



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa
Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C. Tacna, 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Seminario López Jesús Josué (ORCID: 0000-0003-2605-7614)

ASESOR:

Mg. Ing. Jenner Carrascal Sánchez (ORCID: 0000-0001-6882-8339)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productividad

PIURA - PERÚ
2022

Dedicatoria

A mi esposa Ivonne, a mis hijas Lucero y Daniela por su apoyo incondicional y por ser el motivo de mi superación, para poder alcanzar mis metas trazadas, haciendo posible el cumplimiento de este reto en mi vida.

Agradecimiento

A mi esposa e hijas por apoyarme y darme fuerzas para seguir adelante a pesar de los obstáculos, llegar hasta aquí y darme cuenta que valió la pena cada sacrificio para culminar mi carrera profesional.

A la empresa por darme la oportunidad de poner en práctica lo aprendido durante mis estudios universitarios y por brindarme la información necesaria para lograr desarrollar mi investigación.

A los docentes por sus enseñanzas y especialmente a mi asesor de tesis por ser apoyo y guía para culminar con éxito esta etapa de mi carrera profesional.

Índice de Contenidos

Carátula.....	ii
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de Figuras.....	vii
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	16
3.1 Tipo y diseño de Investigación	16
3.2 Variables y operacionalización	16
3.3 Población, Muestra y Muestreo	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5 Procedimientos.....	18
3.6 Método de análisis de datos.....	18
3.7 Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS	50

Índice de tablas

Tabla 1 Técnicas e instrumentos utilizadas en la investigación	18
Tabla 2 Respuestas de las encuestas de la variable: Lean Manufacturing	21
Tabla 3 Evaluación de las 5s.....	22
Tabla 4 Escala de calificación - Pareto.....	26
Tabla 5 Evaluación de personal encargados de las áreas	27
Tabla 6 Escala Porcentual de pareto.....	27
Tabla 7 Tiempos de paradas de extrusora por causas.....	29
Tabla 8 Estimación de pérdidas económicas por paradas de extrusora	Error!
Bookmark not defined.	
Tabla 9 Respuestas de la entrevista: Variable Productividad.....	31
Tabla 10 Dituación Actual para determinar el beneficio	34
Tabla 11 Situación con la propuesta de mejora mediante la implementación TPM	35
Tabla 12 Cálculo del beneficio costo (B/C).....	35
Tabla 13 Tiempos de parada de extrusora - Primer Trimestre año 2022 antes de la propuesta	36
Tabla 14 Tiempos de parada de extrusora- Después de la propuesta	36
Tabla 15 Comparación entre Productividad Obtenida y Productividad Esperada	37
Tabla 16 Matriz de Operacionalización de las variables	50
Tabla 17 Etapas de Implementación del TPM.....	63
Tabla 18 Comité formado para la Implementación de TPM	66
Tabla 19 Políticas y metas para mejorar la Productividad mediante aplicación del TPM	66
Tabla 20 Cronograma de Implementación del TPM	67
Tabla 21 Formato para control de paradas de máquina.....	69
Tabla 22 Formato de registro de análisis de fallas	70
Tabla 23 Formato de monitoreo de máquina TPM máquina extrusora.....	72
Tabla 24 Ficha de activos.....	73
Tabla 25 TPM Máquina extrusora	74
Tabla 26 Plan de mantenimiento preventivo- máquina extrusora.....	75
Tabla 27 Niveles de Plan de mantenimiento	76
Tabla 28 Plan de capacitación de máquina extrusora de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C	76
Tabla 29 Formato de asistencia a capacitación del personal	77
Tabla 30 Formato de mantenimiento Autónomo - seguridad personal.....	78
Tabla 31 Orden final de tarjetas rojas.....	80
Tabla 32 Resumen de movimientos efectuados para identificar las tarjetas rojas	81
Tabla 33 Elementos utilizados para implementar gestión 5s.....	85
Tabla 34 Elementos para indicadores y pinturas utilizadas en implementación 5s	85
Tabla 35 Componentes utilizados en la limpieza para implementación5s.....	85
Tabla 36 Detalle de los costos de inversión para la implementación 5s.....	86

Índice de Figuras

Figura 1. Símbolos de Flujo de Materiales	10
Figura 2. Símbolos de Flujo de Información	10
Figura 3 Diagrama de análisis de procesos (DAP) de la Geomembrana	20
Figura 4 Evaluación 5s	22
Figura 5 Análisis Causa - Efecto	25
Figura 6 Grafica de Pareto	28
Figura 7 Tiempos de paradas por causas	30
Figura 8 Estimación de pérdidas económicas por paradas de extrusora	30
Figura 9 Evaluación del Value Stream Mapping (VSM).....	33
Figura 10 Elementos para etiqueta roja.....	80
Figura 11 Factores de Disciplina e indisciplina.....	84

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C; dedicada a la producción, comercialización y exportación de Geomembrana, siendo el objetivo principal: Implementar las herramientas de *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C. – Tacna 2022. En relación a la problemática expuesta, la propuesta de mejora, permitirá que los procesos en el área de producción se realicen de manera ordenada y eficiente logrando disminuir los tiempos muertos, productos no conformes, material para reproceso. En la presente investigación la población estuvo conformada por 12 trabajadores de la empresa, entre personal de producción, mantenimiento y control de calidad. El tipo de investigación fue aplicada, de enfoque cuantitativo, alcance descriptivo, diseño no experimental de corte transversal. Las técnicas aplicadas para la recolección de datos fueron la entrevista, la encuesta y análisis documental, en función a lo planteado se obtuvo los siguientes resultados y conclusiones; se determinó y analizó que la productividad global trimestral es de S/.364.09, teniendo como factor principal la baja productividad debido al exceso de productos no conformes y material para reproceso. En promedio la empresa estima pérdidas económicas de S/.2,520,646.14 mensuales que la empresa está dejando de ganar por paradas de máquina, desorden en el área de mantenimiento y falta de capacitación con respecto al plan de mantenimiento. Con la propuesta de mejora la productividad global trimestral en el segundo trimestre 2022 aumentaría en S/.578.75, logrando además reducir las paradas de máquinas, originando que de las 437 horas mensual que la planta dejaba de producir, con un factor de utilización del 41%, se redujeran a 239 horas aumentando su factor de utilización a 67%. Evaluando el beneficio costo las pérdidas económicas se reducirían a S/.1,377,736,94 obteniendo una reducción en pérdidas de utilidad de S/.1,142,966.92

El beneficio costo obtenido sería de: $B/C = 6,857.802 / 8000 = 857.23$, por cada kilo de geomembrana producida se estaría ganando 857.23 soles.

