

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA PARA OPTIMIZAR
LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FABRICANTE DE
PIEZAS DE FIBRA DE VIDRIO**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADA POR:

Bach. ANGULO BALLENA JAVIER, ANTONIO JUNIOR

Bach. MEDRANO BERNAOLA, ANGEL OMAR

ASESOR: Mg. MATEO LÓPEZ, HUGO JULIO

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis padres Angel y Mary Luz por
su dedicación y esfuerzo.

Angel Omar Medrano Bernaola

A mis queridos padres Javier y
Giovanna, por ser motivo de mi
inspiración por su constante apoyo
y amor para con sus hijos

Javier Antonio Angulo Ballena

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento para nuestros padres por darnos la oportunidad de formar una carrera profesional y a nuestro asesor Hugo Mateo López por su dedicación durante nuestro proceso de titulación.

Angel Omar Medrano Bernaola y
Javier Antonio Angulo Ballena

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	2
1.1. Formulación del problema y justificación del estudio	2
1.1.1. Problema general.....	5
1.1.2. Problemas específicos	5
1.2. Objetivos generales y específicos	6
1.2.1. Objetivo General	6
1.2.2. Objetivos Específicos.....	6
1.3. Delimitación de la investigación.....	6
1.4. Justificación e importancia.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes del estudio de investigación.....	8
2.2. Bases teóricas relacionadas con el tema	10
2.2.1. Lean Manufacturing	10
2.3. Definición de términos básicos	26
2.4. Hipótesis.....	27
2.4.1. Hipótesis general.....	27
2.4.2. Hipótesis Específico.....	27
2.5. Variables	27
2.5.1. Variable independiente	27
2.5.2. Variables dependientes	27
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	29
3.1. Tipo y nivel	29
3.2. Diseño de la investigación	29
3.3. Población y muestra	29
3.3.1. Población de estudio	29
3.3.2. Muestra.....	29
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30

3.5.	Procedimientos para la recolección de datos	30
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	30
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		31
4.1.	Diagnóstico	31
4.1.1.	Presentación de la empresa	31
4.1.2.	Procesos de fabricación.....	32
4.1.3.	Metodología de investigación	33
4.2.	Validación de la Hipótesis	57
CONCLUSIONES		63
RECOMENDACIONES.....		64
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		65
ANEXOS		67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Pedido Mensual de máscaras de motocarro 1er semestre 2019.....	2
Tabla 2- Registro de entregas de máscaras de motocarro 1er semestre 2019.....	4
Tabla 3 – Número recomendado de ciclos según tiempo de ciclo.....	20
Tabla 4 - Simbología ANSI para diagramas de flujo.....	24
Tabla 5 - Tiempo de recorrido por lote de máscaras	38
Tabla 6 – Observaciones preliminares tareas	39
Tabla 7 - Calculo de tiempo estándar proceso de laminado	41
Tabla 8 - Cálculo de tiempo estándar proceso de maquinado	41
Tabla 9 – Calculo de tiempo estándar proceso de acabado	42
Tabla 10 - Cálculo de costo de mano de obra por lote	44
Tabla 11 - Tiempo de recorrido por lote con layout propuesto	52
Tabla 12 – Tiempo estandar de laminado	53
Tabla 13 – Tiempo estándar de maquinado	53
Tabla 14 – Tiempo estándar de acabado.....	54
Tabla 15 – Costo de mano de obra por lote	56
Tabla 16 – Comparación de datos pre-test / post-test.....	57
Tabla 17 - Prueba de normalidad de la variable "Tiempo estándar"	57
Tabla 18 – Prueba de muestras emparejadas de la variable "Tiempo estándar"	58
Tabla 19 – Estadísticas de muestras emparejadas de la variable "Tiempo estándar	58
Tabla 20- Prueba de normalidad de la variable "Costo de MO por lote"	59
Tabla 21 – Prueba de muestras emparejadas variable “ Costo de MO por lote”	59
Tabla 22 – Estadística de muestras emparejadas variable “Costo de MO por lote)	60
Tabla 23 – Prueba de normalidad variable “Espacio ocupado”.....	60
Tabla 24 – Prueba de muestras emparejadas”	61
Tabla 25 – Estadísticas de muestras emparejadas variable “ Espacio ocupado”	61
Tabla 26 – Resumen de resultados de investigación	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Máscara de motocarro	3
Figura 2 – Motocarro	3
Figura 3- Diagrama de Ishikawa - Área de producción Fibras Alfa EIRL.....	5
Figura 4 - Método de las 5s	15
Figura 5 - Cronometro digital	17
Figura 6 - Ejemplo de formato de toma de tiempos	18
Figura 7 - Hilos de fibra de vidrio	31
Figura 8 - Estructura de metodología	33
Figura 9 – Mapa de procesos de la empresa Fibras Alfa EIRL	35
Figura 10 – Diagrama de flujo para la fabricación de máscaras de motocarro	36
Figura 11- Distribución de planta antes de la implementación del plan de mejora.....	37
Figura 12 - Diagrama de análisis de procesos para fabricación de un lote de máscaras	43
Figura 13- Cronograma de Actividades de implementación de 5s	45
Figura 14 - Distribución de planta propuesto	48
Figura 15 - Diagrama de análisis de procesos para fabricación de un lote de máscaras	55

RESUMEN

La presente investigación estuvo orientada a la implementación de un plan de mejora para mejorar la productividad en la empresa Fibras Alfa EIRL, empresa dedicada a la fabricación de piezas a pedido en fibra de vidrio.

A partir de visitas a la planta de producción se identificaron los principales problemas y se levantó información importante de costos de producción y procedimientos de fabricación, lo que sirvió luego para hacer un comparativo y medir la mejora con los indicadores adecuados.

Este plan de mejora involucró herramientas de Lean Manufacturing, para reducir tiempos y mejorar el orden en el área de producción de máscaras de motocarros. Se utilizaron herramientas como el estudio de tiempos, distribución de planta y 5s con el objetivo de optimizar los procesos que se involucran en la mencionada producción.

La investigación se enfocó en tres factores que influyen directamente en la productividad: Tiempo estándar de producción donde se logró reducir el tiempo en 14.4%, costos de producción donde se pudo reducir en costo de mano de obra 12.87% y el espacio ocupado por objetos innecesarios en planta que se redujo en 39.64% con el fin de ampliar la línea de producción.

Palabras claves: Tiempo estándar, Costos de producción, distribución de planta, estudio de tiempos, productividad, fibra de vidrio.

ABSTRACT

The present investigation was oriented to the implementation of an improvement plan to improve productivity in the company Fibras Alfa EIRL, a company dedicated to the manufacture of pieces on demand in fiberglass.

The main problems were identified from visits to the production plant and important information on production costs and manufacturing procedures were reported, which then served to make a comparison and measure the improvement with the affected indicators.

This improvement plan involves Lean Manufacturing tools, to reduce times and improve order in the area of production of motorcycle masks. Tools such as the study of time, plant distribution and 5s will be used with the objective of optimizing the processes that are involved in the mentioned production.

The research focused on three factors that directly influence productivity: Standard production time where time is reduced by 14.4%, production costs where the cost of labor can be reduced by 12.87% and the space occupied by unnecessary objects in plant that was reduced by 39.64% in order to expand the production line.

Keywords: Standard time, Production costs, plant distribution, time study, productivity, fiberglass.

Key words: Standard time, production costs, plant distribution, time study, productivity, fiberglass.

INTRODUCCIÓN

En estos tiempos, para que una empresa tenga oportunidad de subsistir en el tiempo debe ser competitiva y para lograr esto debe aprovechar todo lo posible para mejorar su productividad. Para una empresa manufacturera lo antes mencionado es especialmente importante, ya que el tener una mejor productividad puede significar una importante ventaja con respecto a los competidores.

La presente investigación se centra en mejorar tres aspectos dentro de la línea de producción de máscaras de motocarro en la empresa Fibras Alfa EIRL, estos aspectos son: Tiempo estándar, costos de fabricación y espacio disponible para ampliar la línea de producción.

Para lograr optimizar la producción enfocado en estos aspectos, se utilizaron las siguientes herramientas: Método de las 5s, Estudio de tiempos, mapa de procesos y Diagrama de recorrido. El primer capítulo abarca el planteamiento del problema, define los objetivos de la investigación, su delimitación y justificación.

El segundo capítulo enuncia el marco teórico, contiene el resumen de investigaciones anteriores con objetivos similares a los planteados en el primer capítulo, también contiene la base teórica en la que sustenta el estudio y por ultimo una definición de términos básicos para entender mejor la investigación.

El tercer capítulo expone el tipo, nivel y diseño de la investigación. También define la población y muestra del estudio, y por ultimo las técnicas e instrumentos que se utilizaron.

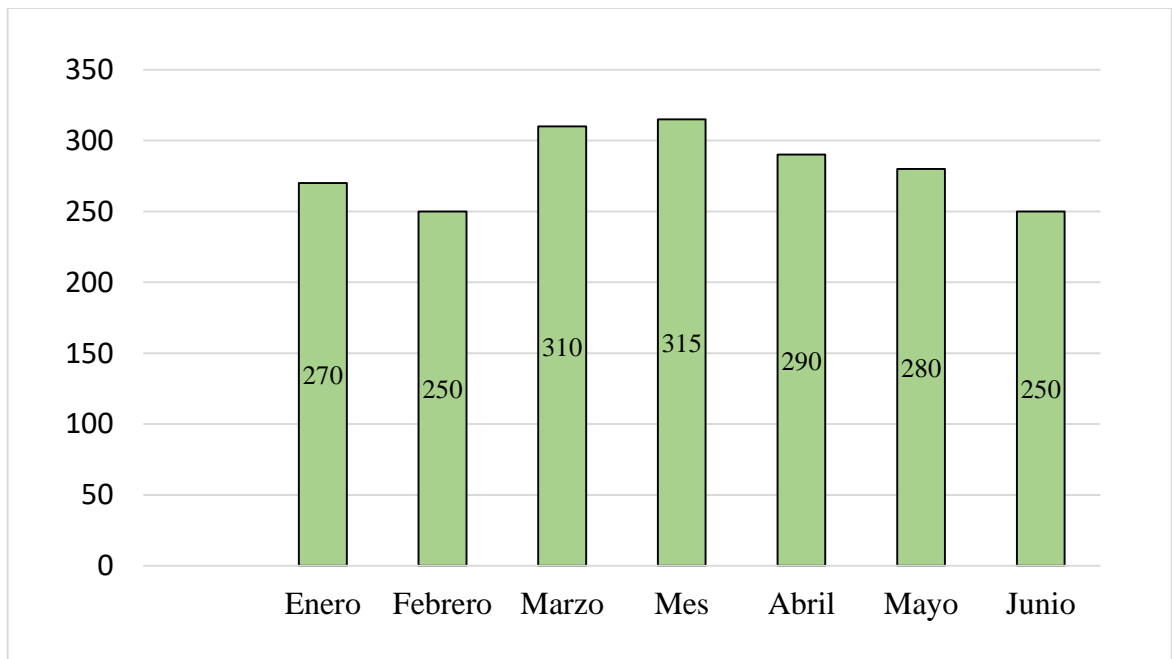
Por último en el cuarto capítulo se presenta un pre-test y post-test de la investigación, se evalúan los resultados concluyendo que al implementar el plan de mejora obtendremos un mejor tiempo estándar de producción, una reducción de costo de mano de obra y se podrá disponer de un mayor espacio de área de trabajo el cual era ocupado por objetos innecesarios.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Formulación del problema y justificación del estudio

La empresa Fibras Alfa E.I.R.L. es una empresa peruana recién formada dedicada a la fabricación de piezas de resina reforzadas con fibra de vidrio a pedido. Actualmente la empresa tiene como producto principal en su producción máscaras de motocarros (ver figura 1 y figura 2), las cuales son solicitadas de manera mensual, y divididas en cuatro entregas, una cada lunes del mes del mes. El pedido mensual promedio es de 280 máscaras, lo cual se calculó después de analizar el pedido mensual del primer semestre del año 2019. Ver tabla 1.

Tabla 1 – Pedido Mensual de máscaras de motocarro 1er semestre 2019



Fuente: Área de producción - Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

En la Figura 1 podemos ver el producto que será la base del estudio, la máscara de motocarro.



Figura 1 - Máscara de motocarro
Elaboración propia

En la figura 2, un motocarro con la máscara instalada.



Figura 2 – Motocarro
Fuente: Elaboración propia

Revisando documentación de entrega de productos terminados, se pudo constatar que la empresa con frecuencia realiza sus entregas con uno o dos días de atraso (en comparación con la competencia), esto genera desconfianza en el cliente, que se ve obligado a comprarle a otra empresa cuando necesita piezas de manera urgente. Esto claramente es una desventaja para la empresa que puede perder el cliente de no revertir esta situación. En la tabla 2 podemos ver el promedio de días de atraso en las entregas.

Tabla 2- Registro de entregas de máscaras de motocarro 1er semestre 2019

Fecha programada (FP) y fecha de entrega (FE)												Días promedio	
FP1	FE1	Atraso	FP2	FE2	Atraso	FP3	FE3	Atraso	FP4	FE4	Atraso	atraso mensual	
7/01/2019	10/01/2019	3	14/01/2019	15/01/2019	1	21/01/2019	23/01/2019	2	28/01/2019	31/01/2019	3	2	
4/02/2019	5/02/2019	1	11/02/2019	11/02/2019	0	18/02/2019	20/02/2019	2	25/02/2019	25/02/2019	0	1	
4/03/2019	7/03/2019	3	11/03/2019	12/03/2019	1	18/03/2019	20/03/2019	2	25/03/2019	27/03/2019	2	2	
1/04/2019	2/04/2019	1	8/04/2019	11/04/2019	3	15/04/2019	17/04/2019	2	22/04/2019	23/04/2019	1	2	
6/05/2019	8/05/2019	2	13/05/2019	13/05/2019	0	20/05/2019	21/05/2019	1	27/05/2019	30/05/2019	3	2	
3/06/2019	5/06/2019	2	10/06/2019	10/06/2019	0	17/06/2019	17/06/2019	0	24/06/2019	25/06/2019	1	1	
Promedio total												2	

Fuente: Área de producción Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

Luego de observar el proceso de fabricación de un lote, 30 unidades, pudimos identificar los siguientes problemas en el área de producción:

- Los trabajadores siguen un procedimiento diferente para cada lote de producción, si bien algunos pasos pueden cambiar de orden sin alterar el producto final, esto conlleva al traslado de sólo algunos productos en proceso de un área a otra, generando desorden y confusión al tratar de establecer el avance de la presente orden de producción.
- La falta de una cultura de orden hace que los trabajadores dejen las herramientas en lugares distintos cada vez, lo que genera la pérdida de las herramientas o demora para el siguiente trabajador que quiera utilizar dicha determinada herramienta.
- Hay espacios que no son transitables al estar ocupados por máquinas en desuso o moldes antiguos.

- Las estaciones de trabajo tienen su delimitación sin marcar ni señalar, por lo que los trabajadores realizan diferentes actividades en diferentes lugares de la empresa, lo que causa pérdida de herramientas y desperdicio de consumibles.
- Hay bastante recorrido del producto en proceso antes de que esté terminado.

Estos problemas acarrear complicaciones económicas para la empresa, los mismos que de agravarse puede comprometer el pago de trabajadores y deudas, incrementar el gasto en materiales y finalmente comprometer la liquidez de la empresa. Se elaboró la figura 3 para identificar los problemas en la línea de producción de máscaras.

