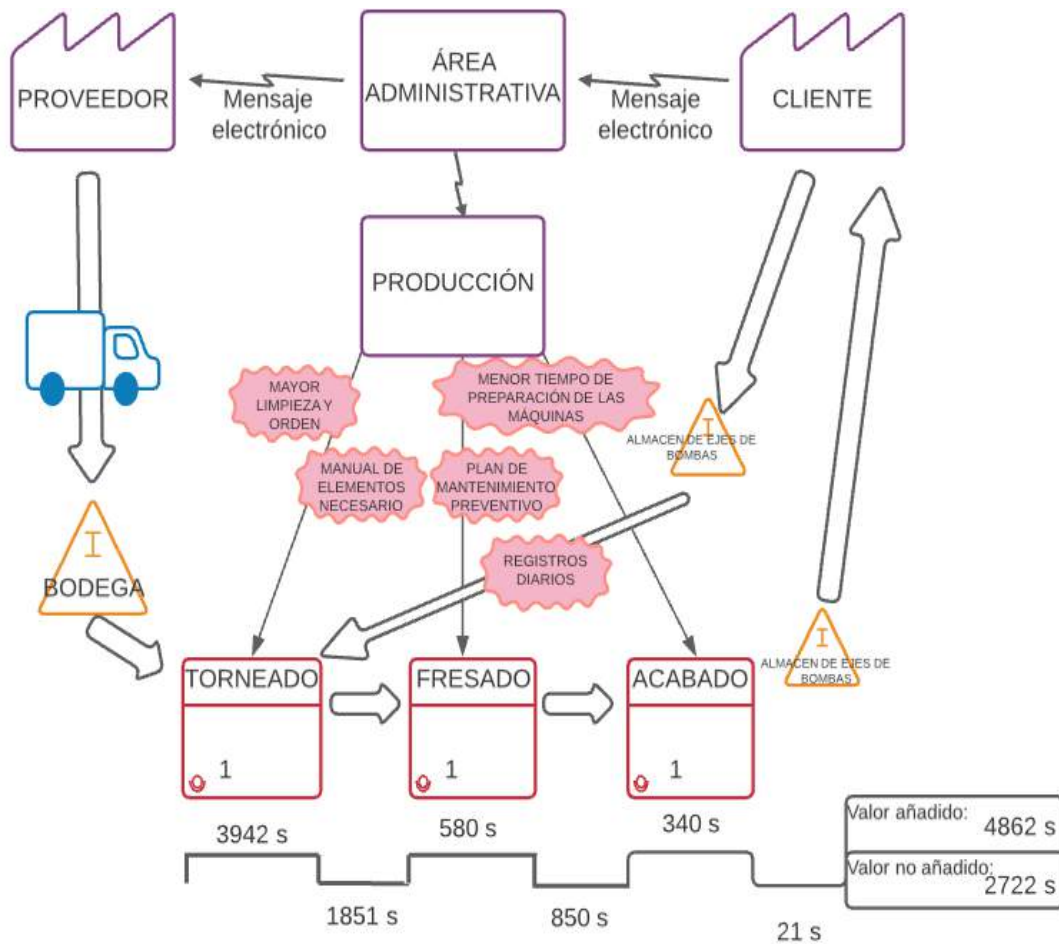


Figura 7-4. VSM futuro del eje de la bomba

Realizado por: Peña, Paola, 2021

$$\text{Tiempo de proceso} = \text{torneado} + \text{fresado} + \text{acabado}$$

$$\text{Tiempo de proceso} = 3942 \text{ s} + 580 \text{ s} + 340 \text{ s}$$

$$\text{Tiempo de proceso} = 4862 \text{ s} = 1,35 \text{ h}$$

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ de\ proceso}{Producción}$$

$$Takt\ time = \frac{1,35\ h}{1\ unidad} = 1,35\ h/unidad$$

Lead time = tiempo de valor añadido + tiempo de valor no añadido

$$Lead\ time = 4862\ s + 2722\ s$$

$$Lead\ time = 7584\ s = 2,11\ h$$

4.5.2 VSM futuro de la tubería de alojamiento

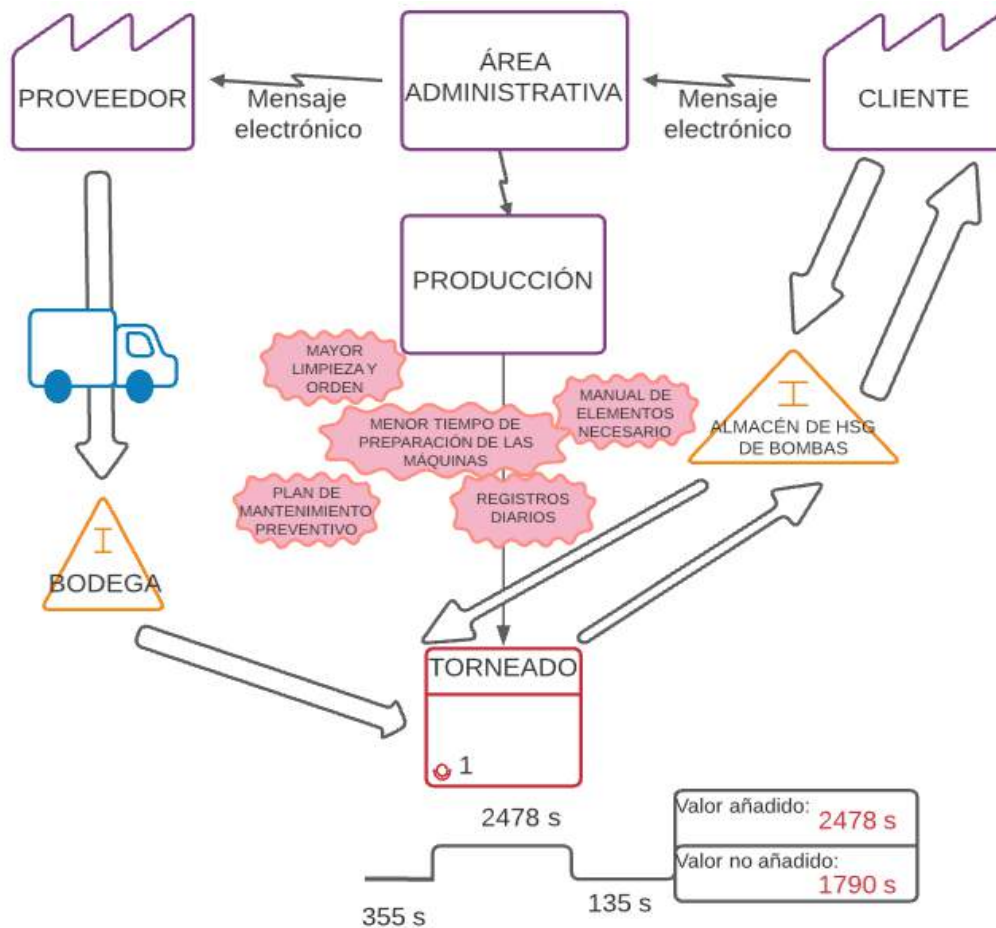


Figura 8-4. VSM futuro de la tubería de alojamiento

Realizado por: Peña, Paola, 2021

Tiempo de proceso = torneado

$$Tiempo\ de\ proceso = 2478\ s = 0,69\ h$$

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ de\ proceso}{Producción}$$

$$Takt\ time = \frac{0,69\ h}{1\ unidad} = 0,69\ h/unidad$$

Lead time = tiempo de valor añadido + tiempo de valor no añadido

$$Lead\ time = 2478\ s + 1790\ s$$

$$Lead\ time = 4268\ s = 1,18\ h$$

4.6 Análisis de resultados alcanzados

Gracias a la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa López Torres Industrial S.A., se pueden notar los cambios obtenidos, una de las herramientas utilizadas son las 5'S y a continuación se muestra un gráfico donde se compara la auditoría inicial de las 5's vs la auditoría final de las 5'S, con el fin de observar el aumento satisfactorio en la metodología.