Palabras Clave: Productividad, Producción, Lean Manufacturing

Abstract

The present work of investigation was carried out in the company Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C; dedicated to the production, commercialisation and exportation of Geomembrane, being the main objective : To implement the tools of Lean Manufacturing to improve the productivity of the company Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C. - Tacna 2022. In relación to the exposed problematic, the proposal of improvement, will allow that the processes in the area of production are carried out in an orderly and efficient way managing to diminish the dead times, nonconforming products, material for reprocessing. In this research, the population consisted of 12 workers from the company, including production, maintenance and quality control personnel. The type of research was applied, with a quantitative approach, descriptive scope, non-experimental cross-sectional design. The techniques applied for the collection of data were the interview, the survey and documentary analysis, in function to the raised thing the following results and conclusions were obtained; it was determined and analyzed that the global quarterly productivity is of S/.364.09, having as main factor the low productivity due to the excess of nonconforming products and material for reprocessing. On average, the company estimates economic losses of S/.2,520,646.14 per month that the company is losing due to machine stoppages, disorder in the maintenance area and lack of training with respect to the maintenance plan. With the improvement proposal, the global quarterly productivity in the second quarter of 2022 would increase by S/.578.75, also reducing the machine stoppages, causing that from the 437 hours per month that the plant stopped producing, with a utilisation factor of 41%, would be reduced to 239 hours increasing its utilisation factor to 67%. Evaluating the cost benefit the economic losses would be reduced to S/.1,377,736.94 obtaining a reduction in losses of S/.1,142,966.92 The cost benefit obtained would be: $B/C = 6,857.802 / 8000 = 857.23$, for each kilo of geomembrane produced, 857.23 soles would be earned.

Keywords: Productivity, Production, Lean Manufacturing

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las organizaciones destacan la importancia por incrementar el valor de competitividad a través de una secuencia de factores entre ellos tenemos aplicaciones de las herramientas *lean manufacturing*, estas herramientas nos ayudaron a descartar las funciones que no contribuyen en el proceso de producción, en busca de técnicas de producción que combine la eficiencia, la flexibilidad y la calidad, para ello comenzaron a utilizar los conceptos *Lean Manufacturing* como VSM, 5s, SMED, TPM y muchas más, siempre buscando la mejora continua.

Favela et al. (2019) en su artículo realizado en Cartagena Colombia, los autores proponen implementar un modelo conceptual el cual va a identificar el peso relativo que aportan cada una de las herramientas, pretendiendo adoptar una filosofía de gestión basada en la mejora continua, además ofreciendo la oportunidad de incrementar la productividad y por consiguiente la calidad del producto.

Vargas et al.(2018) en su artículo realizado en México, con el fin de incrementar la producción y lograr una mayor rentabilidad en las empresas, los autores analizaron la importancia de implementar *Lean manufacturing*, llegando a concluir que mediante la implementación de las herramientas se obtuvieron disminuciones considerables, logrando la optimización de un 50% con un 40% respectivamente se reduce el costo de producción, de igual forma se logra reducir los costos de compras, consiguiendo la mejora continua en los procesos de producción convirtiendo a la empresa más competitiva.

Rojas y Gisbert (2017). En su artículo el cual tuvo como objetivo dar a conocer lo importante que es la aplicación de *lean manufacturing* en la industria para de esta manera mejorar la productividad y la eficiencia, así mismo los autores resaltan que aumentando la productividad va a ocasionar que disminuyan los tiempos en la fabricación, lo que va a beneficiar a cualquier empresa a través de la reducción de costos , llegando a concluir la metodología Lean implica un cambio cultural organizacional, de manera que todos los trabajadores deben identificarse e involucrarse en la mejora continua y que estas técnicas y herramientas se están

aplicando cada vez con más fuerza en la industria porque ayudan a incrementar la productividad.

Canahua (2021) En la investigación de este artículo el autor demostró que aplicando la metodología TPM, ayuda a las empresas a ser más competitivas a un bajo costo, mejorando la optimización de los equipos que son empleados para la producción analizando las fallas y confiabilidad de los equipos, este método nos muestra el estado actual, con el fin de encontrar alguna mejora en los procedimientos de producción y poder así poner en marcha el incremento en la productividad.

La empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C. ubicada en Tacna, dedicada a la producción de geomembranas y plásticos agrícolas, para uso en la actividad agrícola y minera, dentro de su organigrama se encuentra el departamento del área de producción, en esta área se observó problemas en cuanto a la producción, de películas de polietileno y al exceso de productos defectuosos, falta de capacitación al personal operativo, los cuales afectan de manera significativa en los costos operativos y por ende a la productividad, debido a que la producción es continua y por pedidos y al no cumplir con las especificaciones de los clientes como es el largo, espesor o apariencia del producto se tiene que reprocesar lo que a su vez ocasiona retrasos en la producción, costos por reprocesos y baja productividad.

También se detectó problemas en el área de mantenimiento en lo relacionado al desorden y falta de repuestos los cuales son imprescindibles para la reparación inmediata de las fallas más frecuentes, ocasionando pérdidas de tiempo y a su vez afectando a la producción.

La empresa está enfocada en la filosofía de mejora continua, la cual no es llevada a cabalidad, por ello fue necesario implementar un análisis del proceso productivo con ayuda de la aplicación de herramientas *lean manufacturing* para solucionar la problemática y de esta manera reducir pérdidas para la empresa y mejorar la productividad.

En consecuencia, el problema general es el siguiente:

¿Cómo las herramientas de *Lean Manufacturing* mejorará la productividad en el área de producción de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembrana, Tacna – 2021?

Este proyecto de investigación buscó aplicar las herramientas *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas, porque facilitaría reducir las fallas, los reprocesos (productos no conformes) aumentando la productividad y minimizando los tiempos innecesarios empleados en la producción.

En cuanto a la justificación de la investigación, de forma teórica, mediante la utilización de las diferentes teorías nos ayudó a abordar las distintas formas existentes para solucionar las problemáticas encontradas en la empresa, en cuanto a la baja productividad. A la vez se justificó de manera práctica porque de esta manera se logró conocer los factores que ocasionaban los problemas, procediendo a solucionarlos mediante un plan estratégico, el que contribuyó a mejorar la productividad teniendo como base datos de investigaciones anteriores con las variables aplicadas en el trabajo de investigación. Se justificó de forma metodológica, lo cual permitió que mediante la aplicación de las diferentes metodologías adecuadas se mejore la productividad y finalmente se justificó de manera social, porque esta investigación contribuye como base para la realización de futuras investigaciones que tengan las mismas variables, además benefició a la empresa logrando mejorar su productividad, consolidarse en el mercado ofreciendo sus productos con los mejores estándares de calidad y ser más competitiva en el sector productivo a nivel nacional.