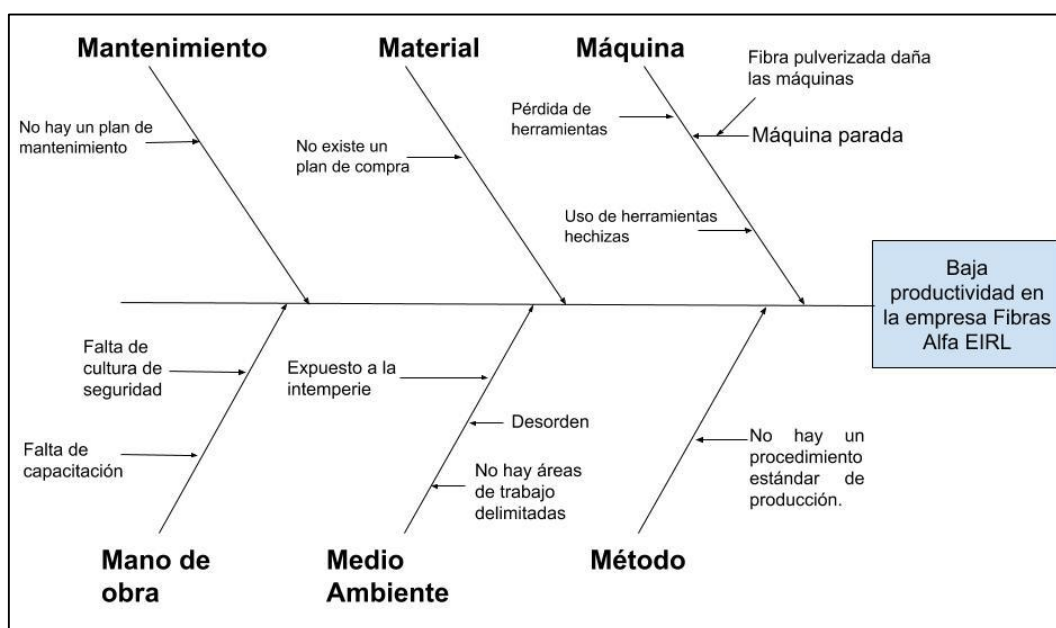


Figura 3- Diagrama de Ishikawa - Área de producción Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

1.1.1. Problema general

El problema general planteado en la presente investigación es el siguiente:

¿En qué medida la implementación de un plan de mejora incrementará la productividad en la empresa Fibras Alfa EIRL?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿En cuánto se reducirá el tiempo estándar de producción al implementar un plan de mejora en la empresa Fibras Alfa EIRL?

- b) ¿En qué grado se reducirán los costos de producción de máscaras de motocarro al implementar un plan de mejora en la empresa Fibras Alfa EIRL?
- c) ¿En cuánto se reducirá el espacio ocupado por objetos innecesarios al implementar un plan de mejora en la empresa Fibras Alfa EIRL?

1.2. Objetivos generales y específicos

1.2.1. Objetivo General

El objetivo general de la presente investigación es el siguiente:

Determinar en qué medida la aplicación de un plan de mejora incrementará la productividad en la empresa Fibras Alfa EIRL.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Reducir el tiempo estándar de producción implementando un plan de mejora en la empresa Fibras Alfa EIRL.
- b) Reducir costos de producción con la implementación de un plan de mejora en la empresa Fibras Alfa EIRL.
- c) Reducir el espacio ocupado por objetos innecesarios al implementar un plan de mejora en la empresa Fibras Alfa EIRL.

1.3. Delimitación de la investigación

Esta investigación está limitada al proceso de fabricación de máscaras de motocarros en fibras de vidrio del área de producción de la empresa Fibras Alfa EIRL ubicada en la provincia constitucional del Callao. Se tomará como línea base los resultados del mes de Enero a Junio del 2019.

1.4. Justificación e importancia

Justificación practica

La presente investigación se justifica en la necesidad de la empresa Fibras Alfa EIRL de optimizar su producción para cumplir con los plazos de entrega, lo que significa reducir los recursos utilizados por producto, tanto de materiales como de mano de obra, para llegar a ser más competitiva.

Además, también servirá como guía a seguir por empresas del rubro de manufactura de productos en fibra de vidrio que necesiten mejorar su productividad.

Justificación social

La presente investigación tiene una justificación social, ya que beneficiará a todos los trabajadores de la empresa Fibras Alfa EIRL al darles un ambiente de trabajo más ordenado, y en consecuencia más seguro, además de reducir el esfuerzo realizado en el trabajo lo que beneficiará su salud e integridad física

Importancia

La presente investigación tiene importancia ya que ayudará a mejorar sustancialmente la productividad en la empresa Fibras Alfa, trayendo beneficio para todos sus trabajadores, al darles una mejor oportunidad en el mercado mejorando su competitividad.

Además, servirá como guía para otras empresas del mismo rubro que estén dentro de su primer año de creadas y quieran mejorar su productividad.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio de investigación

Ibañez, C. (2016), en su tesis, considera fundamental el área de producción en la empresa donde se realizó la investigación, por lo que en la necesidad de encontrar nuevas mejoras se estableció como objetivo general desarrollar una propuesta de mejora para el área de producción mediante la utilización de las técnicas de mejora Continua, las 5's y manufactura esbelta. Para esta investigación se realizó un levantamiento de información mediante diagramas de procesos, donde se identificaron aspectos claves en la productividad principalmente en el proceso de ahumado en frío y se pudo tener un panorama claro de la situación actual de la empresa. Por último, mediante esta investigación se determinó una propuesta de mejora, mediante la definición de actividades, procedimientos y acciones de administración, ejecución, y evaluación, la cual permitió estandarizar el proceso, disminuir tiempo de producción, minimizar los desperdicios y tener un mayor control del proceso de ahumado en la empresa.

Huillca, M. & Monzon, A. (2015), utilizaron herramientas de mejora para revertir la falta de cobertura de la demanda de hornos estacionarios y rotativos en una empresa de producción metalmecánica. Para identificar las líneas críticas a mejorar se planteó un diagrama de causa efecto, y luego optaron por implementar las herramientas 5S's y realizar una distribución de planta nueva. La implementación de las 5S's fue necesaria pues se observaron varias herramientas u objetos fuera del área de trabajo, y demasiados tiempos improductivos, causados por incidentes y/o accidentes, demoras en encontrar herramientas o materias primas. Se planteó realizar capacitaciones por grupos, antes de empezar a producir en la nueva planta, así como utilizar tarjetas de colores para identificar y clasificar los elementos innecesarios por cada sección de trabajo y el utilizar tableros de herramientas.

Guardamino, E. (2015), propone el diseño e implementación de un Modelo Integrado de Gestión de la Producción para la fabricación de llaves de cerradura, utilizando herramientas de lean manufacturing como trabajo estándar para mejorar la capacidad de producción en el proceso y eliminar los desperdicios. Mediante la investigación se pudo concluir que la aplicación del Modelo Integrado de Gestión de la Producción con Teoría de Restricciones y Lean Manufacturing (TLM), mejoró la productividad en línea de fabricación de llaves de cerradura en 7.48%. El costo de fabricación mejoró de 0.2042 S//unid. a un costo de fabricación 0.1889 S//unid. También se determinó que la aplicación del Poka Yoke y trabajo estándar redujeron los productos no conformes en el proceso de laminado y troquelado respectivamente.

Castillo, N. (2018), en su investigación presenta como principal objetivo desarrollar niveles de clasificación, orden y limpieza del área de producción al diseñar una propuesta de mejora empleando la metodología de las 5S en los procesos productivos. La metodología básica usada en este proyecto fue la observación como principal fuente de evidencia de posibles causas que materializaban el problema. Se estudió el flujo de materiales y se dispuso una propuesta del flujo de materiales en función de la importancia de los equipos en el uso diario. En la investigación realizada se pudo determinar que la disposición actual de las máquinas y/o equipos no eran congruentes con el flujo de trabajo. También se evidenció que la falta de orden y limpieza propiciaban un ambiente de trabajo no seguro (no confianza y seguridad) además que la causa para los productos no conformes (productos que no cumplen especificaciones) se debía a problemas en el flujo de trabajo por la falta de procedimientos, instructivos o responsabilidades de trabajador no documentadas. Por lo cual la adopción de un programa de 5S es determinante para cambios profundo dentro de los procesos y la organización para la mejora continua.

Orozco, E. (2016), en su investigación desarrolla un plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de una empresa que realiza Confecciones deportivas, La metodología utilizada incluyó la observación directa del proceso

productivo de los diferentes artículos que elabora la empresa, realizaron estudios de tiempos, así como también utilizaron herramientas de manufactura esbelta como VSM y 5S. Mediante la investigación realizada en esta tesis se pudo determinar que el factor de mayor incidencia en la producción de la empresa es el recurso humano debido a la falta de capacitación al personal, la utilización de las herramientas VSM y 5S permitirán que la productividad parcial de la mano de obra se incremente aproximadamente en un 6% en promedio y la productividad global en el área de producción de la empresa en un 15% aproximadamente.

2.2. Bases teóricas relacionadas con el tema

2.2.1. Lean Manufacturing

Para el presente trabajo es preciso definir que es Lean Manufacturing, Guevara, E. & Zegarra, R. (2015) lo interpretan de la siguiente manera “...conjunto de herramientas orientadas a retirar de los procesos productivos todo aquello que no añade valor al producto, proceso o servicio.” (p. 11). Además, debemos considerar lo expuesto por Womack, J.& Jones, D. (2003) que “Como consecuencia de retirar procesos innecesarios, se puede prever una disminución en el tiempo de producción, así como una reducción en los costos de fabricación.” (p. 45). Algunas de estas para retirar procesos innecesarios herramientas son; la mejora continua (kaizen), métodos de solución de problemas como 5 porqués y sistemas a prueba de errores (poka yoke). En un segundo enfoque, se considera el “flujo de Producción” a través del sistema y no hacia la reducción de desperdicios. Algunas técnicas para mejorar el flujo son la producción nivelada, kanban o la tabla de heijunka.”

A continuación, mencionaremos los beneficios que podemos obtener del Lean Manufacturing según Shingo, S. (1993):

- Reducción de los desperdicios
- Reducción del espacio a causa de la reducción del inventario.
- Sistema de producción más flexible
- Disminución de costos de producción
- Reducción de tiempos de entrega
- Mejora de eficiencia de maquinas

- Disminución de la muda (p.41)

Un término que se utilizaremos frecuentemente al hablar de la manufactura esbelta es La Muda. Para un sistema esbelto La Muda es todo aquello que no agrega valor al producto, proceso o servicio. Shingo, S. (1993) identifica así los tipos de Muda:

- Sobreproducción
- Tiempo de espera
- Transporte innecesario
- Sobre procesamiento
- Exceso de inventario
- Movimiento innecesario
- Producto defectuoso (p.46)

2.2.1.1. Método de las “5s”

El principio *Kaizen*, palabra japonesa que significa “mejora continua”, de las 5s hace referencia a cinco palabras japonesas que indican cinco pasos a seguir para que cualquier empresa pueda tener lugar de trabajo mejor organizado y en consecuencia una mejor productividad, algo indispensable hoy en día para que cualquier empresa, y en especial las de manufactura puedan ser competitivas. Según Imai, M. (2012) estas 5s se pueden definir de la siguiente manera:

Seiri – Clasificar

El primer paso de este sistema de mejora continua es clasificar los elementos encontrados en el lugar de trabajo en dos categorías; necesarias e innecesarias, para luego descartar lo innecesario. Una regla para poder separar lo encontrado es remover del área de trabajo todo lo que no se vaya a usar en los próximos 30 días. *Seiri* puede iniciar con una campaña de “tarjeta roja”. Asignar una tarjeta roja a todo lo que se crea innecesario, en caso de tener dudas en si algo debe o no llevar la tarjeta roja, entonces ésta debe asignarse al ítem en cuestión. Todo lo que lleve una

tarjeta roja deberá ser llevado a un lugar físico de donde sólo será retirado por las personas que puedan justificar su uso, en cuyo caso la tarjeta roja será removida.

Las cosas innecesarias restantes deben ser desechadas, vendidas, regaladas o, en caso de ser productos en proceso, devueltas al área correspondiente para terminar con su manufactura.

Una vez todo esté acumulado en la zona asignada a las tarjetas rojas, el área gerencial así como los supervisores y jefes, deben visitarla, aquí se podrán dar cuenta de los materiales que se están comprando de más, los productos en los que se está invirtiendo recursos cuando no están en orden de algún cliente y los equipos en desuso, para luego poder tomar decisiones y ajustar sus políticas de compras, de procesos, de mantenimiento y sobre todo poder determinar el número máximo de ítems por área de trabajo. (p. 70) [...]

Seiton – Ordenar

Una vez todo lo innecesario ha sido desechado, sólo queda lo mínimo necesario, y para que esto sea bien aprovechado debe estar al alcance o en un lugar donde sea fácilmente encontrado. Por esto pasamos al siguiente paso de las 5s, Seiton.

Seiton es clasificar cada producto, herramienta o material según su uso, asignarle un nombre, un lugar y un volumen máximo. Se debe delimitar de manera clara el área en la que se pueden apilar, por ejemplo, productos en proceso y asignar un número máximo de ítems que se pueden almacenar en dicho lugar. Una vez se llegue a la máxima capacidad de almacenaje, la producción en el proceso previo debe detenerse. Con esto Seiton asegura la circulación del mínimo de productos de una estación de trabajo a otra, basada en un flujo de first-in, first out.

Cualquier ítem dejado en alguna área de trabajo debe ser puesto en su lugar designado, es decir, cada elemento debe tener su propio lugar, y cada espacio debe tener asignado una función.

El piso debe ser delimitado por marcas visibles, que indiquen el lugar asignado a suministros, productos en procesos, máquinas, herramientas, moldes y todo lo que se encuentre en el área de trabajo. Esto ayuda a identificar de manera inmediata

cuando algo no está en su lugar. Las herramientas deben tener su silueta dibujada en la superficie donde se almacenan. (p. 72) [...]

Seiso – Limpieza

El tercer paso es limpiar todo en el área de trabajo, desde las máquinas hasta los pisos y paredes. Hay casos en los que trabajadores han encontrado defectos en las máquinas al realizar la limpieza, ya que es más fácil identificar fugas, grietas o piezas sueltas.

Muchas fallas en maquinarias empiezan con vibración excesiva, debido a tornillos o piezas de anclaje sueltas, que se agravan al dejar ingresar polvo y otros contaminantes. Por esto Seiso es de mucha utilidad para operadores que pueden actuar antes que una falla en determinada máquina sea crítica. (p. 74) [...]

Seiketsu – Sistematizar

Este paso se puede entender como la realización de los tres primeros pasos de manera continua y a diario.

Generalmente es fácil realizar la limpieza de las áreas de trabajo y ver ciertas mejoras, pero al no repetir estas actividades se volverá al principio. Por esta razón es necesario que el área administrativa implemente procedimientos que aseguren que se sigan realizando Seiri, Seiton y Seiso. De acá deducimos que es muy importante el compromiso del área administrativa en la implementación de una filosofía de 5S, ya que son ellos los que determinarán con qué frecuencia se realizará cada paso y quienes estarán a cargo, para finalmente obtener un plan anual de tareas de clasificación, orden y limpieza. (p. 75) [...]

Shitsuke – Estandarizar

Shitsuke significa autodisciplina, el volver los cuatro pasos anteriores parte de un hábito en el trabajo diario.

Es por eso que las 5S son llamadas una filosofía, una forma de vivir en nuestro ambiente de trabajo. El desechar lo que no es necesario, luego clasificar lo que es

necesario, para luego limpiar el área de trabajo frecuentemente para detectar cualquier anomalía y realizar estos tres pasos de forma frecuente y constante.

Al llegar a esta etapa, el área administrativa ya debe haber establecido normas para cada uno de estos pasos, y formas de evaluar el progreso de los trabajadores en estas actividades. (p. 75) [...]