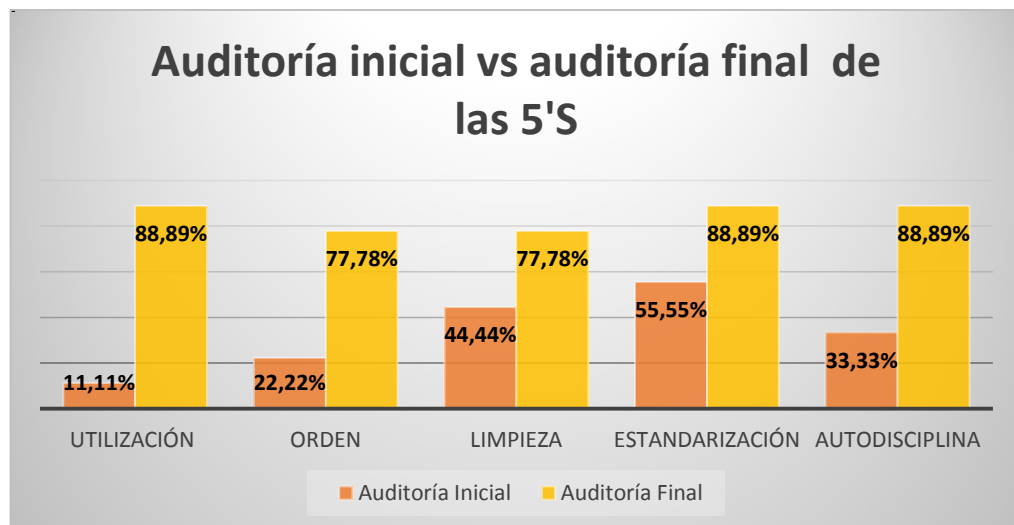








Gráfico 12-4. Auditoría inicial vs auditoría final de las 5'S.

Realizado por: Peña, Paola, 2021

En la Gráfica 12-4 se nota la diferencia del antes y después de la implementación de la metodología de las 5'S, esta ha sido una mejora para la empresa y a simple vista el cambio es notorio. Sin embargo la metodología puede seguir mejorando ya que el porcentaje de cumplimiento no llega al 100% el cual debe ser el objetivo a alcanzar.

Otra de las metodologías utilizadas es el VSM donde fue evaluada la situación inicial de los dos productos que generan mayor rentabilidad a la empresa, además se realizó una propuesta de mejora a través del VSM futuro las cuales fueron la utilización de registros diarios, manual de elementos necesarios para la construcción del eje de la bomba y tubería de alojamiento, menor tiempo de preparación de las maquinarias, un plan de mantenimiento preventivo y mayor limpieza y orden dentro del área de trabajo, apoyados en el diagrama del proceso actual y propuestos de dichos productos, los resultados obtenidos de la aplicación de esta herramienta son los siguiente:







Tabla 29-4: Análisis de resultados del diagrama del proceso del eje de la bomba

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL EJE DE LA BOMBA									
	MÉTODO ACTUAL			MÉTODO PROPUESTO			DIFERENCIA		
	Cantidad	Tiempo en segundos	Distancia en metros	Cantidad	Tiempo en segundos	Distancia en metros	Cantidad	Tiempo en segundos	Distancia en metros
Operaciones 	34	5403		28	4862		6	541	
Transporte 	14	238	121	7	143	62,4	7	95	58,6
Esperas 	21	2162		13	1779		8	383	
Inspecciones 	15	895		15	800		0	95	
Op. Combinada 	1	26		0	0		1	26	
Almacenamiento 	2	0		2	0		0	0	
Total	87	8724	121	65	7584	62,4	22	1140	58,6

Realizado por: Peña, Paola, 2021

En este proceso se redujeron 6 operaciones, 7 transportes, 8 esperas y una operación combinada, en total fueron 22 actividades menos en este proceso, reduciendo 19 minutos y 58,6 m del proceso productivo del eje de la bomba.

Tabla 30-4: Análisis de resultados del diagrama del proceso de la tubería de alojamiento

DIAGRAMA DEL PROCESO DE LA TUBERÍA DE ALOJAMIENTO									
	MÉTODO ACTUAL			MÉTODO PROPUESTO			DIFERENCIA		
	Cantidad	Tiempo en segundos	Distancia en metros	Cantidad	Tiempo en segundos	Distancia en metros	Cantidad	Tiempo en segundos	Distancia en metros
Operaciones 	20	2478		20	2478		0	0	
Transporte 	12	438	108,6	6	298	55,2	6	140	53,4
Esperas 	18	1495		12	1163		6	332	
Inspecciones 	13	329		13	329		0	0	
Op. Combinada 	0	0		0	0		0	0	
Almacenamiento 	2	0		2	0		0	0	
Total	65	4740	108,6	53	4268	55,2	12	472	53,4

Realizado por: Peña, Paola, 2021

En el proceso productivo de la tubería de alojamiento se eliminaron 6 transportes y 6 esperas, en total fueron 12 actividades menos, reduciendo 6,95 minutos y 53,4 m de recorrido en este proceso.