El objetivo general de la presente investigación fue: Aplicar las herramientas de *lean manufacturing* para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C -Tacna.

Entre los objetivos específicos se plantearon los siguientes:

- Analizar la situación actual de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas
- Determinar la productividad en el área de producción de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas.
- Identificar las herramientas de *Lean Manufacturing* que permitan mejorar el indicador de productividad de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas.
- Evaluar el beneficio costo

Hipótesis General

La hipótesis planteada en la investigación fue: Aplicando las herramientas de *Lean Manufacturing* mejorará la Productividad en el área de producción de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C – Tacna 2022.

II. MARCO TEÓRICO

El modelo de *Lean Manufacturing* forma parte de una solución reciente y fortalecida de aplicación a nivel mundial, el cual se puede poner en práctica en diversas empresas sin considerar el tamaño o la actividad económica, los antecedentes considerados en este proyecto de investigación fueron:

Como antecedentes internacionales tenemos:

Abril (2019) En su investigación realizado en una empresa que desempeña sus funciones en la producción de envases plásticos en Guayaquil – Ecuador, donde se detectó una baja productividad debido a los tiempos improductivos, los cuales se producían por los tiempos que eran empleados al cambiar los formatos en el área de impresión, logrando reducir del 37% al 32% del tiempo total disponible en el proceso. El autor empleó metodología SMED, llegando a concluir que aplicando la metodología SMED se reducen los tiempos en los procesos.

Unmesh (2017) El autor en su estudio en la universidad de Texas, se planteó como objetivo mejora de la productividad y optimización de los costes de las Pymes, considerando que mediante la mejora productiva de este sector tendrá un impacto considerable en la economía, tuvo un enfoque mixto, llegando a concluir que mediante la ejecución de Lean incrementa la productividad de instalación en más de un 30%. El aumento de la productividad tiene poco costo asociado.

Dentro de los antecedentes de investigación a nivel nacional se citaron a Huamán (2021). En su investigación en la que se implementó la metodología 5s como un aspecto importante para incrementar la productividad en una planta Siderúrgica, se planteó como objetivo establecer en qué medida la implementación 5s se identifica como principal fuente de crecimiento de la productividad, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, en la investigación la técnica aplicada fue análisis documental, concluyendo que la metodología 5s es una herramienta aceptable para el primer paso en el cambio hacia el incremento en la productividad, logrando obtener después de la metodología un valor de 92.94% es decir un 10.8% más, que el promedio obtenido en los 8 meses anteriores a la implementación, cuyo valor fue de 82.14%.

Pantaleón (2020). En su investigación en una empresa dedicada a la fabricación de calzado en la ciudad de Lima ,se propuso como objetivo implementar una gestión adecuada haciendo uso de herramientas *Lean Manufacturing* para mejorar el proceso productivo, su estudio fue de enfoque mixto, de tipo aplicada, diseño experimental, llegando a la conclusión que aplicando 5S se logra mantener un orden y limpieza en cuanto a los materiales lo que contribuye a aumentar la eficacia de la empresa y mediante la aplicación de TPM busca el mantenimiento preventivo y correctivo logrando evitar paradas de máquinas por fallas.

Contreras et al (2017). En su artículo los autores se plantearon como objetivo aplicar técnicas de *Lean Manufacturing* para reducir los desperdicios, lo que genera el bajo índice de productividad en la empresa. El artículo fue de diseño pre experimental. Así mismo concluyeron que aplicando las herramientas VSM, TPM y 5s, lograron optimizar los procesos de producción alcanzando como resultado óptimos, por tanto, indica que la aplicación de las herramientas de *Lean Manufacturing* repercuten de manera significativa en la mejora de la productividad.

Castillo (2017). En su investigación realizada en una empresa dedicada a la producción de sacos, el cual tuvo como objetivo elaborar el plan de optimización utilizando las herramientas de *Lean Manufacturing* para incrementar la productividad, tuvo como enfoque cuantitativo, diseño no experimental, tipo aplicada, realizó un diagnóstico Causa- efecto para enfocar la problemática, llegando a concluir que debido a las paradas de líneas dejaban de producir una considerable cantidad de sacos lo que a su vez perjudicaba en la productividad y aplicando las herramientas *Lean Manufacturing* se logró minimizar las pérdidas de utilidades y en consecuencia aumentar la productividad, llegando a reducir las paradas de línea y pérdidas de tiempo.

En el entorno local se citaron a:

Juárez (2020) en su investigación realizada a una empresa que procesa agua de mesa sin gas en la ciudad de Piura, cuyo objetivo fue incrementar la productividad y competitividad en la empresa haciendo uso de la aplicación de *Lean Manufacturing*, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo y diseño experimental, los instrumentos que se utilizaron son la entrevista, encuesta y análisis documental. Concluyó que efectivamente aplicando las herramientas de *Lean Manufacturing* se logró realizar despachos a tiempo incrementando las ventas a 49.83% y a la disminución del tiempo de producción con un promedio de 15% por unidad, logrando de esta manera incrementar la productividad en aproximadamente 16.90% x hora/hombre entre los meses de julio a diciembre.

Con la finalidad de profundizar en el trabajo de investigación, se procedió a revisar la teoría relacionada a las variables en estudio: "*Lean Manufacturing*" consiste en la adaptación sistemática y periódica de una agrupación de técnicas que buscan la mejora continua adaptándolo en los procesos de producción centrándose en identificar y eliminar "desperdicios" que se perciben en la producción y que no agregan valor al cliente. Además, señala que los tipos de desperdicios corresponden a la "sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos". (Hernández & Vizán, 2013)

El origen de *Lean Manufacturing surge* en una época en que las empresas japonesas buscan adoptar una cultura, que consiste en aplicar acciones y técnicas que hagan posible la producción en masa de grandes cantidades de un producto, mejoras en la calidad lo que a su vez dio paso a mejorar los métodos de trabajo y producción, esto se hace posible en contacto directo con la problemática actual que se presenta en la empresa e involucrando a los colaboradores mediante la comunicación asertiva (Hernández & Vizán 2013)

Según Rajadell & Sánchez (2010) *Lean Manufacturing* tiene por objetivo eliminar despilfarros mediante el uso de herramientas desarrolladas, principalmente en las empresas industriales, incidiendo en la completa eliminación de despilfarros tales como (TPM,5S, SMED, *Kanban*, *Kaizen*, *Heijunka* y *jidoka*, entre otras)

Manufactura esbelta, también conocida como Sistema de producción en masa, hace referencia a través de nuevos procedimientos como es el estudio de tiempos y movimientos, con ello se encontraba la mejor manera de que los operarios hicieran menos operaciones repetitivas en ciclos cortos, siempre que se le brinde una mejor atención al cliente excediendo sus expectativas en cuanto a la calidad y las especificaciones que requiera (Villaseñor & Galindo, 2009, p. 19).