Hay cinco formas de evaluar las 5S en cada etapa:

- Autoevaluación.
- Evaluación por un consultor experto.
- Evaluación por un superior.
- Una combinación de las anteriores
- Competencia entre las áreas de la empresa.

Es importante que luego de completar el tercer paso (Seiso-limpieza), el área administrativa se enfoque en mantener el entusiasmo de los trabajadores al ver las mejoras, ya que es común que luego de terminar los tres primeros pasos piensen que el trabajo de las 5S terminó. Por esto se debe crear un sistema que asegure la continuidad de las actividades de las 5S. (p.76)

Para conceptualizar mejor lo expuesto se ha elaborado la Figura 4:



Figura 4 - Método de las 5s

Fuente: Libro "Gemba kaizen a commonsense approach to a continuous improvement strategy" (Imai, 2012)
Elaboración propia

2.2.1.2. Estudio de tiempos

Según Niebel, B. (2009) "...para desarrollar el centro de trabajo eficiente es el establecimiento de estándares de tiempo. Éstos pueden determinarse mediante el uso de estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición del trabajo" (p.327). El mismo autor también resalta la importancia de considerar dentro de todas estas técnicas los suplementos y holguras propias de cualquier trabajo, tales como descansos, retrasos personales y otros que son inevitables.

Podemos definir un estándar de tiempo como "tiempo de requerido para elaborar un producto en una estación de trabajo con las tres condiciones siguientes (1) un operador calificado y bien capacitado, (2) que trabaja a una velocidad o ritmo normal, y (3) hace una tarea específica" (Meyers, F., 2000, p. 19)

Además, Meyers, F. (2000), explica estos tres requisitos de la siguiente manera:

Operador calificado y bien capacitado. El tiempo que el trabajador lleva desempeñando cierta labor es el indicador que debe convencernos de que un operador es capacitado y calificado. Es necesario tener en cuenta que el aprendizaje de un trabajo específico variará de acuerdo a la persona y al tipo de trabajo.

Ritmo normal. Es un ritmo en el que el común de las personas se siente cómodo trabajando.

Una tarea específica. Es el procedimiento exacto que el operador debe seguir. Este debe contener:

- a) El método prescrito de trabajo
- b) Especificación del material
- c) Herramientas y equipo.
- d) Posición de entrada y salida del material.
- e) Otros requisitos como seguridad, calidad, limpieza y faenas de mantenimiento.

El estándar de tiempo sólo será válido para estos parámetros, si algo cambia el estándar de tiempo cambia.

Además, el estándar de tiempo se expresa con la forma de estos números:

- a) El minuto decimal, siempre con tres decimales.
- b) Piezas por hora, redondeado a números enteros.
- c) Horas por pieza, siempre cinco decimales. También puede ser horas por cada 1,000 piezas.

Equipo necesario para el estudio de tiempos

Cronómetro

Hay dos tipos de cronómetros: El cronometro analógico minuter decimal (0.01 min) y el cronometro electrónico exacto hasta una milésima de segundo (0.001 seg.)

Usualmente los cronómetros electrónicos son más baratos, exactos y livianos que los mecánicos, por lo que es recomendable usar estos. Ver figura 5.



Figura 5 - Cronometro digital
Fuente: <https://www.amazon.es/Cron%C3%B3metro>

Cámaras de videograbación

Ideales para grabar los métodos del trabajador y el tiempo transcurrido. Con el video se pueden observar los movimientos exactos que realiza un trabajador y después asignar valores de tiempos normales, también pueden establecer estándares proyectando la película y luego calificar el desempeño del operario.

Tablero de estudio de tiempos

Se utilizará para sostener el estudio de tiempos y el cronometro. Este tablero debe ser ligero para no cansar el brazo y lo suficientemente resistente para poder apoyar los formatos de estudio de tiempos. El cronometro debe estar montado en dicho tablero. De pie en la posición adecuada el analista debería ser capaz de ver la estación de trabajo sobre la tabla y seguir los movimientos del trabajador, al mismo tiempo que el reloj y los formatos dentro de su campo visual.

Formatos para el estudio de tiempos

Se utilizará para registrar todos los detalles del estudio. Esta debe tener casilleros con el suficiente espacio para registrar todo lo involucrado a la tarea que se estudia, herramientas, lugar, trabajador, etc. Como se puede ver en la Figura 6.

Forma para observación de estudio de tiempos										Estudio núm: 2-85				Fecha: 3-1				Página 1 de 1			
										Operación: FUNDICIÓN POR PRESIÓN				Operador: B. JONES				Observador: A F			
Núm. de elemento y descripción	Nota	Ciclo	1. REMOVER PARTE DEL TROQUEL, LUBRICAR TROQUEL, INSPECCIONAR				2. COLOCAR PARTE EN EL SOPORTE, CORTAR PARTE LATERAL														
			C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN			
1		90		30	270	90		23	207												
2		100		27	270	100		21	210												
3		90		31	279	90		23	207												
4		85		35	298	100		20	200												
5		100		28	280	100		20	200												
6		110		25	275	110		18	198												
7		90		31	279	90		24	216												
8		100		28	280	85		24	204												
9		90		32	288	90		23	207												
10		110		26	286	105		19	200												
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
Resumen																					
TO total			2.93				2.15														
Calificación			-				-														
NT total			2.805				2.049														
Núm. de observaciones			10				10														
TN promedio			.281				.205														
% de holgura			17				17														
Tiempo estándar elemental			.329				.240														
Núm. de ocurrencias			1				1														
Tiempo estándar			.329				.240														
Tiempo estándar total (suma del tiempo estándar para todos los elementos):															.569						
Elementos extraños					Verificación de tiempos					Resumen de holguras											
Sim	LC1	LC2	TO	Descripción	Tiempo de terminación		3:48.00			Necesidades personales		5									
A					Tiempo de inicio		3:42.00			Fatiga básica		4									
B					Tiempo transcurrido		6.00			Fatiga variable		8									
C					TTAE		.60			Especial		-									
D					TTDE		.32			% de holgura total		17									
E					Tiempo verificado total		.92			Observaciones:											
F					Tiempo efectivo		5.08														
G					Tiempo inefectivo		0														
Verificación de calificación					Tiempo registrado total		6.00														
Tiempo sintético					%		Tiempo no contabilizado		0												
Tiempo observado					%		% de error de registro		0												

Figura 6 - Ejemplo de formato de toma de tiempos

Fuente: Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo. Pág. 341 (Hernández & Vizán, 2013)

Inicio del estudio

Niebel, B. (2009), dicta las siguientes pautas a seguir para iniciar el estudio de tiempos:

- i. Se registra la hora del día de un reloj maestro al mismo tiempo que se inicia el cronometro. Éste es el tiempo de inicio.
- ii. Al registrar las lecturas del cronometro, solo anotar los digitos necesarios, omitir el punto decimal para tener mayor tiempo de observar el desempeño del trabajador.
- iii. Elegir un de los dos tecnicas para registrar los tiempos: El metodo de tiempos continuos, o el metodo de Regreso a cero.
- iv. Cuando el analista pierda alguna lectura, este debe indicar una F en la columna Lectura del cronometro (LC), y no tratar de aproximar el valor faltante.
- v. Cuando el operario omite un elemento, dibujar una raya horizontal en el espacio correspondiente de la columna LC.
- vi. Cuando se realiza un elemento fuera de orden, el analista debe ir a la casilla del elemento y trazar una línea horizontal en el espacio de LC y escribir bajo la línea el tiempo en que el trabajador inició el elemento y arriba de ella el tiempo en el que terminó. Esto debe realizarse también para el primer elemento que se realice al regresar a la secuencia normal.
- vii. Los elementos extraños (retrasos inevitables como el tomar agua, interrupción de otro empleado, etc.) que ocurran durante un elemento, se marca con letras (A, B, C, etc.) en la columna Tiempo normal (TN) de cada elemento.
- viii. Si un elemento extraño es demasiado corto como para registrarlo, lo más conveniente es trazar un circulo alrededor de la lectura y anotar lo que ocurrió en la sección de notas.
- ix. Para establecer el número de ciclos a estudiar, se puede tomar utilizar la siguiente formula o utilizar como guía la tabla 3.

$$n = \left(\frac{t \cdot s}{k \cdot \bar{x}}\right)^2 \dots\dots (1)$$

Donde:

t = Distribución

s = Desviación estándar muestral

k = Fracción deseable de \bar{x}

\bar{x} = Media muestral

Tabla 3 – Número recomendado de ciclos según tiempo de ciclo

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: Información de *Time Study Manual* de los Erie Works de General Electric Company, desarrollado bajo la guía de Albert E. Shaw, gerente de administración de salario.

Ejecución del estudio

Calificación del desempeño del operario

Como el tiempo real que necesita un trabajador para ejecutar un elemento, varía según la habilidad del trabajador, es necesario ajustar el tiempo normal hasta un nivel estándar. Los analistas deben dar una calificación justa e imparcial, evaluando en términos del desempeño de un operario calificado que realiza el mismo trabajo.

El objetivo es ajustar el tiempo medio observado (TO) para cada trabajo que se realizó durante el estudio al tiempo normal (TN) que necesitaría un trabajador calificado para realizar dicha tarea.

$$TN = \frac{TO \times C}{100} \dots (2)$$

Donde:

C = La calificación del desempeño del trabajador como porcentaje.

TO = Tiempo observado

Suplementos u holguras

Son interrupciones por las que se debe añadir tiempo extra. Por ejemplo: tomar agua, fatiga, herramientas que caen al piso, etc. Todas ellas necesitan la adición de una holgura al tiempo normal de manera que cualquier trabajador pueda lograr.

El tiempo que un trabajador totalmente capacitado y experimentado, necesita para realizar una tarea, al trabajar a un ritmo y esfuerzo promedio, se llama “tiempo estándar” (TE) de ese trabajo. El suplemento u holgura se da como una fracción del tiempo normal y se multiplica por el tiempo normal.

$$TE = TN \times (holgura + 1) \dots (3)$$

Donde:

TN = Tiempo normal

Holgura = % de tiempo asignado por retrasos.

Cálculos del estudio

Luego de registrar la información en el formato de estudio de tiempos, el número de ciclos necesarios y calificar al trabajador el analista registra el tiempo de terminación en el mismo reloj maestro usado al inicio.

Los elementos omitidos y marcados por una “F” se descartan, así como el elemento que le sigue.

Para los elementos fuera de orden, se restan los valores adecuados de los tiempos cronometrados.

Para determinar el tiempo de los elementos extraños, se resta la lectura LC1 en la sección de los elementos extraños menos el LC2 en el formato de estudio de tiempos.

Una vez calculados y registrados todos los tiempos, se deben estudiar con detenimiento para encontrar alguna anomalía. Generalmente los elementos de las máquinas tienen poca variación, sin embargo, los elementos manuales pueden variar mucho más.

Tiempo estándar

La suma de los tiempos elementales resulta en el estándar en minutos por pieza. Por lo que se calcularía de la siguiente manera:

$$Te = \frac{\sum xi}{LC} \dots(4)$$

Donde:

Te = Tiempo estándar

Xi = Tiempos elementales

LC = N° de observaciones

Luego, el porcentaje de eficiencia de un trabajador se puede expresar de la siguiente manera:

$$E = 100 \times \frac{H_e}{H_c} = 100 \times \frac{O_c}{O_e} \dots (5)$$

Donde:

E = porcentaje de eficiencia

H_e = horas estándar trabajadas

H_c = horas de reloj en el trabajo

O_e = producción esperada

O_c = producción actual

2.2.1.3. Mapas de procesos

Canton, I. (2010) explica lo siguiente acerca de los procesos:

Los procesos tienen un alto contenido gráfico y la manera más habitual de representarlos son los diagramas de flujo. Un diagrama de flujo es la forma más tradicional para especificar los detalles y pasos de avance, diversificación, retroceso y posibilidades, de un proceso. Se utilizan principalmente en calidad, en programación, en la industria, etc. Los diagramas de flujo utilizan una serie de símbolos con significados especiales. Como representación gráfica de los pasos de un proceso, se pretende con esa representación obtener el mejor entendimiento por todos y en la misma forma. (p.11)

Clasificación de los procesos

Para Aldana, L. (2011), los procesos se clasifican de la siguiente manera:

Según su alcance:

1. Procesos personales: actividades y tareas que desempeña cada miembro de la organización para el logro de los procesos funcionales.
2. Procesos funcionales o interdepartamentales: actividades interdependientes que se realizan en el interior de un departamento o área de la organización.
3. Procesos interfuncionales, interdepartamentales u organizacionales: actividades que involucran a todos o a muchos departamentos, lo cual implica trabajo en equipo para el logro de los objetivos organizacionales.

Según la misión y visión de la organización







1. Procesos estratégicos, corporativos o gerenciales: orientan a toda la organización hacia el cumplimiento de su estrategia. Son esenciales para el éxito de la organización.
2. Procesos misionales, operativos, clave o vitales: suministran algo que el cliente aprecia. Son indispensables para satisfacer las necesidades del cliente externo. También se denominan procesos esenciales por estar relacionados con la naturaleza íntima, con el objeto del negocio
3. Procesos de apoyo: permiten el desarrollo de los procesos operativos, pero no aportan directamente al cliente. Como lo señala su nombre, tienen la función de apoyar a uno o más de los procesos clave.

Diagrama de procesos

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al

ensamble con el conjunto o pieza principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancias y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

Tabla 4 - Simbología ANSI para diagramas de flujo

SIMBOLO	SIGNIFICADO	¿PARA QUÉ SE UTILIZA?
	Inicio/Fin	Un procedimiento va a iniciar o terminar.
	Operación/Actividad	Indica la realización de una actividad dentro del procedimiento descrito.
	Decisión	Para formular una pregunta o cuestión y divide al procedimiento de acuerdo a la alternativa seleccionada.
	Líneas de flujo	Sirve para unir las actividades dentro del procedimiento, determinando así la dirección del flujo.
	Conector de procedimiento	Une una parte del procedimiento con otra sin necesidad de volver a poner las mismas actividades.
	Conector de página	Cuando se termina la hoja en donde se está diagramando, se utiliza este símbolo para interrelacionar las hojas que integran el proceso.

Fuente: Aplicación de un modelo integrado de gestión de la producción para mejorar la productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura. Guardamino, E.P (2015)

2.2.1.4. **Productividad**

Definición de productividad

En la investigación realizada por Olvarrieta, J. (1999) nos define la productividad indicando:

Es la relación entre producción e insumo. También puede decirse que es la relación entre lo que sale y lo que entra (output/input), o la relación entre lo que se obtiene y los recursos usados para obtenerlo. Si las unidades del numerador y el denominador son las mismas, la relación se expresa como una tasa o porcentaje de productividad. (p.49)

Medición de la productividad

En cuanto a la medición de la productividad según Olvarrieta, J. (1999), podemos afirmar siguiendo el concepto de la definición que para medirla “...es necesario saber el valor correspondiente a lo producido y el valor del o los insumos empleados y al dividir los valores antes mencionados se obtendrá la productividad alcanzada” (p.22). En su investigación también nos menciona que la productividad está supeditada a un tiempo tan largo y corto como sea necesario.

Tipos de Medida de productividad

Olvarrieta, J. (1999), identifica los tipos de medida de productividad de la siguiente manera:

- a. Productividad de la mano de obra, son indicadores generales que permiten la comparación entre empresas competidores o entre países, por ejemplo, para manufacturar un automóvil se necesita diferentes cantidades de horas – hombres, entre empresas y países, por lo cual la empresa o país con menos productividad pueda tomar medidas al respecto y mejorar su indicador.
- b. Productividad de la mano de obra directa, mida la productividad en operaciones donde la producción está supeditada a la eficiencia y la productividad depende de los obreros.
- c. Productividad del capital, principalmente medidas en el aspecto financiero.