En cuanto a las actividades que generan un valor añadido y un valor no añadido se muestran el siguiente resumen.

Tabla 31-4: Análisis de resultados del VSM del eje de la bomba

Eje de la bomba			
	VSM inicial (s)	VSM futuro (s)	DIFERENCIA
Valor añadido	5403	4862	541
Valor no añadido	3321	2722	599

Realizado por: Peña, Paola, 2021

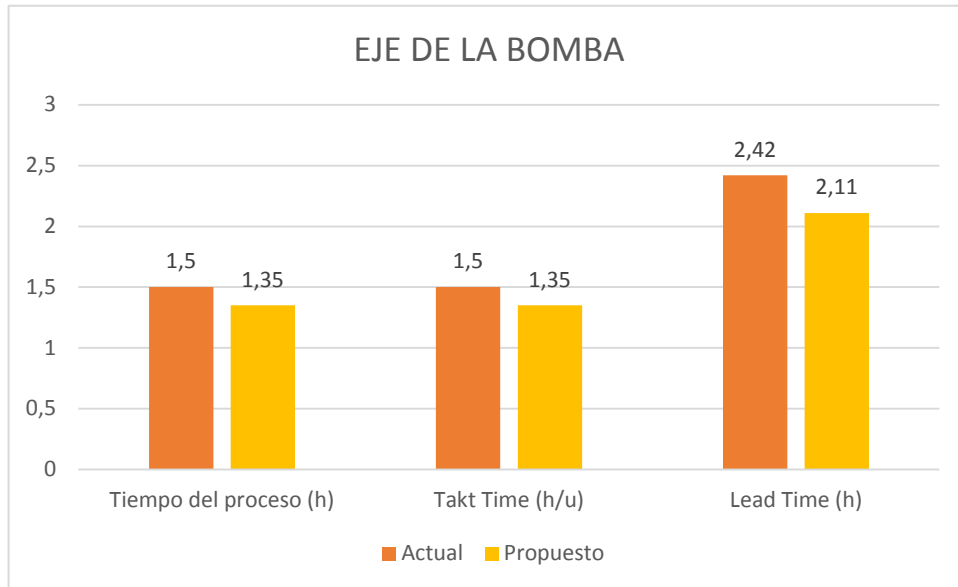


Gráfico 13-4. Diagrama del proceso actual vs propuesto del eje de la bomba.

Realizado por: Peña, Paola, 2021

En las actividades que generan un valor añadido al eje de la bomba se eliminaron 9,02 min del proceso productivo y en las actividades que no generan un valor añadido se eliminaron 10 min. Además el tiempo de procesamiento disminuyó 0,15h; el lead time 0,31 h y por último es takt time se redujo en 0,15h/u.

Tabla 32-4: Análisis de resultados del VSM de la tubería de alojamiento

Tubería de alojamiento			
	VSM inicial (s)	VSM futuro (s)	DIFERENCIA
Valor añadido	2478	2478	0
Valor no añadido	2262	1790	472