Lean Manufacturing es una metodología que está orientada a descartar cualquier tipo de procesos que generen pérdidas, retrasos e ineficiencia dentro de las industrias, procediendo a eliminar lo innecesario con el único fin de incrementar la productividad y producir en grandes masas, aumentando su capacidad y así poder hacer frente a la competencia a través del uso de herramientas que logren alcanzar un producto de calidad (Rueda, 2007)

Principios de *Lean Manufacturing*

Señala Womack & Jones (1996) que esta idea se ampara en cinco principios:

Definir el valor

El éxito a cabalidad de una empresa dedicada a la producción, consiste en la satisfacer a los clientes excediendo las expectativas, considerando que estos buscan comprar un producto de calidad y con las especificaciones requeridas (Womack & Jones, 1996, p.35)

Identificar la cadena de valor

Mediante este principio se analizan los procesos de producción, considerando sólo aquellos procesos de añaden valor, más no los generadores de desperdicios. Esto puede ser diseñado empleando herramientas como *Value Stream Mapping* (VSM) con el propósito de comparar la situación crítica actual y futuro del proceso general. (Womack & Jones, 1996, p.38).

Crear flujo

La utilización de este principio es lograr que la producción fluya de un paso al siguiente simultáneamente, brindando prioridad a los pasos que añadan valor a la producción. Este flujo se perfecciona usando lluvia de ideas y herramientas de Kanban. (Womack & Jones, 1996, p.39)

Satisfacción del Usuario

Lo ideal es que la producción se genere en base a pedidos solicitados por los clientes con las especificaciones requeridas, para evitar exceso en inventarios, ocasionando apilamientos y ocupar espacios innecesarios en el almacén.

(Womack & Jones, 1996, p.42)

Elaborar la perfección

Finalmente, inmediatamente después que la organización ha obtenido los cuatro principios anteriores, es obligatorio perseguir la perfección, eliminando la obtención de desperdicios, satisfaciendo a los clientes con productos de calidad y al menor costo. Para lograr ello es necesario involucrar a cada uno de los trabajadores de la empresa, “con la finalidad de impulsar la mejora continua en cada uno de los procesos de producción de la empresa”. (Womack & Jones, 1996, p.45).

Algunas Herramientas utilizadas en *Lean Manufacturing*

Estas herramientas son modelos de gestión las cuales están enfocadas en crear flujos enfocados en entregar al cliente un producto de mejor calidad, utilizando los costos mínimos.

a. *Value Stream Mapping (VSM)*

Rajadell & Sánchez (2010) Afirma que es una de las técnicas gráficas de Lean Manufacturing, el cual permite diagnosticar el escenario actual que atraviesa la empresa a través de la observación de flujo de materiales e información de los procesos de producción, identificando los procesos que ocasionan los desperdicios, con la finalidad de eliminarlos y lograr ser más eficientes.

Simbología

Para establecer el VSM cuenta con símbolos los cuales permiten plasmar en una hoja los procesos que se desarrollan dentro del sistema productivo

Para analizar el flujo de materiales e información, los símbolos que se emplean son los que se muestran a continuación:

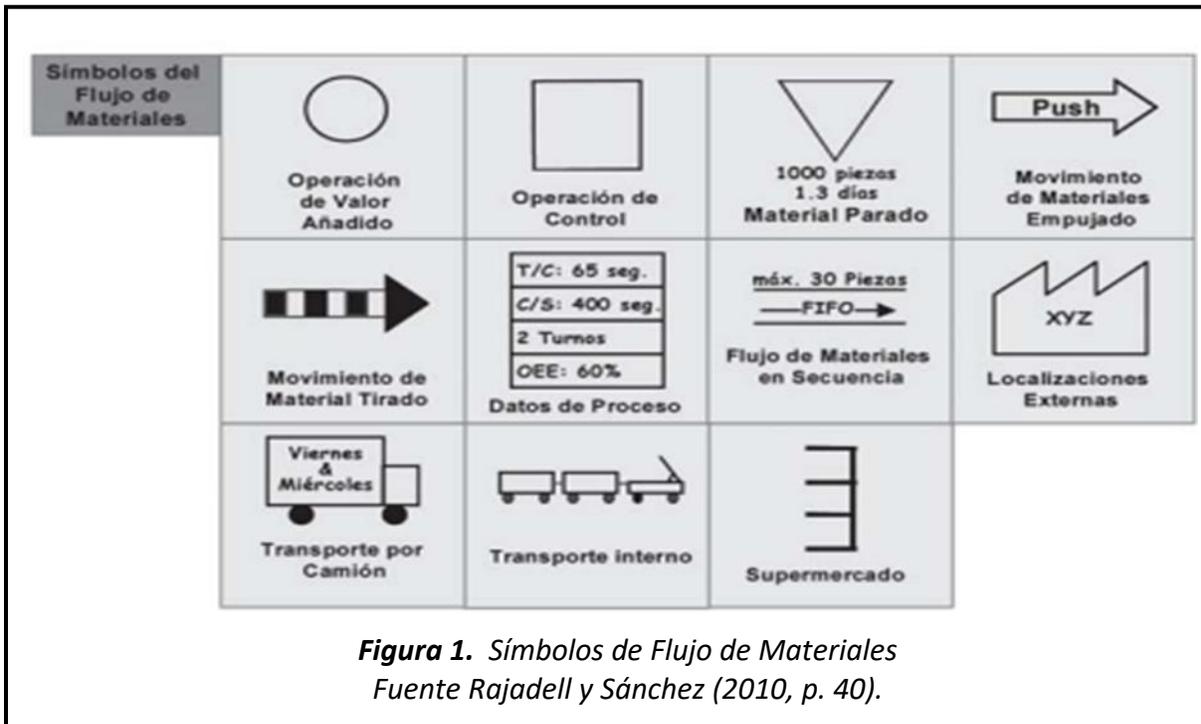


Figura 1. Símbolos de Flujo de Materiales
Fuente Rajadell y Sánchez (2010, p. 40).