- d. Productividad del costo directo, se mide en el estado de resultados al dividir lo producido (ventas netas) entre costo de los vendido.
- e. Productividad del costo total, se mide en el estado de resultados al dividir lo producido (ventas netas) entre total de costos y gastos.
- f. Productividad de la materia prima, es un índice de productividad parcial que es de utilidad en casos donde la materia prima tiene un gran porcentaje del costo total del producto. (p.103)

2.3. Definición de términos básicos

Distribución de planta:

La distribución de planta consiste en la “ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos.” (Muther, R., 1981, p. 13)

Normalización o estandarización:

Podemos definir Normalización como:

El proceso de formular y aplicar reglas con el propósito de realizar en orden una actividad específica para el beneficio y con la obtención de una economía de conjunto óptimo teniendo en cuenta las características funcionales y los requisitos de seguridad. Se basa en los resultados consolidados de la ciencia, la técnica y la experiencia. Determina no solamente la base para el presente sino también para el desarrollo futuro y debe mantener su paso acorde con el progreso. (Niebel, B., 2009, p.35)

Proceso de ensamblaje:

“El envase o embalaje es la única forma de contacto directo entre el productor y el consumidor...permite hacer llegar el producto en perfectas condiciones al consumidor (en cuanto a conservación, protección y seguridad).” (Cervera, A., 2003, p. 27)

Fibra de vidrio:

“Es un refuerzo ideal para plásticos. Es uno de los materiales más resistentes (la tracción máxima de un filamento de 9-15 micrones de diámetro es de 3.5 GPa aproximadamente). Sus componentes son fácilmente adquiribles, es no combustible y resistente químico.” (Bader, S., 2002, p. 9)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La implementación de un plan de mejora incrementará la productividad en la empresa Fibras Alfa EIRL

2.4.2. Hipótesis Específico

- a) La implementación de un plan de mejora reducirá el tiempo estándar de producción en la empresa Fibras Alfa EIRL
- b) La implementación de un plan de mejora reducirá los costos de producción en la empresa Fibras Alfa EIRL
- c) La implementación de un plan de mejora reducirá el espacio ocupado por objetos innecesarios en la empresa Fibras Alfa EIRL

2.5. Variables

2.5.1. Variable independiente

Plan de mejora. Conjunto de pasos a seguir para lograr un área de trabajo más eficiente y con mejor productividad.

2.5.2. Variables dependientes

Tiempo estándar de producción. Es el tiempo que requiere un trabajador capacitado, trabajando a ritmo normal, con herramientas y materiales estándar, para realizar un trabajo determinado.

Costo de fabricación. Es el valor de la inversión económica para la producción del área de producción de la empresa Fibras Alfa EIRL.

Área ocupada. Área ocupada por objetos innecesarios y sin asignación, que estando libre podría utilizarse para instalar maquinaria, implementar un área o para arrendamiento.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

3.1. Tipo y nivel

La presente fue una investigación aplicada ya que se buscó resolver un problema aplicando conocimientos adquiridos en investigaciones previas.

El método fue de nivel explicativo, ya que se utilizaron herramientas de ingeniería para modificar y realizar cambios en la variable dependiente, y luego se midió la mejora mediante indicadores.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue cuasi – experimental, ya que se evaluó el impacto de las herramientas implementadas en una muestra que no fue elegida aleatoriamente.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población de estudio

Dentro del área de producción de la empresa Fibras Alfa EIRL existen diferentes líneas de producción; Línea de fabricación de guardafangos, línea de fabricación de tapas laterales, línea de fabricación de bandejas y línea de fabricación de máscaras de motocarro.

3.3.2. Muestra

Se eligió la línea de producción con mayor pedido mensual y que represente el mayor ingreso económico en la empresa. La muestra elegida fue la Línea de producción de fabricación de máscaras de motocarro. Ya que este es el producto más representativo de la empresa. Cabe resaltar que la muestra no fue probabilística.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Observación directa
- Encuesta
- Cronometro
- Estudio de tiempos
- Formatos de recolección de datos

3.5. Procedimientos para la recolección de datos

- Recolección de fuentes de información
- Aplicación de métodos
- Definición de las escalas de medición

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Diagrama de Ishikawa
- Mapa de procesos
- Diagrama de flujo de materiales (Layout)
- Software SPSS Statistics
- Microsoft Excel 2016
- Bizagi

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Diagnóstico

4.1.1. Presentación de la empresa

La empresa Fibras Alfa EIRL fabrica piezas a pedido utilizando resina reforzada por el material conocido como fibra de vidrio, este último es un material que consta de numerosos filamentos bastante delgados, fabricados a base de Dióxido de silicio (SiO_2) y otros materiales como vidrio reciclado.

Tiene como clientes a empresas que realizan pedidos mensuales de piezas para los vehículos que venden, empresas del rubro de decoración interior y también personas naturales que realicen pedidos.

Dentro de las ventajas de los productos fabricados en base de fibra de vidrio están la resistencia combinada con flexibilidad del material, esto les permite a las piezas fabricadas en fibra de vidrio absorber impactos en algunos casos incluso mejor que el acero, considerando que este último no puede regresar a su forma original por si solo luego de un impacto.

Dicha empresa está en su primer año de labores, tiene 20 trabajadores, entre administrativos y trabajadores operativos. Anteriormente no se ha realizado ningún estudio para establecer procesos o áreas, es decir, trabaja de forma empírica. La figura 7 muestra un filamento de fibra de vidrio.

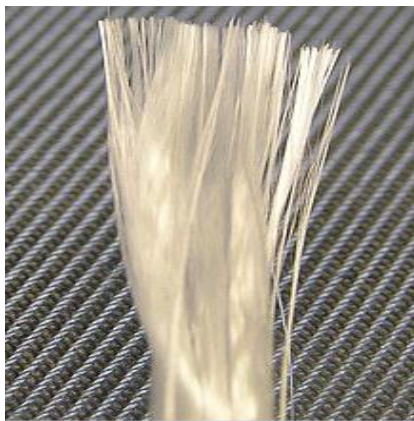


Figura 7 - Hilos de fibra de vidrio

Fuente: <https://www.anadronestarting.com/glossary/%EC%9C>

4.1.2. **Procesos de fabricación**

La muestra que se estudió fue la línea de producción de máscaras de motocarro, en las que se pudieron identificar los siguientes procesos:

Proceso de Laminado:

Es el primer paso de para la fabricación de una pieza y consta de las siguientes tareas:

- Limpiar y encerar el molde. Se utiliza una espátula para retirar
- Pintar el molde con resina mezclada previamente con pigmento de color.
- Dejar que la resina seque.
- Cubrir la superficie con láminas de fibra.
- Bañar las láminas de fibra con resina.
- Dejar que la resina seque.
- Una vez la pieza está seca, se retira del molde con ayuda de una espátula.

Proceso de maquinado:

- Se utiliza una amoladora con disco de desbaste para alisar los bordes.
- Se pasa lija a mano por la parte interior de la pieza, para limar astillas y bordes cortantes.
- Lijar protuberancias con lija N80
- Lijar toda la parte exterior de la pieza con lija N220
- Se perforan los alojamientos donde irán las luces laterales de moto. Se utiliza una sierra circular y una lima.
- Se adhieren los insertos utilizando masilla y bañándolo con resina.

Proceso de acabado:

- Aplicar una capa de pintura base. Esta capa ayudará a identificar imperfecciones en la pieza.
- Llenar los orificios con masilla plástica
- Dejar secar masilla
- Lijar el exceso de masilla con lija N80
- Se pinta la pieza con calidad de acabado.

- Secado de pieza
- Embalado

4.1.3. Metodología de investigación

El plan de mejora para esta investigación se basó en 4 fases como estrategia de metodología que nos permitió realizar un mejor planeamiento de actividades con una integración satisfactoria. Estas etapas las definimos como podemos ver en la figura 8.

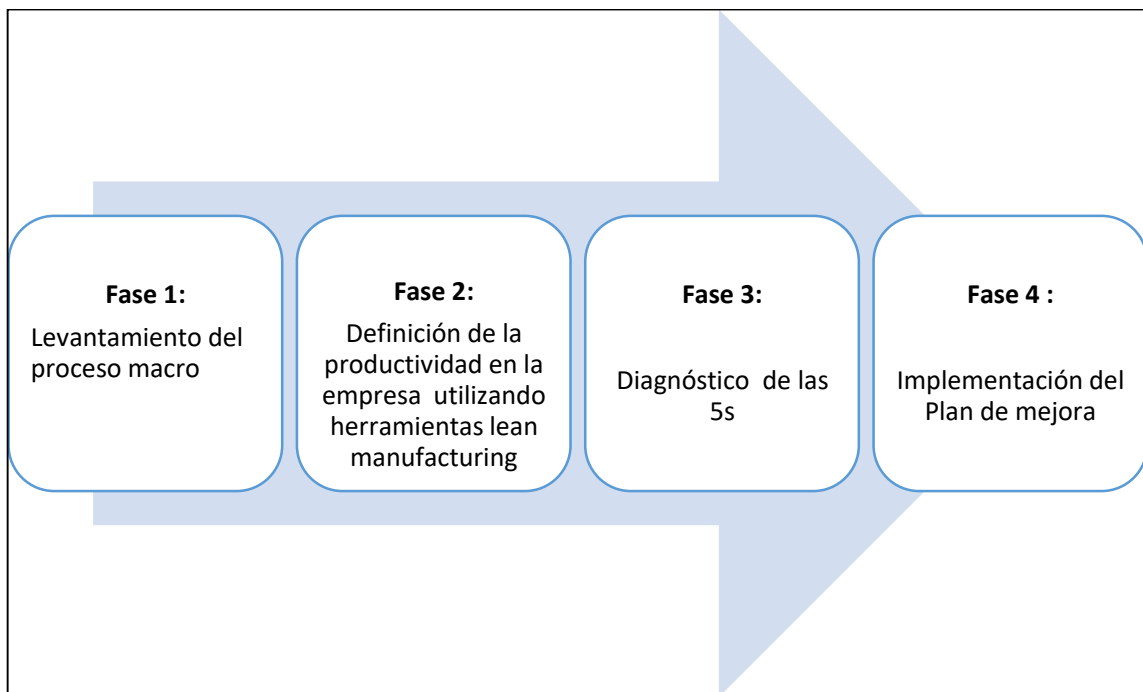


Figura 8 - Estructura de metodología
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describirá de manera detallada cada fase:

- ✓ Fase 1: Levantamiento del proceso macro, se realizó un mapa de proceso macro del área de producción y un diagrama de flujo de la línea de fabricación de máscaras de fibra de vidrio para motocarros el cuál es el mayor producto en ventas, de donde pudimos obtener información relevante y una visión global del proceso. Además

pudimos realizar entrevistas con los colaboradores involucrados en la producción para poder definir procesos y actividades.

- ✓ Fase 2: Definición de la productividad en la empresa, en esta fase tenemos como principal objetivo evaluar la productividad mediante herramientas de manufactura esbelta para identificar procesos ineficientes , cuellos de botellas que no permiten llegar a tiempo con los plazos de entrega a los clientes.
- ✓ Fase 3: Diagnóstico de las 5S's, se realizó el diagnostico con el fin de evaluar bajo los parámetros establecidos por esta herramienta con el fin de posteriormente implementar las propuestas realizadas.
- ✓ Fase 4: Implementación del plan de mejora, se estructuro el nuevo escenario donde se tiene como fin dar evidencia las mejoras productivas aplicadas con las medidas correctivas adoptadas de en la investigación.

4.1.3.1. **Primera Fase: Levantamiento de proceso**

A. Observación directa del proceso

Se realizó como primer pasó la observación directa del proceso de producción, para esta actividad utilizamos anotaciones manuales en cuaderno de notas y se registró como evidencia con fotos y grabaciones atreves de celulares.

Como parte de la actividad se realizaron visitas estratégicas con el fin de conocer a profundidad el ambiente de trabajo, recopilando la información identificando materiales y máquinas involucradas. De esta manera pudimos definir los procesos con sus respectivas actividades, capacidades, toma de tiempos, la información que consideramos relevantes para esta investigación.

B. Diagramación de Procesos

En esta secuencia se tiene como primordial objetivo conocer de manera gráfica y didáctica en primer lugar los procesos que tiene la empresa, para luego enfocarnos en el proceso de producción objeto del estudio. Para esto se establecieron y detallaron los recursos de entrada, los diferentes procesos y las salidas y/o productos, donde describa el funcionamiento operativo de la empresa. Ver figura 9.

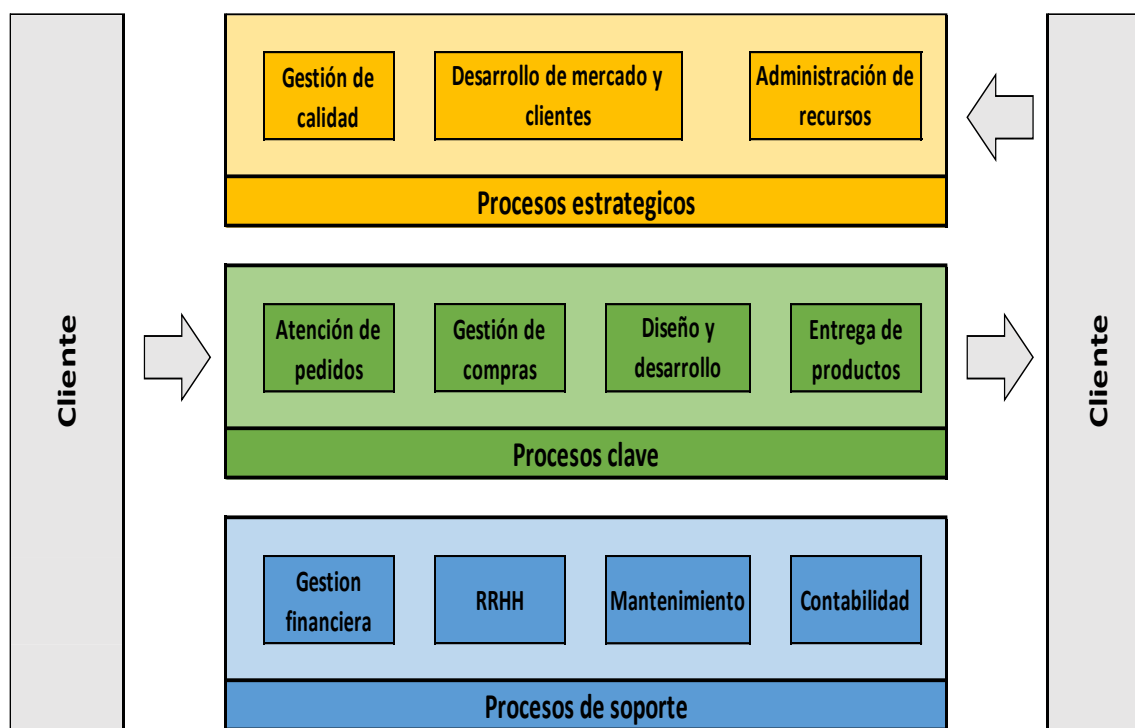


Figura 9 – Mapa de procesos de la empresa Fibras Alfa EIRL
Fuente: Área de producción empresa Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

Ya que la empresa realiza trabajos a pedido, en primer lugar, se recibe la orden de compra del cliente, para luego gestionar la compra del material necesario según las especificaciones dadas y una vez se fabrica el producto éste se entrega en las instalaciones del cliente.

Dentro del proceso de diseño y desarrollo del producto, se encuentra el proceso de fabricación de máscara de motocarro, que sigue el siguiente flujo. Ver figura 10.