Realizado por: Peña, Paola, 2021

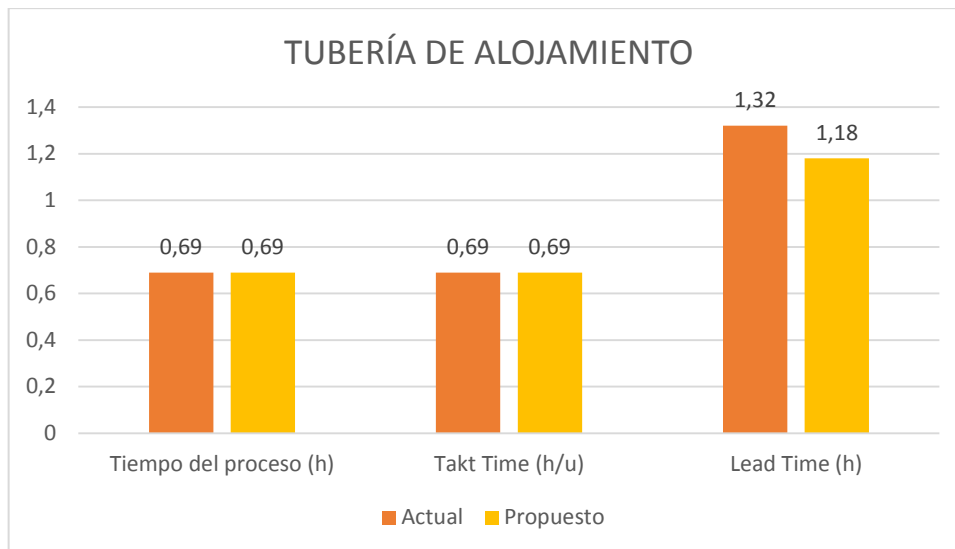


Gráfico 14-4. Diagrama del proceso actual vs propuesto de la tubería de alojamiento.

Realizado por: Peña, Paola, 2021

A diferencia del eje de la bomba en las actividades que generan un valor añadido para la tubería de alojamiento no existió un cambio y en las actividades que no generan un valor añadido se eliminaron 7,86 min. Además el tiempo de procesamiento y takt time siguen siendo los mismo el único que se redujo fue el Lead time 0,13h.

CONCLUSIONES

- Se realizó el estudio de la situación inicial del proceso productivo del eje de bomba y de la tubería de alojamiento a través del VSM inicial, en el cual se encontraron desperdicios como tiempos de esperas, sobre procesamiento, defectos, sobreproducción; además se determinó que el lead time es de 2,42 h, el takt time de 1,5 h/u y el tiempo de producción es de 1,5 h, estos datos son pertenecientes al eje de la bomba, por otra parte en la tubería de alojamiento se encontró un lead time de 1,32 h un takt time de 0,69 h/u y por último un tiempo de producción de 0,69h.
- Se realizó un análisis de los desperdicios encontrados en el proceso productivo de los productos antes mencionados además de describir las causas que los generan, entre las causas principales se encontraba la falta de orden y limpieza, falta de estandarización, la no utilización de registros y tiempos de preparación de maquinaria elevados, también se realizó un plan de mantenimiento preventivo porque se identificó que la empresa no contaba con uno, lo cual es un error ya que el mantenimiento preventivo evita la existencia de tiempo de espera por reparaciones y aumenta la vida útil de la maquinaria.
- Se evaluó el estado de orden y limpieza en el área de producción de la empresa López Torres Industrial S.A., mediante la aplicación de las 5's como herramienta de Lean Manufacturing, la auditoría inicial arrojó como resultado que la empresa tenía un 33,33% de cumplimiento de la metodología.
- Fue desarrollado el VSM Futuro donde se ubicaron las oportunidades de mejora del proceso de producción de los productos estudiados, donde se redujeron los desperdicios encontrados inicialmente del eje de la bomba obteniendo un lead time de 2,11 h, el takt time es de 1,35 h/u y un tiempo de proceso de 1,35 h; por otra parte en la tubería de alojamiento solo se redujo el lead time quedando en 1,18 h.
- Fueron evaluados los resultados obtenidos por la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing donde se encontró que el cumplimiento de las 5's aumentó en un 51,12% quedando en un 84,45% el cual es un resultado satisfactorio; en cuanto a la herramienta Value Stream Mapping su lead time disminuyó en un 12,81%, el takt time y tiempo del proceso se redujo en un 10% estos datos son referente al eje de la bomba; en la tubería de alojamiento solo se redujo el lead time en un 10,61%.