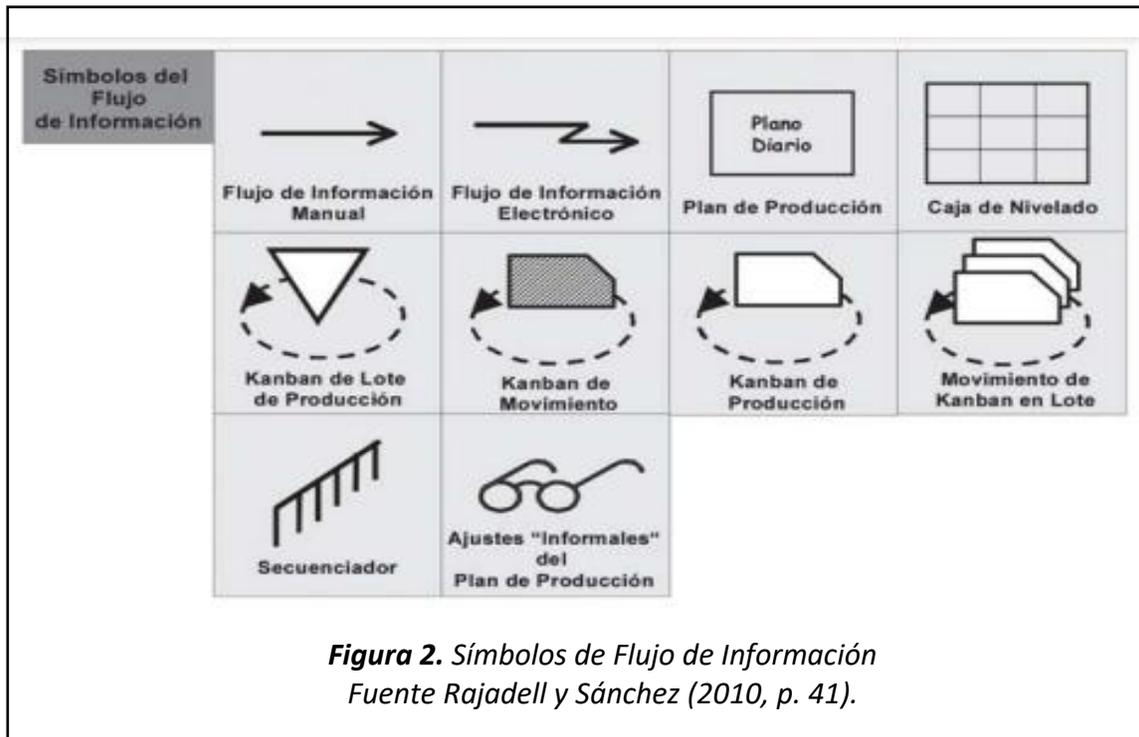


Figura 2. Símbolos de Flujo de Información
Fuente Rajadell y Sánchez (2010, p. 41).

Pasos para hacer un *Evalue Stream Mapping*

Según Rajadell & Sánchez (2010) se debe perseguir los pasos siguientes:

- Información del cliente e información de los proveedores con respecto a los requerimientos de materia prima.
- Definir las operaciones, en cuanto a los tiempos, cantidad de operaciones que intervienen e información del trabajo en proceso.
- Flujo de la información, en cuanto a la demanda, programación de la producción, estimación de los requerimientos.
- Tiempo de entrega (*Lead time*) tiempo transcurrido a partir de la solicitud de materia prima, hasta el momento de la entrega del producto final.
- Complementos (*Tark time*) Presentación de cuadro resumen, empleando los símbolos e información adicional.

b. Metodología 5S's

Según Rajadell & Sánchez (2010) la implementación de la metodología 5s dispone de un procedimiento de cinco pasos o fases cuya elaboración implica conceder recursos, adaptación laboral y la contemplación de aspectos humanos.

5s que, en japonés, cuya fonética empieza por "S":

La herramienta 5S es la aplicación sistemática en cuanto a orden y limpieza en los ambientes de trabajo, el cual no debería ser peculiar en las organizaciones, pero desafortunadamente si lo es. Es una técnica que es aplicada con más frecuencia en todo el mundo obteniendo resultados significativos de acuerdo a su sencillez y efectividad, por tal motivo es una de las herramientas más importantes a implementar dentro de toda empresa que aborde el tema de *Lean Manufacturing*.

c. TPM: Mantenimiento Total Productivo, *Total Productive Maintenance*

Son actividades que contribuyen en la perfección de las operaciones en planta a través del reordenamiento e involucramiento de los empleados y métodos el cual va a permitir eliminar pérdidas referentes a la producción, con el fin de maximizar la productividad. (González 2007)

Para eliminar los tiempos muertos se debe considerar siete pasos:

1. Limpieza de maquinaria: proceder a eliminar la suciedad de los equipos con la finalidad de identificar las causas del mal funcionamiento, efectuar periódicamente un mantenimiento preventivo.
2. Prevención de fuente de contaminación: Mediante un mantenimiento adecuado detectar las fallas encontradas y proceder a eliminarlas, mediante el uso de técnicas de análisis como Pareto, Diagrama de pescado, etc.
3. Estándares de limpieza y reparación: Establecer y emplear patrones que ayuden a prevenir la contaminación y suciedad en las máquinas de manera que garantice un mantenimiento adecuado en el menor tiempo posible.
4. Capacitación para reparaciones independientes por operadores: Capacitar a los operadores de manera que actúen oportunamente cuando se detecten fallas o se encuentren en mal funcionamiento las máquinas.
5. Reparación independiente por operadores: Se responsabiliza a un operador, el cual realizará mantenimiento durante los paros programados, fallas durante la producción continua, averías dependerá del personal encargado. Se recomienda instalar sistemas de POKA YOKE con la finalidad de prevenir errores y corregir fallas.
6. Estándares para asegurar procesos: Todos los procesos realizados deben quedar validados mediante un documento, asegurándose que se mantengan las mejoras realizadas.
7. Uso de mantenimiento Autónomo: Se recomienda hacer uso de indicadores para realizar un trabajo de mantenimiento en equipo y el operador tome la responsabilidad a cargo para incrementar la efectividad del trabajo.

Productividad

Prokopenko (1989) Señala que existe una relación entre la producción que se obtiene y los recursos que son utilizados para su producción, definiéndolo como uso eficiente de los recursos materiales para el logro de un bien.

La productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (Salidas o productos) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos) (Carro & Gonzáles 2012)

Productividad implica la acción recíproca entre los factores de trabajo. La producción se relaciona con los recursos como la producción por hora de trabajo, por unidad de material o producción por sol invertido, En consecuencia, la productividad se ve perjudicado por la calidad y la disponibilidad de materiales, la capacidad de producción de la maquinaria, la mano de obra, motivación y la efectividad, el rendimiento y los costos de producción (Alamar & Guijarro 2018)

Productividad Total: “Involucra a todos los bienes producidos(salidas) entre el agregado del conjunto de entradas”.(Carro & Gonzáles, 2012, p.3)

$$Productividad\ Total = \frac{\text{Bienes y servicios producidos (Salida Total)}}{\text{Mano de Obra+Capital+Materias primas+Otros(Entrada Total)}}$$

Productividad=Eficiencia*Eficacia

Existen varios tipos para calcular la productividad, las cuales son los siguiente

Productividad Parcial: “Es la relación entre todos los bienes producidos(salida) con un solo tipo de insumo o entrada”.(Carro & González, 2012, p.3)

$$Productividad\ Parcial = \frac{\text{Salida Total}}{\text{Una Entrada}}$$

Productividad Marginal: “Nos indica cuanto aumenta el producto total cuando contratamos un trabajador más”. (Carro & Gonzáles 2012, p.4)

$$Productividad\ Marginal = \frac{\text{Aumento de Producción Total}}{\text{Aumento Trabajadores}}$$

Productividad por Horas- Hombre: “Es la cantidad de tiempo que emplea un trabajador realizando actividad dentro de la empresa, lo cual permite determinar el número de trabajadores(o el número de horas) necesarias para completar una tarea en un tiempo concreto”

$$\text{Productividad por Horas – Hombre} = \frac{\text{Producción Total}}{\text{N}^\circ \text{ Operarios} * \text{N}^\circ \text{ días} * \text{horas laboradas}}$$

Productividad por Mano de Obra: “producción alcanzada dividiendo el número de operarios por horas que realizaron la producción” (Carro y Gonzales, 2012, p.4)

$$\text{Productividad por Mano de Obra} = \frac{\text{Producción}}{\text{N}^\circ \text{ de Operarios} * \text{hora laboradas}}$$

Productividad por Maquinaria: está en función de la función y la disponibilidad de las mismas.

$$\text{Productividad de Máquinas} = \frac{\text{Producción Total}}{\text{Total de horas – Máquina}}$$

Productividad por Materia Prima: Se halla dividiendo la producción entre la cantidad de material empleado. (Carro & Gonzáles, 2012, p.5)

$$\text{Productividad por Materia Prima} = \frac{\text{Producción}}{\text{Cantidad de Material empleado}}$$

La productividad se relaciona con eficiencia y eficacia.

Eficiencia

Es la conexión que resulta de los recursos alcanzados y los recursos utilizados, cuyo propósito es optimizar la productividad del equipo, materiales y procesos, de igual forma mediante la capacitación de los trabajadores para lograr los objetivos planteados por la organización, por medio de productos defectuosos, fallas en las maquinarias y en las operaciones de procesos y deficiencias en las materias primas, (Gutiérrez 2010, p.21)

Eficacia

Involucra emplear los recursos para alcanzar los objetivos planeados, se puede ser eficiente y no originar desperdicios, además la eficacia debe buscar potenciar y desarrollar las habilidades de los empleados y generar indicadores que ayuden a realizar mejor su trabajo (Gutiérrez 2010, p.21)

La mejora de la productividad empieza implantando un sistema el cual persigue la reducción del tiempo, de los materiales y del esfuerzo innecesario en los procesos de producción y en las distintas operaciones que ejecuta en la empresa, con la finalidad de conseguir resultados óptimos de costos, calidad y satisfacción al cliente (Alamar & Guijarro 2018, p. 9)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de Investigación

La investigación fue de tipo aplicada, porque se obtuvo los datos directamente de la empresa a estudiar, el cual nos ayudó a conocer la condición actual de la empresa, así mismo se emplearon las teorías ya estudiadas en otras investigaciones para aplicarlas (Vargas 2009)

Según (Hernández et al. 2014) su enfoque fue de tipo cuantitativo y de alcance descriptivo.

Diseño de Investigación

El presente proyecto es de diseño no experimental y de corte transversal, debido a que se procedió a recabar la información en un periodo dado empleando las técnicas adecuadas para analizar los resultados y llegar a las conclusiones, Descriptiva-Explicativa (Hernández et al., 2014)

$$G \rightarrow O1 \rightarrow X \rightarrow O2$$

Dónde:

G: Muestra (Plásticos Agrícolas y Geomembrana S.A.C, 2021)

O1: Observación de las operaciones, la productividad y competitividad de la organización antes de aplicar *Lean Manufacturing*.

X: *Lean Manufacturing*.

O2: Evaluación de las operaciones, la productividad y competitividad de la organización después de *Lean Manufacturing*.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: *Lean Manufacturing*.

Definición Conceptual:

Un enfoque sistemático para reconocer y descartar desperdicios(actividad sin valor agregado) a través del perfeccionamiento continuo mediante el proceso hacia el cliente en búsqueda del desarrollo continuo.(Rajadell & Sánchez 2010)

Variable Dependiente: Productividad.

Definición Conceptual:

La productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (Salidas o productos) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos) Carro & Gonzáles 2012).

3.3 Población, Muestra y Muestreo**Población**

La población estuvo constituida por los trabajadores de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembrana S.A.C- Tacna.

Muestra

La muestra de la investigación fueron 12 colaboradores del área de producción, mantenimiento y control de calidad conformados de la siguiente manera:

Área de producción	9 trabajadores
Área de mantenimiento	2 trabajador
Área de control de calidad	1 trabajador

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**Técnicas**

Las técnicas que se aplicaron en la investigación fueron tres, las cuales sirvieron para recopilar la información y resolver los objetivos planteados en el área de producción y mantenimiento de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C. Tacna.