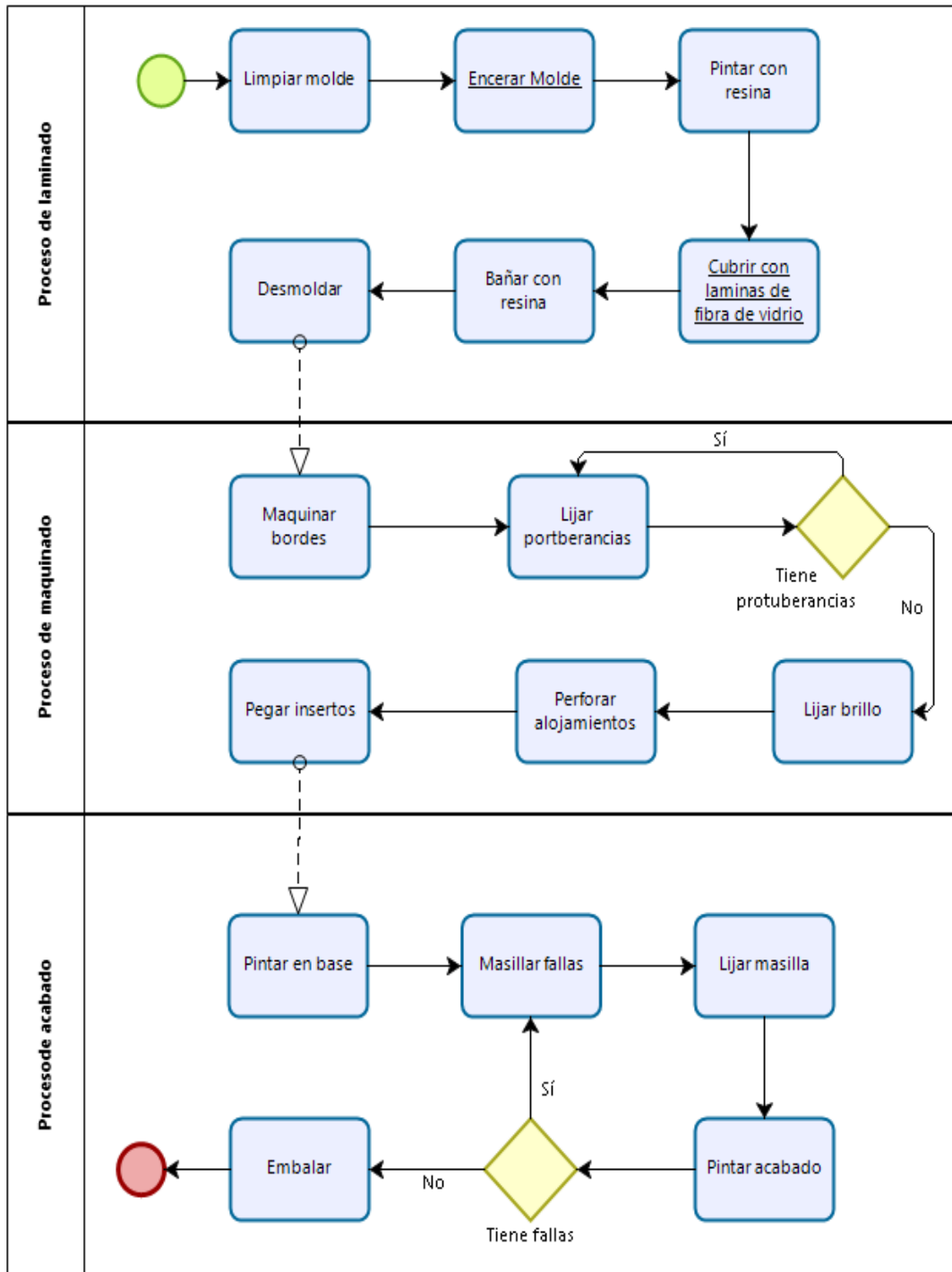


Figura 10 – Diagrama de flujo para la fabricación de máscaras de motocarro

Fuente: Área de producción empresa Fibras Alfa EIRL

Elaboración propia

4.1.3.2. Segunda Fase: Determinación de la productividad de la empresa.

Para determinar la productividad de la empresa primero hallaremos los tiempos de recorrido y los tiempos estándar de producción por cada lote.

Un lote de producción consta de 30 unidades producidas.

Cálculo del tiempo de recorrido

Para determinar cuánto tiempo invierte una persona en recorrer la planta para realizar la producción de un lote de 30 máscaras se realizó el siguiente diagrama de recorrido, ver figura 11.

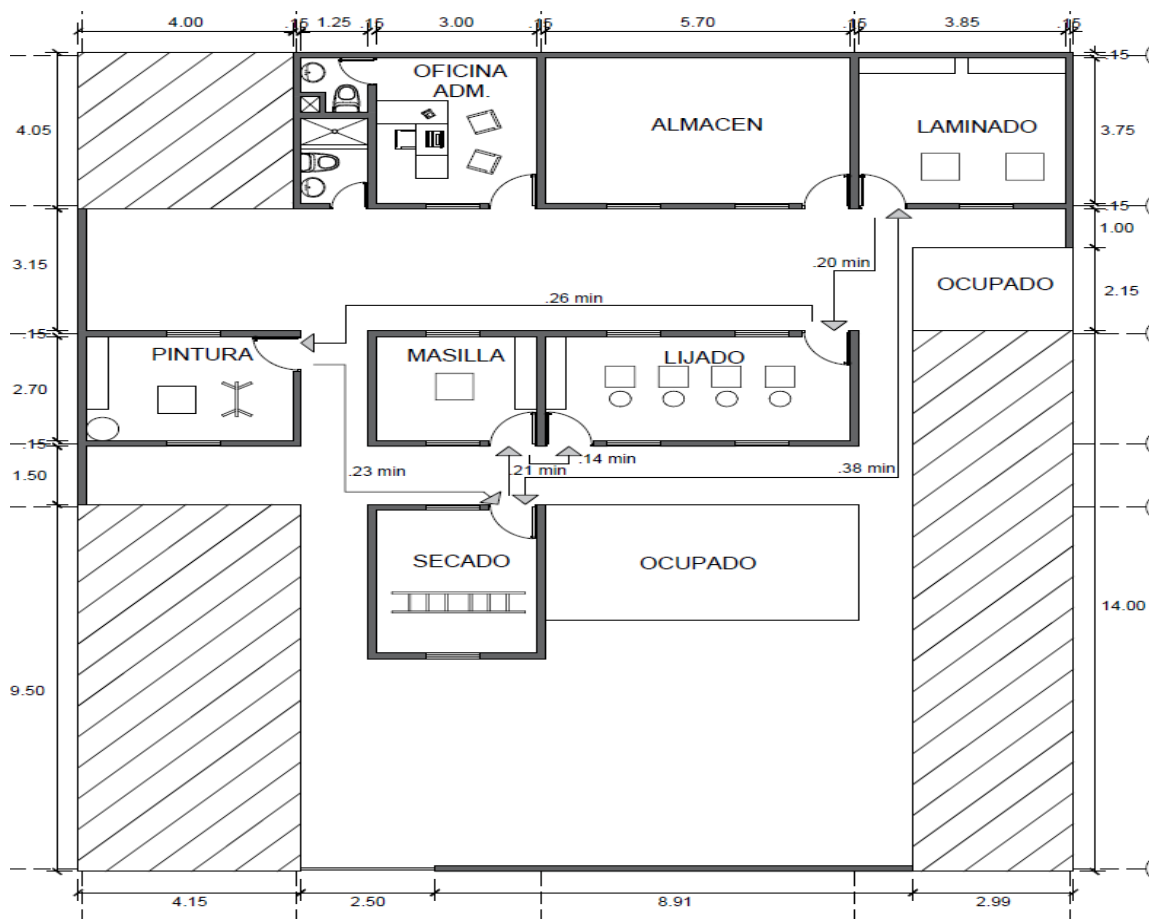


Figura 11- Distribución de planta antes de la implementación del plan de mejora

Fuente: Fibras Alfa EIRL

Elaboración propia

Para un lote de 30 máscaras se realizan los recorridos mostrados en la figura, teniendo en consideración lo siguiente:

- Las máscaras que recién han sido laminadas, se transportan una por vez, ya que se trasladan dentro del molde, el que pesa aproximadamente 3kg.
- Las máscaras han sido desmoldadas, lijadas, pintadas en base o las que se aplicó masilla pueden transportarse de cinco a la vez.
- Las máscaras que han sido pintadas en acabado se transportan una por vez, esto para evitar que se rayen.
- Las máscaras embaladas se pueden transportar de a cinco por vez. Estas cuentan con protección plástica lo que les da cierta resistencia a las ralladuras.

Para determinar el tiempo total de recorrido se elaboró la tabla 5

Tabla 5 - Tiempo de recorrido por lote de máscaras

Inicio	Fin	Tiempo de recorrido (min)	Num. De repeticiones por lote	Tiempo total de recorridos (min)
Laminado	Secado	0.38	30	11.4
Secado	Laminado	0.38	30	11.4
Laminado	Lijado	0.2	6	1.2
Lijado	Pintura	0.26	6	1.56
Pintura	Secado	0.23	30	6.9
Secado	Masilla	0.21	6	1.26
Masilla	Lijado	0.14	6	0.84
Lijado	Pintura	0.26	6	1.56
Pintura	Secado	0.23	30	6.9
Secado	Masilla	0.21	30	6.3
TOTAL				49.32

Fuente: Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

Total de recorrido por lote (Tr)= 49.32 min

Cálculo de tiempo estándar unitario (TEu)

Primero, debemos determinar el número de observaciones. Esto lo lograremos tomando una muestra preliminar de 4 observaciones por cada tarea, y utilizaremos el conjunto de datos que tenga la mayor desviación estándar, en este caso es el de “cubrir con láminas de fibra de vidrio”. Ver tabla 6.

Tabla 6 – Observaciones preliminares tareas

Tarea	OBSERVACIONES				Media	Desviación estándar
	1	2	3	4		
Limpiar molde	1.77	1.91	1.62	1.84	1.81	0.12
Encerar Molde	1.01	1.32	1.21	1.38	1.27	0.16
Pintar con resina	1.76	2.02	1.69	1.56	1.73	0.19
Cubrir con laminas de fibra de vidrio	2.70	2.96	3.19	3.17	3.07	0.23
Bañar con resina	11.93	12.06	12.05	11.68	11.99	0.18
Desmoldar	0.70	0.74	0.86	0.92	0.80	0.10

Fuente: Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

Con estos datos, podemos calcular las variables necesarias para determinar el número de observaciones mínimas a realizar.

El número de desviaciones estándar para alcanzar el nivel de confianza deseado (95%), debe ser 1.96.

La desviación estándar para las observaciones tomadas es 0.23.

El porcentaje de error es de 5%.

La media es de 3.07.

Ahora, reemplazamos en la fórmula siguiente:

$$n = \left(\frac{t \cdot s}{k \cdot \bar{x}} \right)^2$$

Dónde:

n = N° de observaciones

t = Distribución

s = Desviación estándar muestral

k = Fracción deseable de \bar{x}

\bar{x} = Media muestral

$$n = \left[\frac{(1.96 * 0.23)}{(0.05 * 3.07)} \right]^2$$

$$n = 8.62$$

Entonces, el número mínimo de observaciones requeridas para el estudio es de 9 observaciones.

Para este caso, se realizaron 10 observaciones por tarea, para efectos de facilidad de cálculos.

Lo siguiente son las observaciones de las diferentes tareas, la valoración del trabajador, y el % se suplemento. Esto para hallar el tiempo estándar de cada proceso.

Para hallar el tiempo estándar de un lote (30 unid) se multiplicará el tiempo por treinta y se calculará el recorrido que se debe realizar para fabricar dicho lote.

En las tablas 7, 8, y 9 figuras las observaciones realizadas por cada proceso.

Tabla 7 - Calculo de tiempo estándar proceso de laminado

Elementos	OBSERVACIONES										Tiempo real promedio (min)	Calificacion	Tiempo normal (min)	%Suplementos	Tiempo estandar (min)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Limpiar molde	1.77	1.91	1.62	1.10	1.68	1.81	1.60	1.46	1.71	1.75	1.64	1.1	1.81		2.06
Encerar Molde	1.01	1.32	1.21	1.38	1.02	1.37	1.44	1.12	0.93	1.24	1.20	1.1	1.32		1.50
Pintar con resina	1.76	2.02	1.69	1.56	1.59	1.92	1.64	1.83	1.73	1.48	1.72	1.1	1.89		2.16
Cubrir con laminas de fibra de vidrio	2.70	2.96	3.19	3.17	2.86	2.88	2.91	2.73	3.08	3.34	2.98	1.1	3.28	1.14	3.73
Bañar con resina	11.24	12.06	12.05	11.12	10.35	11.85	11.52	10.44	11.14	10.85	11.26	1.1	12.39		14.12
Desmoldar	0.71	0.93	0.85	0.71	0.78	0.81	0.62	0.86	0.74	0.94	0.80	1.1	0.87		1.00
Tiempo normal total													21.57		24.57

Tiempo estandar (min) = 24.57

Suplementos (%)	
Necesidades	5
Fatiga	4
Trabajar de pie	2
Trabajo bastante	1
Ruido	2
TOTAL	14

Fuente: Área de producción Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

Tabla 8 - Cálculo de tiempo estándar proceso de maquinado

Elementos	OBSERVACIONES										Tiempo real	Calificacion	Tiempo normal	%suplementos	Tiempo estandar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Maquinar bordes	0.96	0.91	0.80	0.99	0.76	0.72	0.99	0.91	0.95	0.88	0.89	1.1	0.98		1.12
Lijar protuberancias	3.05	4.29	3.78	3.15	4.10	3.55	4.02	3.25	5.03	3.15	3.74	1.1	4.11		4.73
Lijar brillo	7.67	8.54	8.12	8.52	7.83	7.70	8.05	8.09	7.93	8.11	8.06	1.1	8.86	1.15	10.19
Perforar alojamiento de luces	3.36	3.26	2.51	3.74	2.99	3.35	3.12	3.96	2.80	3.44	3.25	1.1	3.58		4.12
Pegar insertos	8.10	9.73	10.00	8.47	9.74	8.06	8.03	8.11	8.88	9.90	8.90	1.1	9.79		11.26
Tiempo normal total													27.32	1.1	31.42

Tiempo estandar (min) = 31.42

Suplementos (%)	
Necesidades personales	5
Fatiga	4
Trabajar de pie	2
Postura anormal	2
Ruido intermitente y fuerte	2
TOTAL	15

Fuente: Área de producción Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

Tabla 9 – Calculo de tiempo estándar proceso de acabado

Elementos	OBSERVACIONES										Tiempo real	Calificación	Tiempo normal	%suplementos	Tiempo estándar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Pintar base	0.38	0.50	0.54	0.38	0.48	0.57	0.39	0.46	0.53	0.48	0.47	1.1	0.52		0.57
Masillar fallas	3.36	4.37	4.02	4.28	3.53	4.19	6.70	2.63	4.04	3.06	4.02	1.1	4.42		4.86
Lijar masilla	2.62	2.69	2.00	2.69	2.02	1.94	4.52	2.11	2.50	1.52	2.46	1.1	2.71	1.1	2.98
Pintar acabado	0.52	0.79	1.22	0.88	0.52	0.93	0.76	1.16	0.56	0.97	0.83	1.1	0.91		1.01
Embalar	0.72	0.70	0.57	0.77	0.61	0.64	0.65	0.70	0.69	0.68	0.67	1.1	0.74		0.81
Tiempo normal total												9.30	1.1	10.23	

Tiempo estándar (min) =	10.23
--------------------------------	--------------

Suplementos (%)	
Necesidades personales	5
Fatiga	4
Ruido intermitente y fuerte	2
TOTAL	11

Fuente: Área de producción Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

Teniendo los tiempos por cada tarea y cada recorrido que se debe realizar para producir un lote de producción podemos determinar cuánto tiempo toma la fabricación de un lote. Podemos elaborar un diagrama de análisis de proceso (DAP) para visualizar mejor la suma de tiempos. Cabe señalar que se está tomando el tiempo necesario para producir un lote de máscaras, el cual consta de 30 unidades. Ver figura 12.