RECOMENDACIONES

- Para tener una mejora continua dentro de la empresa se debe realizar el análisis de la situación inicial mediante la ayuda de VSM por lo menos una vez al año, con el fin de encontrar nuevas propuestas de mejora.
- Implementar los registros, check list, tarjetas rojas, plan de mantenimiento y las hojas de elementos necesarios, para que la empresa logre alcanzar satisfactoriamente una mejora en su proceso productivo.
- Fortalecer la comunicación entre la alta gerencia y los trabajadores para cumplir los objetivos que se planteen dentro del comité de las 5'S, la mejor opción sería mediante un buzón de sugerencia y recomendaciones donde el trabajador se sienta incluido en las decisiones que van a ser tomar para mejorar su lugar de trabajo.
- Realizar periódicamente las auditorías de las 5'S internas (Mensual) y externas (por lo menos cada seis meses) donde se evalúe el estado de orden y limpieza en el área de mecanizado de la empresa, con el fin de alcanzar un porcentaje muy satisfactorio del cumplimiento de dicha herramienta y tratar de expandirlo a toda la empresa.
- Realizar campañas de motivación para que los empleados adopten una cultura de orden y limpieza en su lugar de trabajo, esta campañas estarán divididas en dos partes; la primera es la realización de capacitaciones de forma semestral y la segunda es realizar carteles informativos donde se deben poner las fotografías del antes y después de la implementación de la metodología además de frases motivadoras las cuales pueden cambiarse mensualmente.

BIBLIOGRAFÍA

APAZA, Ruben. *Filosofía lean y los 5 Principios del pensamiento Lean Thinking* [blog]. [Consulta:14 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.rubenapaza.com/2018/07/filosofia-lean-y-los-5-principios-del.html>

CALVACHE BANDA, Guillermo. Incremento de la productividad basado en un modelo de gestión por procesos en la empresa POLIACRILART [en línea] (Trabajo de titulación) (Maestría). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de ingeniería química y agroindustria. Quito, Ecuador. 2018. p. 22. [Consulta: 2020-12-18]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19737/1/CD-9140.pdf>

CARRO, R.; & GONZÁLEZ, D. “Productividad y competitividad”. NULAN [en línea], 2012, (Argentina), pp. 1-16.[Consulta: 10 de diciembre del 2020]. Disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf

CERÓN, Juan; et al. “Desarrollo y casos de aplicación de Lean Manufacturing”. *Magazín Empresarial* [en línea], 2015, (Colombia) 11(28), pp. 33-44. [Consulta: 15 de diciembre del 2020]. Disponible en: https://repository.usc.edu.co/bitstream/20.500.12421/2500/1/Desarrollo_y_casos_de_aplicación_de_Lean_Manufacturing.pdf

FLORES BONILLA, Santiago, & YANÉZ MAJI, Roque. Mejoramiento del proceso productivo en la empresa EL PLACER S.A. ubicada en el Cantón Píllaro en base al desarrollo de la metodología 5S y VSM, herramientas de Lean Manufacturing [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería Industrial. Riobamba, Ecuador. 2018. [Consulta: 2020-12-15]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10497>

GARCÍA, M.; & AMADOR, A. “Cómo aplicar “VALUE STREAM MAPPING” (VSM)”. *3C Tecnología. Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme* [En línea], 2019, 8(2), pp.68-83. [Consulta: 12 de diciembre del 2020]. ISSN 2254-4143. Disponible en: <https://ojs.3ciencias.com/index.php/3c-tecnologia/article/view/824>

GARCÍA, Oliver. *Competitividad, concepto e importancia* [blog]. 2015. [Consulta:12 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/universidad-tecnologica-del-valle-del-mezquital/competitividad-concepto-e-importancia>

GÓMEZ, Emilio. *Cómo el “Sistema Pull”, como parte de “Lean” ha ayudado a ZARA* [blog]. 2016. [Consulta:15 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.eoi.es/blogs/emiliogomez/2016/07/26/como-el-sistema-pull-como-parte-de-lean-ha-ayudado-a-zara/>

IPEA. *VSM, el Mapa de la Cadena de Valor. Obtenido de Instituto de Productividad empresarial Aplicada* [blog]. 2018. [Consulta: 22 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.ipeaformacion.com/herramientas-lean/vsm-mapa-la-cadena-valor/>

IPLACEX. *Procesos Productivos* [blog]. 2018. [Consulta: 20 diciembre 2020]. Disponible en: [http://biblioteca.iplacex.cl/MED/Procesos productivos.pdf](http://biblioteca.iplacex.cl/MED/Procesos%20productivos.pdf)