Tabla 1*Técnicas e instrumentos utilizados en la investigación*

Variable	Técnica	Instrumento	Fuentes
<i>Lean Manufacturing</i>	entrevista	Guía de entrevista	Supervisor de producción de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C-Tacna
	Encuesta	Cuestionario	Personal de producción, mantenimiento y control de calidad de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C.-Tacna
Productividad	Análisis documental	Hoja de registro de control de producción	Empresa Plásticos Agrícolas y geomembranas S.A.C -Tacna

3.5 Procedimientos

El trabajo de investigación se realizó en los ambientes de la empresa, objeto de estudio, en el cual se aplicaron las técnicas de entrevista, encuesta y análisis documental con la finalidad de medir cada uno de los indicadores de la operacionalización de variables y de esta manera desarrollar el proyecto de investigación de manera más precisa y clara. La encuesta se realizó a los operarios del proceso de producción, mantenimiento y control de calidad y se efectuó una entrevista al supervisor de producción, personal encargado del proceso productivo de la empresa en estudio, a quienes se les formularon preguntas para la recopilación de información relevante, el cual permitió analizar la situación en que se encuentra la empresa e identificar los problemas existentes en el área de producción, así mismo se procedió a la recopilación de data proporcionada por el área de producción con la finalidad de analizar la producción actual de la empresa y realizar la comparación de la productividad.

3.6 Método de análisis de datos

Luego de realizar un trabajo de campo en la respectiva empresa, haciendo uso de recolección de la información pertinente se procedió hacer uso de las herramientas fundamentales virtuales para el desarrollo de esta investigación como son los programas Excel y SPSS que permitió el procesamiento de los datos de los instrumentos empleados en la investigación. Así mismo se procedió a interpretar,

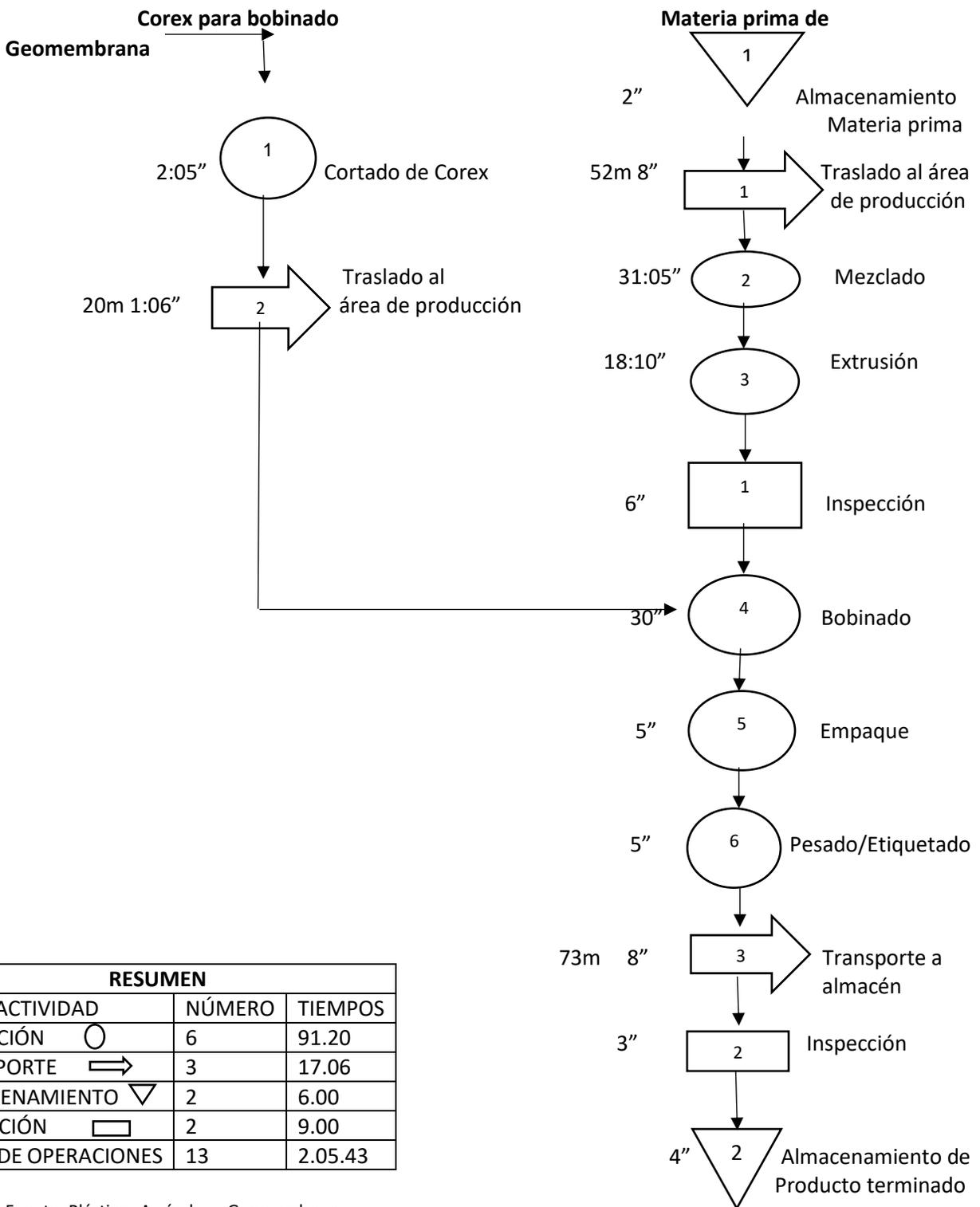
ordenar y tabular los resultados obtenidos, encuesta y análisis documental a través de gráficos estadísticos, logrando de esta manera cumplir con los objetivos planteados con el fin de mejorar la productividad de la empresa plásticos Agrícolas y geomembranas S.A.C Tacna.

3.7 Aspectos éticos

Esta investigación se desarrolló cumpliendo con los procedimientos académicos de la Universidad César Vallejo, cabe resaltar que se contó con el apoyo de Gerencia general para realizar la entrevista, encuesta al personal y acceder a la información de producción, teniendo en cuenta que la información brindada es confidencial única y exclusivamente para la realización de este proyecto, de manera que no se ponga en riesgo al personal, ni a la empresa donde se realizó esta investigación. Cumpliendo con las normas APA, las cuales son establecidas por la universidad, sin alterar la data obtenida requerida para la investigación científica, de esta manera asegurando los derechos del autor de las fuentes empleadas procediendo a aplicar las referencias y citas del estudio, utilizando los criterios de objetividad, veracidad y originalidad.

Figura 3

Diagrama de análisis de procesos (DAP) de la Geomembrana



RESUMEN		
ACTIVIDAD	NÚMERO	TIEMPOS
OPERACIÓN ○	6	91.20
TRANSPORTE ⇨	3	17.06
ALMACENAMIENTO ▽	2	6.00
INSPECCIÓN □	2	9.00
TOTAL DE OPERACIONES	13	2.05.43

Fuente: Plásticos Agrícolas y Geomembrana

IV. RESULTADOS

- 3.1. Objetivo 1: Analizar la situación actual de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C- Tacna.