Descripción de la actividad	Símbolo					Tiempo en minutos	Agregar valor	Observaciones
	○	➡	D	▽	□			
Limpiar el molde	●					61.80	No	
Encerar Molde	●					45.00	No	
Pintar con resina	●					64.80	Sí	
Cubrir con láminas de fibra de vidrio	●					111.90	Sí	
Bañar con resina	●					423.60	Sí	
Llevar al área de secado	●	●				11.40	No	
Secado de piezas			●			-	No	Seca de un día para otro
Llevar al área de laminado		●				11.40	No	
desmoldar	●					30.00	No	
Llevar al área de lijado		●				1.20	No	
Maquinar bordes	●					33.60	Sí	
Lijar protuberancias	●					141.90	Sí	
Lijar brillo	●					305.70	Sí	
Perforar alojamiento de luces	●					123.30	Sí	
Pegar insertos	●					337.80	Sí	
Llevar al área de pintura		●				1.56	No	
Pintar en base	●					17.10	Sí	
Llevar al área de secado		●				6.90	No	
Secado de pintura			●			10.00	No	
Llevar al área de masillado		●				1.26	No	
Masillar fallas	●					145.80	Sí	
Llevar al área de lijado		●				0.84	No	
Lijar masilla	●					89.40	Sí	
Llevar al área de pintura		●				1.56	No	
Pintar acabado	●					30.30	Sí	
Llevar al área de secado		●				6.90	No	
Secado de pintura			●			30.00	No	
Llevar al área de masillado		●				6.30	No	
Embalar	●					24.60	Sí	
RESUMEN	Cantidad	480	9	3	0	0	492.00	
	Tiempo total (min)	1,986.60	49.32	30	0	0	2,065.92	
	Tiempo AV (min)	1849.8	0	0	0	0	1,849.80	
	Tiempo NV (min)	136.80	49.32	30	0	0	216.12	

Figura 12 - Diagrama de análisis de procesos para fabricación de un lote de máscaras
Fuente: Área de producción Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

El tiempo estándar de producción unitario será la suma de sus tres procesos:

$$TEu = TE \text{ laminado} + TE \text{ maquinado} + TE \text{ acabado}$$

$$TEu = 24.57 + 31.42 + 10.23 = \mathbf{66.22 \text{ min}}$$

$$\text{Tiempo por lote (TEL)} = TEu * 30 = 66.22 * 30 = 1986,6 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$$

Entonces, el tiempo de producción de un lote sería la suma del tiempo de recorrido + tiempo estándar.

$$\text{Tiempo de producción de un lote} = TR + TE = 49.32 \text{ min} + 1986.6 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de producción de un lote} = \mathbf{2035.92 \text{ min}}$$

Calculo del costo de mano de obra pre-test

Teniendo el tiempo que se invierte en fabricar un lote tanto en procesos como en recorrido, la responsabilidad que tiene cada trabajador según su puesto laboral, y el sueldo de cada uno, se puede calcular el costo de MO de producción de un lote, como vemos en la tabla 10.

Tabla 10 - Cálculo de costo de mano de obra por lote

Cargo	Sueldo mensual (S/)	Costo por minuto (S/)	Tiempo invertido por proceso (min)	Tiempo de recorrido por lote (min)	Costo de MO por proceso (S/.)	Costo MO recorrido (S/)	Costo total de MO por lote (S/)
Laminador	1,500.00	0.13	770.70	22.80	100.35	2.97	103.32
Ayudante	1,000.00	0.09	998.10	3.30	86.64	0.29	86.93
Pintor	1,200.00	0.10	217.50	23.22	22.66	2.42	25.08
Sub-total			1,986.30	49.32	209.65	5.68	215.33

Costo de mano de obra por lote =	S/. 215.33
---	-------------------

Fuente: Área de producción Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

Cálculo de la productividad pre-test

La productividad nos indicará cuantos lotes se podrán producir en un día.

$$Productividad = \frac{Lote}{día} = \frac{Lote}{480 \text{ min}} = 0.23 \frac{Lote}{día}$$

Considerando que se pueden fabricar 8 unidades simultáneamente, entonces la productividad del área de producción es la siguiente:

$$Productividad \text{ total} = 0.23 \frac{Lote}{día} \times 8 = 1.84 \frac{Lotes}{día}$$

4.1.3.3. Tercera Fase: Diagnóstico de las 5s

En esta tercera fase empezamos estableciendo un cronograma de actividades con el fin de definir fechas de implementación de cada “S”, luego detallaremos las pautas que seguiremos para la implementación y herramientas a utilizar. Ver figura 13.

Cronograma de Actividades

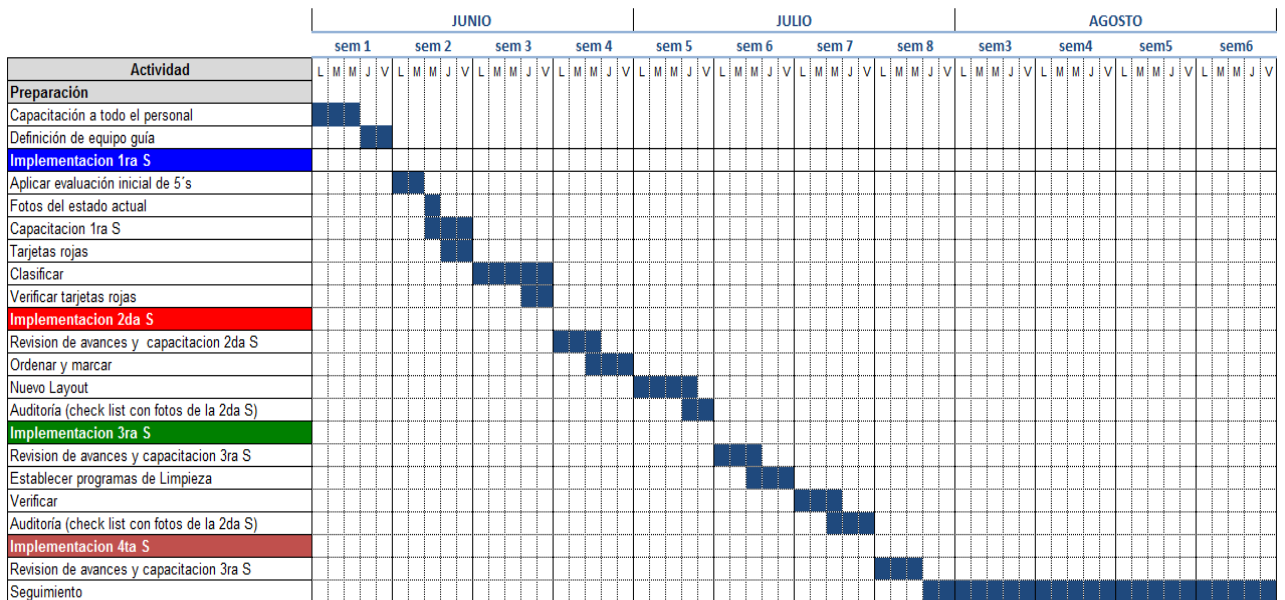


Figura 13- Cronograma de Actividades de implementación de 5s

Fuente: Fibras Alfa EIRL

Elaboración propia

Pautas de Implementación

A. SEIRI - Clasificar:

Para este inicio de evaluación según la base teórica nos enfocamos en analizar el área de trabajo, donde se pudieron observar elementos innecesarios que obstruían visión y flujo de proceso, se pudo identificar lugares específicos de mayor obstrucción.

La primera S nos ayudó a identificar las cosas que en lugar de agregar valor la destruye, ya que un área de trabajo con elementos innecesarios no permite realizar las actividades de manera fluida e interrumpen en el poder de decisión haciendo tiempos muertos.

Por lo cual se procedió a tomar medidas de acuerdo a lo analizado según el tiempo de frecuencia a utilizar cada elemento:

1. Elementos utilizados con frecuencia de una vez al mes: Se designó un lugar específico en el área de almacén.
2. Elementos utilizados con frecuencia de una vez a la semana: Se retiraron del área directa de trabajo diario poniéndolos en una ubicación estratégica de fácil acceso a la vez.
3. Elementos utilizados con frecuencia diaria: Estos elementos fueron ubicados en la misma área de trabajo.

Se procedió a detallar en un formato de clasificación (Anexo 2) la ubicación y cantidad de elementos innecesarios u objetos que no pertenecían a la estación de trabajo.

Para el caso de elementos que se utilizaban una vez al año se procedió a mermar evaluando el costo de reposición de lo contrario se le daría una ubicación en el almacén. Para esto se utilizaron tarjetas rojas de control interno (Anexo 3).

Al hacer el estudio, los mayores problemas fueron encontrados en el sector de masillado, si bien es cierto es eficaz, al reparar todas las fallas con las que la pieza sale del molde, es uno de las áreas en los que los insumos se deben guardar con mucho cuidado e higiene, debido a que hay insumos como, por ejemplo: Masilla, Thinner, Peroxido, Monomero de estireno, etc. Se identificó que los productos, al momento de ser utilizados, se dejaban destapados, o al aire libre, lo que causaba la evaporación y el deterioro de un porcentaje de lo retirado del

almacén y posteriormente al devolver sobrantes (Anexo 4), estos no eran guardados de manera inocua, además de dejarlo desordenado y sin contabilizar. Por ejemplo, la masilla al retirarla de la lata es poco espesa y maleable, pero dejarla al aire libre, se va endureciendo hasta quedar con una consistencia pastosa y semiseca, y que al mezclarla nuevamente con la masilla dentro de la lata deteriora el material en su totalidad. Esto se puede solucionar mezclando la masilla en la lata monómero de estireno como diluyente pero a fin de cuentas esto perjudica directamente a la producción en las pérdidas de tiempo y material. Si existiera un mejor control de insumos no habría tanto desperdicio.

B. Seiton – Ordenar

Luego de realizar la primera S el siguiente paso fue ordenar lo clasificado, esto permitirá tener un mejor alcance de las herramientas y realizar un mejor recorrido en el proceso además que fomenta un grato ambiente laborable y motivación para los colaboradores.

Se procedió a reorganizar el área de trabajo con un nuevo Layout, donde el objetivo fue realizar un menor tiempo de recorrido teniendo en cuenta la secuencia del proceso definiendo las estaciones de trabajo y ubicando las herramientas e insumos importantes de manera estratégicas con una señalización del área.

Se desecharon productos que no se utilizaban en más de 1 años, y los cuales no tendrían demanda inmediata lo que permitió desocupar 6 mt² en el área de laminado y 12 mt² en el patio de producción.

En el área de laminado se habilitará un espacio para que sequen las piezas a las que se les aplica resina, con esto ya no habrá necesidad de mover el producto en proceso de un área a otra.

El área de pintura se moverá cerca al área de lijado y al área de masillado. Además, se habilitarán más soportes de pintura para aprovechar el espacio, y eliminar la necesidad de mover una pieza luego de pintarla, ya que se dejará secar en su mismo soporte.

Con los cambios antes propuestos, se eliminará el área de secado y se reducirán los tiempos de recorrido.

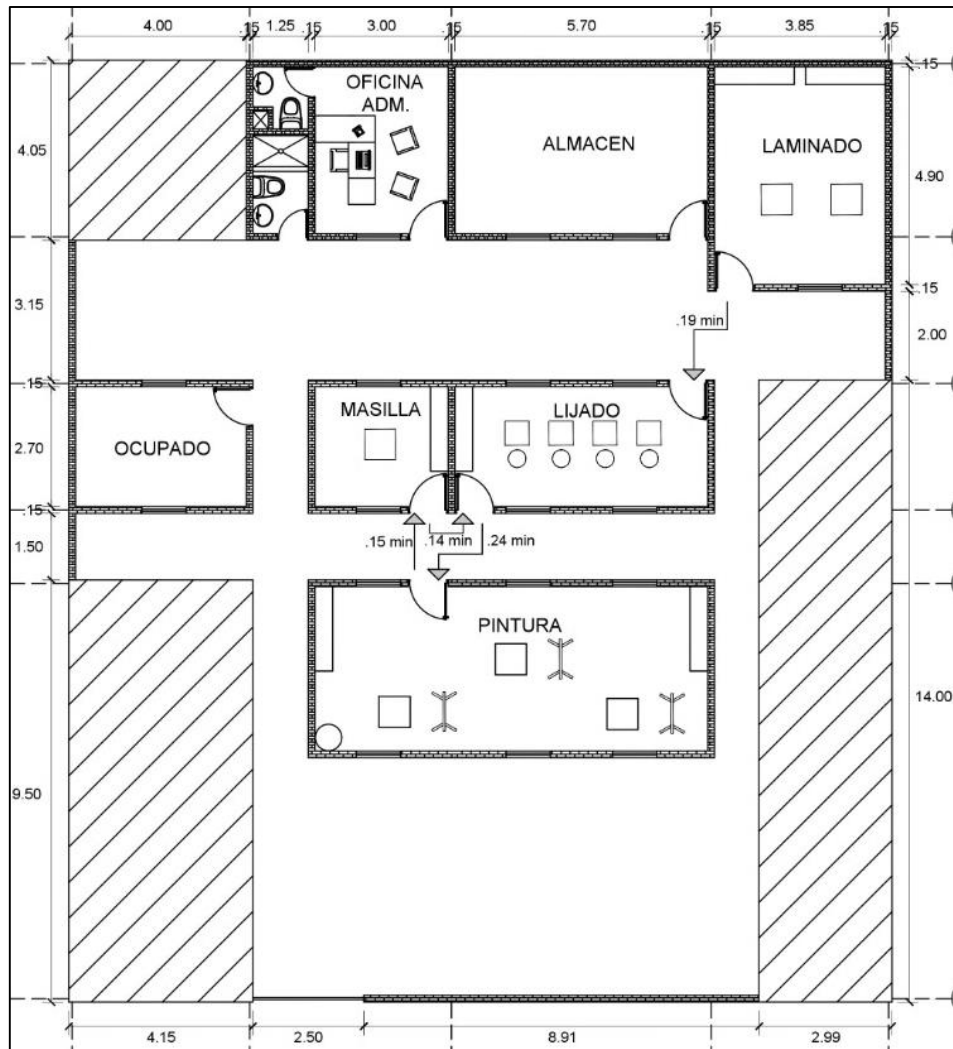


Figura 14 - Distribución de planta propuesto
 Fuente: Fibras Alfa EIRL
 Elaboración propia

C. Seiso – Limpieza

En esta parte de la investigación el objetivo principal es tener un ambiente de trabajo limpio, eliminar cualquier suciedad visible. Definimos según lo recomendado por la metodología estructurar un programa de limpieza, establecer un método de limpieza, asignar responsable y documentar las actividades de limpieza. Por lo que como estrategia identificamos las principales fuentes de suciedad con el fin de eliminar o menguar su impacto. Con este trabajo

se busca tener beneficios como maquinas en mejor estado de conservación. Además, tener un impacto positivo con los colaboradores al mantener un ambiente limpio donde trabajar.

Para realizar lo detallado anteriormente se establecieron equipos de trabajos de 2 colaboradores para realizar la limpieza de forma rutinaria, rotando los equipos formados en la semana. Además para llevar un correcto seguimiento se establecieron fichas de control de limpieza (Anexo 5).