LEMA REMACHE, Oscar, & APUPALO YANCHAPANTA, Tania. 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) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería Industrial. Riobamba, Ecuador. 2019. [Consulta: 2020-12-10]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13518/1/85T00555.pdf>

LOPEZ TORRES INDUSTRIAL S.A. Información[blog]. [Consulta: 10 noviembre 2020]. Disponible en: https://www.guimun.com/ver_seccion.php?seccion=651&id=1349&width=700&height=580

MASAPANTA SERPA, Marco. Análisis de despilfarros mediante la técnica Value Stream Mapping (VSM) en la fábrica de calzado LENICAL [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Ingeniería Industrial. Cuenca, Ecuador. 2014. [Consulta: 2020-12-09]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20654/1/TESIS.pdf>

MONTERO VALDIVIEZO, Andrés, & RAMÍREZ VALLEJO, José. Propuesta de un sistema de producción para la empresa “OMEGA” ubicada en la ciudad de Riobamba en base a

las herramientas del Lean Manufacturing [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería Industrial. Riobamba, Ecuador. 2018. [Consulta: 2020-12-06]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9874>

ORDOÑEZ CAZAR, Marisol. Propuesta de mejoramiento de la productividad en una empresa metalmecánica mediante la aplicación de un VSM [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de las Américas, Facultad de Ingeniería y ciencias aplicadas. Quito, Ecuador. 2017. [Consulta: 2020-12-05]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/7559>

ORTIZ GONZALEZ, 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) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería Industrial. Riobamba, Ecuador. 2018. [Consulta: 2020-12-06]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10496>

PÉREZ GUERRA, Yailí. “La mejora continua de los procesos en una organización fortalecida mediante el uso de herramientas de apoyo a la toma de decisiones”. *Revista Empresarial* [En línea], 2016, 10 (1), pp. 9-19. [Consulta: 03 de diciembre del 2020]. ISSN 1390-3748. Disponible en: https://www.academia.edu/37500289/ARTICULO_Dialnet_La_Mejora_Continua_De_Los_Procesos_En_Una_Organizacion_Fort_5580335

POMA ANCCASI, Edison. Aplicación del Value Stream Mapping para detección de pérdidas productivas en la construcción del túnel de conducción en la hidroeléctrica Quitaraca. Huancayo: Universidad Nacional del Centro de Perú [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Nacional del Centro de Perú, Facultad de Ingeniería Civil. Huancayo, Perú. 2014. [Consulta: 2020-12-16]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/424>

RIVERA CADAVID, Leonardo. “Justificación Conceptual de un modelo de implementación de Lean Manufacturing”. *Heurística* [En línea], 2015, pp. 91-106. [Consulta: 07 de diciembre del 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/32705982/JUSTIFICACIÓN_CONCEPTUAL_DE_UN_MODELO_DE_IMPLEMENTACIÓN_DE_LEAN_MANUFACTURING

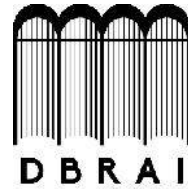
RUBIO, L., & BAZ, V. *El poder de la Competitividad* [en línea]. México D.F. - México: CIDAC, 2015. [Consulta: 17 de diciembre del 2020]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=2eAcDQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=que+es+la+competitividad&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwikmN-d_KrtAhUHTTABHf-RDBwQ6AEwA3oECAUQA#v=onepage&q&f=false

SOCONINI, Luis. *Lean Manufacturing Paso a Paso* [en línea]. Barcelona-España: MARGE BOOKS, 2019. [Consulta: 14 de diciembre del 2020]. Disponible en: https://books.google.es/books?id=rjyeDwAAQBAJ&dq=lean+manufacturing&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS PARA EL
APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 26 / 03 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Paola Andrea Peña Maje
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Mecánica
Carrera: Ingeniería Industrial
Título a optar: Ingeniera Industrial
f. Analista de Biblioteca responsable: Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.

**LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS**

Firmado digitalmente por LUIS
ALBERTO CAMINOS VARGAS
Nombre de reconocimiento
(DN): c=EC, I=RIOBAMBA,
serialNumber=0602766974,
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Fecha: 2021.03.26 17:52:48
-05'00'



0821-DBRAI-UPT-2021