Se pudo evidenciar que los colaboradores no revisaban bien la limpieza de las máquinas, había zonas donde se encontró polvo, además de no limpiar periódicamente el techo de la empresa, todo esto en la línea de producción, también se encontraron cartones en el almacén. Además insumos en un entre piso no apto para el almacenaje el cual es peligroso si es que es sobre cargado. Se observó un inadecuado almacenamiento y acceso de material corrosivo, esto puede generar manipulación deficiente y accidentes por parte de los colaboradores. Por estos motivos es de suma importancia mantener una limpieza adecuada y que se mantenga en el tiempo.

D. Seiketsu – Estandarizar

En este punto el objetivo principal es lograr que los procedimientos, prácticas y actividades se realicen de manera correcta y de frecuencia regular así asegurar lo implementado se mantenga en el área trabajo. Con esto se busca tener procesos estándares con el fin de proyectar de manera correcta la producción además de obtener una mayor calidad y eficiencia.

Por lo que se diseñó un formato de auditoría (Anexo 6) como evaluación donde en base a un puntaje comparamos los resultados obtenidos con los trazados como meta, para esto definimos que a partir de una puntaje de 80% (132 puntos) se puede considerar como positivo y logrado el objetivo inicial en base a un puntaje total de 165 puntos. Para implementar estas auditorías se coordinó que un colaborador por mes rote como encargado de realizar la evaluación.

Para realizar la estandarización se buscó hacer seguimiento recordando a los colaboradores no solo el orden y limpieza del área de trabajo sino además el correcto uso de los implementos de seguridad, descanso adecuado con pausas activas y cumplimiento del horario de refrigerio como verificación de una correcta alimentación y descanso.

Se pudo observar en los resultados iniciales de autoría puntos a mejorar en las cuatro dimensiones evaluadas como mejorar el estado de herramientas a utilizar, identificar debidamente todas las áreas de trabajo con carteles y la totalidad de equipos libre de polvo y manchas. Sin embargo se llegó al objetivo inicial alcanzando 135 puntos (82%), con miras a llegar en la próxima auditoría al 95% en 3 meses.

E. Shitsuke – Disciplina

Luego de estandarizar los procedimientos con la última S se busca mantener en el tiempo el impacto positivo logrado, que el respeto y el cumplimiento de todos los estándares y procedimientos establecidos a través de la metodología sean cumplidos como hábito y formen parte de la cultura del trabajador. Para llevar a cabo este nivel de compromiso por parte del colaborador es necesario promocionar los beneficios que traen consigo la metodología y los avances obtenidos a la fecha.

Por eso es importante manejar charlas de capacitación semanal donde impliquen los siguientes puntos de conversación:

- Conservar el respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Promover el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas.
- Entender la importancia del respeto por los demás y por las normas de la empresa.

Por último es importante medir el nivel de compromiso y saber si los colaboradores están informados y conocen sobre los procedimientos y normativas que tiene la metodología de las 5s, es por este motivo que se diseñó una encuesta informal (Anexo 7) que se tomará a los colaboradores después de las charlas de capacitación de manera semanal para tener

información y tomar las medidas correctivas en caso el puntaje obtenido no sea el óptimo (80% 32 puntos de un total de 40 puntos).

Se pudo observar en los resultados iniciales de la encuesta puntos a mejorar como en la motivación para con el colaborador se debe reforzar para que también puedan sentirse involucrados con el cambio, por otro lado los colaboradores sí están de acuerdo y saben los lineamientos de la metodología de las 5s por lo que se llegó al objetivo inicial alcanzando 34 puntos (85%), con miras a llegar en la próxima auditoría al 100% en 2 meses.

4.1.3.4. **Cuarta Fase: Implementación del plan de mejora**

En esta fase calcularemos la productividad nuevamente, pero esta vez con la nueva distribución de planta, y con la implementación de las 5S.

Cálculo de tiempos de recorrido

Con la nueva distribución de planta, empezaremos calculando el nuevo tiempo de recorrido. Ya que el área de secado es el área más recurrente, al prescindir de ella y habilitar una zona de secado las áreas que la necesitan (Pintura y Laminado) se elimina sustancialmente el recorrido total de fabricación del lote.

Las condiciones sobre la cantidad de unidades a transportar por vez son las mismas. Por lo que obtendríamos los resultados mostrados en la Tabla 6.

Tabla 11 - Tiempo de recorrido por lote con layout propuesto

Inicio	Fin	Tiempo de recorrido (min)	Num. De repeticiones por lote	Tiempo total de recorridos (min)
Laminado	Lijado	0.18	6	1.08
Lijado	Pintura	0.24	6	1.44
Pintura	Masilla	0.15	6	0.9
Masilla	Lijado	0.14	6	0.84
Lijado	Pintura	0.24	6	1.44
Pintura	Masilla	0.15	30	4.5
TOTAL				10.2

Fuente: Fibras Alfa EIRL

Elaboración propia

Tiempo recorrido por lote = 10.2 min

Ahora podemos comparar el tiempo de recorrido por lote de ambas distribuciones de planta para calcular en cuanto se reduciría el tiempo de recorrido

Cálculo de tiempo estándar unitario (TEu)

Se realizaron las observaciones necesarias para establecer el tiempo estándar de cada proceso. Ver tabla 12, 13 y 14.

Tabla 12 – Tiempo estandar de laminado

Elementos	OBSERVACIONES										Tiempo real promedio (min)	Calificacion	Tiempo normal (min)	%Suplementos	Tiempo estandar (min)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Limpiar molde	1.41	1.37	1.58	1.49	1.70	1.82	1.47	1.50	1.58	1.45	1.54	1.1	1.69		1.93
Encerar Molde	1.38	1.04	1.06	1.18	1.22	1.10	1.01	1.14	1.17	0.98	1.13	1.1	1.24		1.41
Pintar con resina	2.21	1.94	1.56	1.35	1.65	1.45	1.62	1.93	1.99	1.91	1.76	1.1	1.94		2.21
Cubrir con laminas de fibra de vidrio	2.77	3.18	2.95	2.99	2.89	2.78	2.72	2.78	2.87	2.63	2.86	1.1	3.14	1.14	3.58
Bañar con resina	11.04	10.64	9.08	11.26	9.77	9.81	10.88	10.11	10.75	9.84	10.32	1.1	11.35		12.94
Desmoldar	0.93	0.87	0.91	0.86	0.86	0.77	0.60	0.56	0.70	0.78	0.78	1.1	0.86		0.98
Tiempo normal total													20.22		23.05

Tiempo estandar (min) = 23.06

Suplementos (%)	
Necesidades	5
Fatiga	4
Trabajar de pie	2
Trabajo bastante	1
Ruido	2
TOTAL	14

Fuente: Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

Tabla 13 – Tiempo estándar de maquinado

Elementos	OBSERVACIONES										Tiempo real	Calificacion	Tiempo normal	%suplementos	Tiempo estandar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Maquinar bordes	0.68	0.88	0.66	0.80	0.88	0.67	0.82	0.71	0.89	0.93	0.79	1.1	0.87		1.00
Lijar protuberancias	2.92	4.01	3.48	3.31	4.28	3.82	4.54	4.29	3.97	3.35	3.80	1.1	4.18		4.80
Lijar brillo	7.65	8.38	7.56	7.94	7.42	8.08	8.13	8.04	7.45	7.25	7.79	1.1	8.57	1.15	9.85
Perforar alojamiento de luces	3.49	2.61	2.62	2.67	2.63	2.53	3.29	2.53	2.37	2.77	2.75	1.1	3.03		3.48
Pegar insertos	7.67	8.15	9.36	8.19	9.03	7.71	8.34	7.83	7.84	7.95	8.21	1.1	9.03		10.38
Tiempo normal total													25.67	1.1	29.52

Tiempo estandar (min) = 29.51

Suplementos (%)	
Necesidades personales	5
Fatiga	4
Trabajar de pie	2
Postura anormal	2
Ruido intermitente y fuerte	2
TOTAL	15

Fuente: Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

Tabla 14 – Tiempo estándar de acabado

Elementos	OBSERVACIONES										Tiempo real	Calificación	Tiempo normal	%suplementos	Tiempo estándar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Pintar base	0.45	0.52	0.36	0.49	0.51	0.54	0.43	0.51	0.36	0.39	0.46	1.1	0.50		0.55
Masillar fallas	2.13	2.71	2.79	3.35	2.76	3.26	4.82	2.33	2.28	2.42	2.88	1.1	3.17		3.52
Lijar masilla	2.48	2.79	1.62	2.18	2.54	1.55	4.16	2.95	2.21	1.65	2.41	1.1	2.65	1.1	2.95
Pintar acabado	0.73	0.78	0.90	0.70	0.74	0.77	0.78	0.82	0.81	0.71	0.77	1.1	0.85		0.95
Embalar	0.76	0.99	0.96	1.10	1.01	0.96	0.96	0.89	0.99	0.76	0.94	1.1	1.03		1.14
Tiempo normal total													8.21	1.1	9.11

Tiempo estandar (min) =	9.11
--------------------------------	-------------

Suplementos (%)	
Necesidades personales	5
Fatiga	4
Ruido intermitente y fuerte	2
TOTAL	11

Fuente: Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

$$TEu = TE \text{ laminado} + TE \text{ maquinado} + TE \text{ acabado}$$

$$TEu = 23.06 + 29.51 + 9.11 = 61.68 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo por lote (30 unid)} = TEu * 30 = 61.68 * 30 = 1850,4 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$$

$$\text{Tiempo de producción de un lote} = TR + TE = 10.2 \text{ min} + 1850.4 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de producción de un lote} = 1860.6 \text{ min}$$

Descripción de la actividad		Símbolo					Tiempo en minutos	Agregar valor	Observaciones
		○	➡	D	▽	□			
	Limpiar el molde	●					57.90	No	
	Encerar Molde	●					42.30	No	
	Pintar con resina	●					66.30	Sí	
	Cubrir con láminas de fibra de vidrio	●					107.40	Sí	
	Bañar con resina	●					388.20	Sí	
	Secado de piezas			●			-	No	Seca de un día para otro
	desmoldar	●					29.70	No	
	Llevar al área de lijado			●			1.08	No	
	Maquinar bordes	●					30.00	Sí	
	Lijar protuberancias	●					143.70	Sí	
	Lijar brillo	●					295.50	Sí	
	Perforar alojamiento de luces	●					104.40	Sí	
	Pegar insertos	●					311.40	Sí	
	Llevar al área de pintura			●			1.44	No	
	Pintar en base	●					16.80	Sí	
	Secado de pintura			●			10.00	No	
	Llevar al área de masillado			●			0.90	No	
	Masillar fallas	●					105.60	Sí	
	Llevar al área de lijado			●			0.84	No	
	Lijar masilla	●					88.50	Sí	
	Llevar al área de pintura			●			1.44	No	
	Pintar acabado	●					28.50	Sí	
	Secado de pintura			●			30.00	No	
	Llevar al área de masillado			●			4.50	No	
	Embalar	●					34.20	Sí	
RESUMEN	Cantidad	480	6	3	0	0	489.00		
	Tiempo total (min)	1,850.40	10.20	30	0	0	1,890.60		
	Tiempo AV (min)	1720.5	0	0	0	0	1,720.50		
	Tiempo NV (min)	129.90	10.20	30	0	0	170.10		

Figura 15 - Diagrama de análisis de procesos para fabricación de un lote de máscaras
Fuente: Área de producción Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

Cálculo del costo de mano de obra post - test

Ya que hemos calculado el nuevo tiempo estándar, con parte del plan de mejora implementado, podemos calcular nuevamente el costo de mano de obra. Considerando que la responsabilidad de cada tarea sigue siendo la misma, y que algunos recorridos han desaparecido gracias a la distribución de planta propuesta. Ver tabla 15.

Tabla 15 – Costo de mano de obra por lote

Cargo	Sueldo mensual (S/)	Costo por minuto (S/)	Tiempo invertido por proceso (min)	Tiempo de recorrido por lote (min)	Costo de MO por proceso (S/.)	Costo MO recorrido (S/)	Costo de MO por lote (S/)
Laminador	1,500.00	0.13	770.70	-	93.98	-	93.98
Ayudante	1,000.00	0.09	998.10	1.92	81.90	0.17	82.07
Pintor	1,200.00	0.10	217.50	8.28	19.28	0.86	20.14
Sub-total			1,986.30	10.20	195.16	1.03	196.19

Costo de mano de obra por lote = S/. 196.19

Cálculo de productividad promedio post-test

La productividad nos indicará cuantos lotes se podrán producir en un día.

$$Productividad \left(\frac{Lote}{día} \right) = \frac{Lote}{1860.6 \text{ min}} * \frac{480 \text{ min}}{día} = 0.26 \frac{Lote}{día}$$

Considerando que se pueden fabricar 8 unidades simultáneamente, entonces la productividad del área de producción es la siguiente:

$$Productividad \text{ total} = 0.26 \frac{Lote}{día} \times 8 = 2.08 \frac{Lotes}{día}$$

4.2. Validación de la Hipótesis

Para validar las Hipótesis, se elaboró una tabla en la que figuraran los indicadores del primer semestre, y los indicadores proyectados para el segundo semestre. Ver tabla 16.

Tabla 16 – Comparación de datos pre-test / post-test

Mes	Pre-test				Post-test			
	Tiempo estándar (Min/Lote)	Costo de mano de obra (Soles/Lote)	Espacio	Productividad (Lote/día)	Tiempo estándar (Min/Lote)	Costo de mano de obra (Soles/Lote)	Espacio	Productividad (Lote/día)
1	2,140.00	209.24	15.36	1.79	1,912.08	190.45	9.60	2.01
2	2,230.00	218.04	14.50	1.72	1,896.15	188.86	9.50	2.03
3	2,217.00	216.77	14.63	1.73	1,864.28	185.69	9.31	2.06
4	2,135.00	208.74	14.13	1.80	1,854.00	184.67	9.03	2.07
5	2,185.00	213.64	14.64	1.76	1,848.34	184.10	8.67	2.08
6	2,197.00	214.77	14.25	1.75	1,832.41	182.51	8.24	2.10

Elaboración propia

Tiempo estándar

H0 = No hay diferencia significativa en las medias del Tiempo estándar de producción.

H1= Hay una diferencia significativa en las medias del tiempo estándar antes y después de la implementación de un plan de mejora.

$\alpha = 5\%$

Tabla 17 - Prueba de normalidad de la variable "Tiempo estándar"

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
▶ MinxLote_Incial	,202	6	,200 [*]	,910	6	,434
MinxLote_Final	,238	6	,200 [*]	,950	6	,737

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS software
Elaboración propia

N=6

Entonces utilizaremos Shapiro-Wilk.

Tabla 18 – Prueba de muestras emparejadas de la variable "Tiempo estándar"

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	MinxLote_Incial - MinxLote_Final	314,66667	53,46650	21,82761	258,55702	370,77632	14,416	5	,000

Fuente: SPSS software

Elaboración propia

Como la significancia es 0.00 y es menor que 0.05, entonces rechazamos la hipótesis nula y aprobamos la hipótesis alterna H1.

Esto quiere decir que, sí hubo una diferencia significativa en la media del tiempo estándar de producción.

Tabla 19 – Estadísticas de muestras emparejadas de la variable "Tiempo estándar"

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	MinxLote_Incial	2184,0000	6	39,27340	16,03330
	MinxLote_Final	1869,3333	6	29,79038	12,16187

Fuente: SPSS software

Elaboración propia

De hecho, el promedio de tiempo estándar de producción por lote pasó de 2184 min/lote a 1869 min/lote, es decir, mejoró en 14.40%.

Costo MO por lote

H0 = No hay diferencia significativa en las medias del costo de mano por lote.

H1= Hay una diferencia significativa en las medias del costo de mano de obra por lote antes y después de la implementación del plan de mejora.

$\alpha = 5\%$

Tabla 20- Prueba de normalidad de la variable "Costo de MO por lote"

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MO_inicial	,202	6	,200 [*]	,910	6	,439
MO_final	,214	6	,200 [*]	,935	6	,619

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS software
Elaboración propia

N=6

Entonces utilizaremos Shapiro-Wilk

Tabla 21 – Prueba de muestras emparejadas variable “ Costo de MO por lote”

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	MO_inicial - MO_final	27,48667	5,10070	2,08235	22,13381	32,83953	13,200	5	,000

Como la significancia es 0.00 y es menor que 0.05, entonces rechazamos la hipótesis nula y aprobamos la hipótesis alterna H1.

Esto quiere decir que, sí hubo una diferencia significativa en la media del Costo de Mano de obra por lote.

Tabla 22 – Estadística de muestras emparejadas variable “Costo de MO por lote)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	MO_inicial	213,5333	6	3,84020	1,56775
	MO_final	186,0467	6	3,02073	1,23321

De hecho, el promedio de Costo de mano de obra por lote pasó de 213.53 soles/lote a 186.05 soles/lote, es decir, 12.87%.

Espacio ocupado

H0 = No hay diferencia significativa en las medias del espacio ocupado.

H1= Hay una diferencia significativa en las medias del espacio ocupado antes y después de la implementación del plan de mejora.

$\alpha = 5\%$

Tabla 23 – Prueba de normalidad variable “Espacio ocupado”

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00001	,165	6	,200*	,963	6	,842
VAR00002	,184	6	,200*	,933	6	,607

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS software
Elaboración propia

N=6

Entonces utilizaremos Shapiro-Wilk.

Tabla 24 – Prueba de muestras emparejadas”

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	VAR00001 - VAR00002	5,95833	,50289	,20530	5,43058	6,48608	29,022	5	,000

Fuente: SPSS software
Elaboración propia

Como la significancia es 0.00 y es menor que 0.05, entonces rechazamos la hipótesis nula y aprobamos la hipótesis alterna H1.

Esto quiere decir que, sí hubo una diferencia significativa en la media del tiempo estándar de producción.

Tabla 25 – Estadísticas de muestras emparejadas variable “Espacio ocupado”

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	VAR00001	15,0167	6	,25105	,10249
	VAR00002	9,0583	6	,52404	,21394

Fuente: SPSS software
Elaboración propia

De hecho, la media del espacio ocupado pasó de 15.01 m² a 9.06 m². Es decir, se redujo en 39.64%.

Resumen de Resultados

Los resultados específicos de esta investigación se resumen en la siguiente tabla. Ver tabla 26.

Tabla 26 – Resumen de resultados de investigación

Resultados			
	Antes	Después	Variación
Tiempo estándar (min/lote)	2,184.0	1,869.0	14.42%
Costo de MO (Soles / lote)	213.53	186.05	12.87%
Espacio ocupado (m2)	15.0	9.0	39.64%

Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- 1) Se acepta la hipótesis principal, la implementación de un plan de mejora, incrementó la productividad de la empresa fabricante de piezas de fibras de vidrio en 12.29%. En consecuencia, utilizando herramientas lean manufacturing como estudio de tiempos, mapa de procesos, aplicando la metodología de las 5s y realizando una nueva distribución de planta fueron fundamentales para obtener mejoras que impactan en la productividad.
- 2) Se acepta la hipótesis secundaria, la implementación de un plan de mejora, redujo el tiempo estándar de producción de la empresa fabricante de piezas de fibras de vidrio en 14.42%. Por lo tanto, aplicar un estudio de tiempos y la metodología de las 5s fue fundamental para primero estandarizar y luego reducir los tiempos de producción.
- 3) Se acepta la hipótesis secundaria, la implementación de un plan de mejora, redujo los costos de producción de la empresa fabricante de piezas de fibras de vidrio en 12.87%. Por lo tanto, aplicar la metodología de las 5s y realizando una nueva distribución de planta fue fundamental para reducir los costos de producción.
- 4) Se acepta la hipótesis secundaria, la implementación de un plan de mejora, redujo el espacio ocupado por objetos innecesarios de la empresa fabricante de piezas de fibras de vidrio en 39.64%. Por lo tanto, aplicar la metodología de las 5s clasificando los objetos por necesidad fue fundamental para optimizar el área de trabajo.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda fomentar las charlas matutinas con el personal de trabajo, haciendo difusión de los resultados alcanzados en productividad, con el fin de inspirar compromiso y disciplina con los colaboradores.
- 2) Se recomienda realizar capacitaciones de herramientas de lean manufacturing de todos los niveles de la empresa. Así como también tomar como modelo la investigación y aplicar de manera transversal en todas las áreas de la empresa.
- 3) Se recomienda ampliar la línea de producción con el nuevo espacio disponible en la planta, con el fin de obtener mayores ingresos para la empresa.
- 4) Se recomienda que las mejoras propuestas, sean culminadas y puestas en práctica, ya que resultarán en la seguridad del personal, y beneficios para la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ayala, S., Ramirez, P., & Ulco, L. (2015). *Aplicación de herramientas de productividad y mejora en el proceso de ensamblaje de mangueras hidráulicas en la empresa CONTIX S.A.* (Tesis de pre-grado) Universidad Ricardo Palma, Lima - Perú.
- Bader, S. (2002). *Composites Handbook, performance resins in composite.*
- Castillo, N. (2018). *Propuesta para el mejoramiento de la calidad aplicando las 5S en el área de producción en a empresa GUMOMETAL.* (Tesis de pre-grado) Universidad de Guayaquil, Guayaquil - Ecuador.
- Cervera, A. (2003). *Envase y embalaje, la venta silenciosa.*
- Cuadros, G., & Piedra, F. (2017). *Estudio para la mejora en el área de producción de la empresa textiles MAG&M SAC aplicando la metodología 5S.* (Tesis de pre-grado) Universidad de Lima, Lima - Perú.
- Fenández, B., & Morales, C. (2018). *Aplicación del modelo de las 5S para mejorar la productividad del área de operaciones de Ganadea Agricola M&M SAC Trujillo - I Semestre 2018.* (Tesis de pre-grado) Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo - Perú.
- Guevara, E., & Zegarra, R. (2015). *Aplicación de un modelo integrado de gestión de la producción para mejorar la productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura.* (Tesis de pre-grado) Universidad Ricardo Palma, Lima - Perú.
- Hernández, J. C., & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing; conceptos, técnicas e implantación.* Madrid.
- Huillca Choque, M. G., & Monzon Biceño, A. K. (2015). *Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5s y mantenimiento autónomo en la planta metalmeccánica que produce hornos estacionarios y rotativos.* (Tesis de pre-grado) Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.
- Ibañez, C. (2016). *Diseño de las propuestas de mejora para el área de producción en la empresa puerto de humos S.A.* Puerto Montt, Chile.
- Imai, M. (2012). *A commonsense approach to a continuous improvement stretegy.*
- Meyers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil* (Segunda ed.). (G. S. García, Trad.) Prentice Hall.
- Muther, R. (1981). *Distribución de planta.* Barcelona.
- Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo.*
- Olvarrieta, J. (1999). *Conceptos generales de productividad, sistemas, normalizacion y clompetitividad para la pequeña y mediana empresa.*

- Orozco, E. (2016). *Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa confecciones deportivas TODO SPORT - Chiclayo - 2015*. Lambayeque, Perú.
- Shingo, S. (1993). *El sistema de producción de Toyota: desde el punto de vista de la ingeniería*.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking; como utilizar el pensamiento Lean para eliminar despilfarros y crear valor en la empresa*. Barcelona.

ANEXOS

Anexo 1 – Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA FABRICANTE DE PIEZAS DE FIBRA DE VIDRIO							
Problemas	Objetivos	Hipotesis	Variable independiente	Variable dependiente	Indicador	Delimitación de la investigación	Justificación
Problema principal:	Objetivo Principal:	Hipotesis General				Espacial	Teórica
¿En qué medida la implementación de un plan de mejora incrementará la productividad en la empresa Fibras Alfa EIRL?	Determinar en qué medida la aplicación de un plan de mejora incrementará la productividad en la empresa Fibras Alfa EIRL	La implementación de un plan de mejora incrementará la productividad en la empresa Fibras Alfa EIRL	Plan de mejora	Productividad		La investigación se llevará a cabo en la empresa Fibras Alfa EIRL ubicada en la provincia constitucional del Callao.	La presente investigación se justifica teóricamente ya que poseemos los conocimientos necesarios para implementar las herramientas de mejora.
Problema secundario	Objetivo Secundario	Hipotesis secundarias				Temporalidad	Practica
¿En cuánto se reducirá el tiempo estándar de producción al implementar un plan de mejora en la empresa Fibras Alfa EIRL?	Reducir el tiempo estándar de producción implementando un plan de mejora en la empresa Fibras Alfa EIRL	La implementación de un plan de mejora reducirá el tiempo estandar de producción en la empresa Fibras Alfa EIRL	Estudio de tiempos	Tiempo estándar de producción	Minutos / lote	La investigación se llevó a cabo entre el mes de Enero a Junio del 2019.	La presente investigación tiene justificación practica, ya que permitirá mejorar la producción de la empresa Fibras Alfa EIRL
¿En qué grado se reducirán los costos de producción de máscaras de motocarro al implementar un plan de mejora en la empresa Fibras Alfa EIRL?	Reducir costos de producción con la implementación de un plan de mejora en la empresa Fibras Alfa EIRL	La implementación de un plan de mejora reducirá los costos de producción en la empresa Fibras Alfa EIRL	Estudio de tiempos y distribución de planta	Costo de mano de obra	Soles / Lote		Social
¿En cuánto se reducirá el espacio ocupado por objetos innecesarios al implementar un plan de mejora en la empresa Fibras Alfa EIRL?	Reducir el espacio ocupado por objetos innecesarios al implementar un plan de mejora en la empresa Fibras Alfa EIRL.	La implementación de un plan de mejora reducirá el espacio ocupado por objetos innecesarios en la empresa Fibras Alfa EIRL	Método de las 5s	Espacio disponible	% de área disponible		Beneficiará a todos los trabajadores de la empresa Fibras Alfa EIRL, facilitándoles un área de trabajo mas ordenada y en consecuencia más segura.

Anexo 2: Formato para Clasificar

Departamento: _____

Elemento innecesario	Cantidad	Localización

Fecha: ____ de ____ de ____

Nombre Evaluador: _____

Fuente: Extraído del libro Lean Manufacturing Paso a Paso, pág. 154.

Anexo 3: Tarjeta roja para objetos a desechar (5s)

TARJETA ROJA	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
Responsable:	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
CATEGORÍA	
Accesorios o herramientas	
Cubetas, recipientes	
Equipo de oficina	
Instrumentos de medición	
Librería, papelería	
Maquinaria	
Materia prima	
Material de empaque	
Producto terminado	
Producto en proceso	
Refacciones	
Otro (especifique)	
RAZÓN	
Contaminante	
Defectuoso	
Descompuesto	
Desperdicio	
No se necesita	
No se necesita pronto	
Uso desconocido	
Otro (especifique)	
Responsable	
Fecha desición	
Destino final	
Fecha	

Fuente: Extraído del libro el proceso de las 5s en Acción, pág. 56.

Anexo 4: Evidencia Clasificar



Fuente: Área de producción Fibras Alfa EIRL

Anexo 5: Ficha para clasificación de objetos.

Estación :	
Descripción :	
Elemento Encontrado	
1) Desechos de materia prima	
2) Papelería	
3) Agua	
4) Polvo	
5) Desechos de materia prima	
6) Otros especificar	
Lugar Específico :	
Solución :	
Fecha :	
Evaluado por :	

Fuente: Extraído del libro Lean Manufacturing Paso a Paso, pág. 156.

Anexo 6: Formato de auditoría para control de las 5S

FORMATO DE AUDITORÍA						
Area _____ Fecha _____ Auditor _____						
Nota: Para cada pregunta se considera un grado de importancia del 1 al 5 donde:						
1.- Totalmente de acuerdo 2.- Desacuerdo 3.- Ni de acuerdo ni desacuerdo 4.- De acuerdo 5.- Totalmente de acuerdo						
ITEMS	PREGUNTAS	GRADO DE IMPORTANCIA				
		1	2	3	4	5
	Seleccionar					
1	Las herramientas se encuentran en buen estado para su uso					
2	Existen objetos sin uso en los pasillos					
3	Pasillos libres de obstáculos (carritos, equipos, etc.)					
4	Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso					
5	La línea de producción está libre de objetos sin uso					
6	Se puede saber cuáles son los objetos necesarios en el área					
7	Se ven partes de máquinas (tornillos, cables, etc) en las estaciones.					
8	Existe material de trabajo (guantes, cepillos, pinzas, etc.) sin uso o fuera de su lugar					
9	El área de producción está libre de cajas u otra forma que sea de cartón					
	Ordenar					
10	Las áreas están debidamente identificadas					
11	No hay unidades encimadas en las mesas o en los contenedores					
12	Los botes de basura están en el lugar designado para éstos					
13	Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos, Herramientas, etc.)					
14	Todas las sillas y mesas están en el lugar designado					
15	Los materiales están debidamente almacenados y ordenados					
16	Información oficial actualizada (manuales, instructivos, etc.)					
17	Los contenedores están en los lugares designados					
18	Los pasillos están debidamente señalados					
19	Los cajones de las mesas de trabajo están debidamente organizados y sólo se tiene lo necesario					
20	Todos los equipos se encuentran en el lugar designado					
	Limpiar					
21	Los contenedores se encuentran limpios					
22	Las herramientas se encuentran limpias					
23	Los equipos están libres de polvo y manchas					
24	Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas					
25	Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias y sin residuos.					
26	Después del mantenimiento, el piso y los equipos quedan libres de polvo, manchas y residuos					
27	Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida					
	Estandarizar					
28	Todos los contenedores cumplen con el requerimiento de la operación					
29	Todo el personal usa uniforme adecuado dependiendo de sus labores					
30	Todas las mesas, sillas y carritos son iguales					
31	Todo los instructivos cumplen con el estándar					
32	Usan el equipo de seguridad en las operaciones que lo requieren					
33	Los colaboradores cumplen su horario de refrigerio					

Fuente: Área de producción Fibras Alfa EIRL
Elaboración propia

Anexo 7: Encuesta Informal aplicada a Colaboradores

Encuesta Informal Aplicada a Colaboradores

Area _____ Fecha _____ Auditor _____

Nota: Para cada pregunta se considera un grado de importancia del 1 al 5 donde:

1.- Totalmente de acuerdo 2.- Desacuerdo 3.- Ni de acuerdo ni desacuerdo 4.- De acuerdo 5.- Totalmente de acuerdo

ITEMS	PREGUNTAS	GRADO DE IMPORTANCIA				
		1	2	3	4	5
1	¿Está de acuerdo con los lineamientos de orden y limpieza en la empresa ,aplicados por la metodología 5s?					
2	Existen medidas adecuadas para asegurar el orden y limpieza en el área					
3	El departamento cuenta con un plan de capacitación en la metodología de las 5S					
4	¿Usted como persona se siente motivado para participar activamente, aportando con ideas de mejora continúa en su trabajo?					
5	¿Considera que existe comunicación entre los distintos departamento de la empresa?					
6	¿Considera que el ambiente de trabajo en el que se desenvuelve es agradable?					
7	¿Considera que el área de trabajo en el que se desenvuelve es seguro para laborar?					
8	¿Esta informado de las ventajas que tiene la implementación de un plan de mejora en su área de trabajo?					

Fuente: Área de producción Fibras Alfa EIRL

Elaboración propia