4.1.1. Resultados de las encuestas Aplicadas

Tabla 2

Respuestas de las encuestas de la variable: Lean Manufacturing

Dimensión 1: VSM		
Indicador	Preguntas	Respuestas
Disponibilidad de equipo	¿En su opinión que problemas es el que se presenta con más frecuencia que estaría afectando a la producción?	Problemas en la extrusora
	¿Cómo califica la disponibilidad de la máquina extrusora?	Regular
Tiempos de parada	¿Qué tiempo se demoran en realizar las reparaciones de las fallas más frecuentes de la extrusora?	30 minutos
Dimensión 2: TPM		
Mantenimiento	¿Cada qué tiempo se realiza mantenimiento autónomo a la extrusora?	Raramente
Calidad	¿Qué puede estar afectando la calidad del producto?	Fallas en tolvas
	¿En cuanto a la geomembrana fabricada, que defectos son los más frecuentes que generan productos no conforme?	Huecos en geomembrana y variación en el espesor
Entrenamiento	¿Cada qué tiempo el personal de producción recibe capacitación en cuanto a verificación de los equipos?	6 meses a 12 meses
	¿Se tiene conocimiento de cómo resolver las fallas más frecuentes de la extrusora	Raramente
Dimensión 3: Metodología 5s		
Organización, Orden, limpieza, estandarización, disciplina	¿En el área de mantenimiento, se encuentran las herramientas y equipos con facilidad?	No
	¿Cuál cree Ud. que sea la causa del retraso en el mantenimiento, para resolver los problemas de las máquinas	Desorden en el área de trabajo
	¿Qué tan a menudo se presentan los problemas en la búsqueda de herramientas y materiales dentro de su área laboral?	Casi siempre

De la tabla anterior se pudo determinar que las causas más frecuentes en el área de producción y mantenimiento de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C - Tacna son las paradas de extrusora por fallas frecuentes, falta de capacitación al personal de producción para resolver oportunamente las fallas de máquinas que se presentan constantemente, así como el desorden en las áreas de trabajo ocasionando retrasos en las reparaciones de las máquinas lo que a su vez genera el exceso de producto no conforme y material para reproceso.

4.1.2. Resultado de la Observación Directa

Con el propósito de identificar las principales áreas críticas en el área de mantenimiento se aplicó el formato de evaluación de las 5s obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3

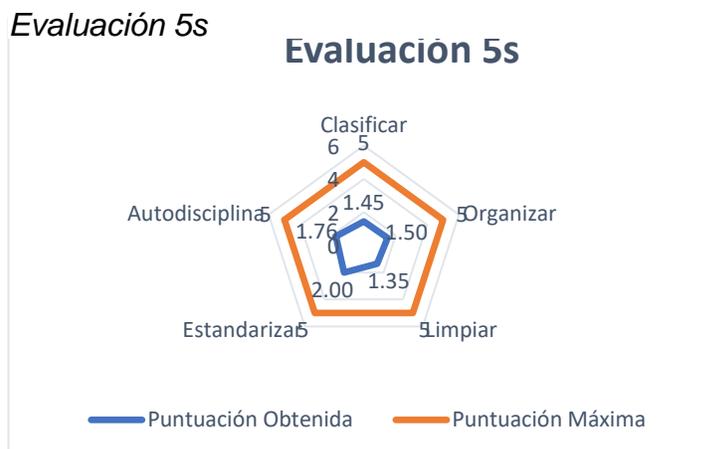
Evaluación de las 5s

Criterio a evaluar 5s	Puntuación Obtenida	Puntuación Máxima
Clasificar	1.45	5
Organizar	1.50	5
Limpiar	1.35	5
Estandarizar	2.00	5
Autodisciplina	1.76	5

Nota: Se evaluó con una escala de calificación del 1-5

Figura 4

Evaluación 5s



En la evaluación se consideraron los 5 criterios de las 5s, donde se muestra que existen problemas en cuanto a la estandarización de las herramientas y equipos en el área de mantenimiento, lo que significa que estos criterios afectan a la operatividad y por ende a la productividad de la empresa. por lo que es necesario la implementación de la metodología 5s.

ILUSTRACIÓN 1

Desorden en el taller de mantenimiento



ILUSTRACIÓN 2

Mala ubicación de materiales y repuestos



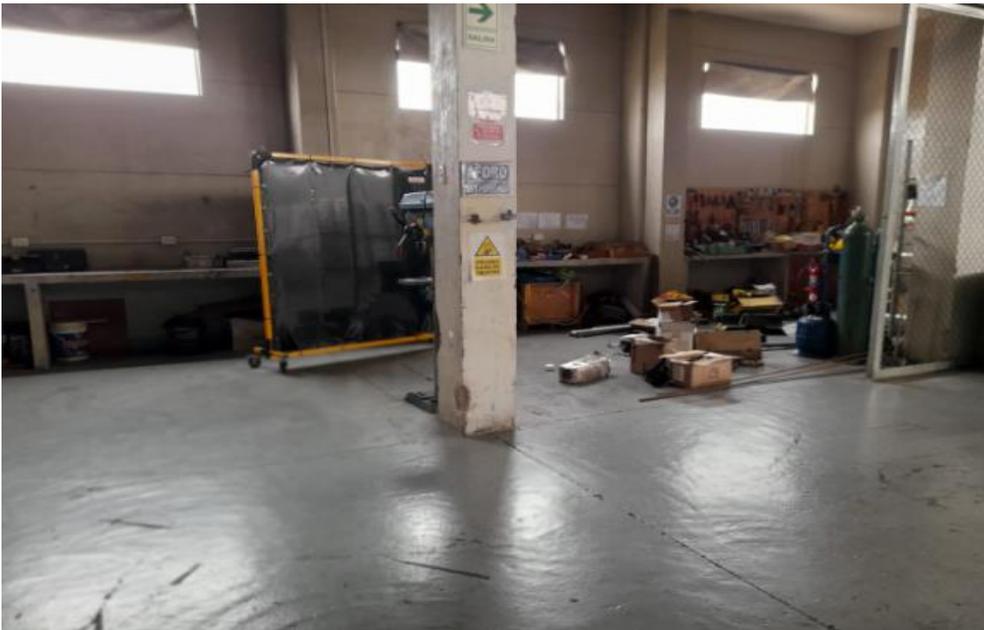
ILUSTRACIÓN 3

Herramientas y materiales desordenadas



ILUSTRACIÓN 4

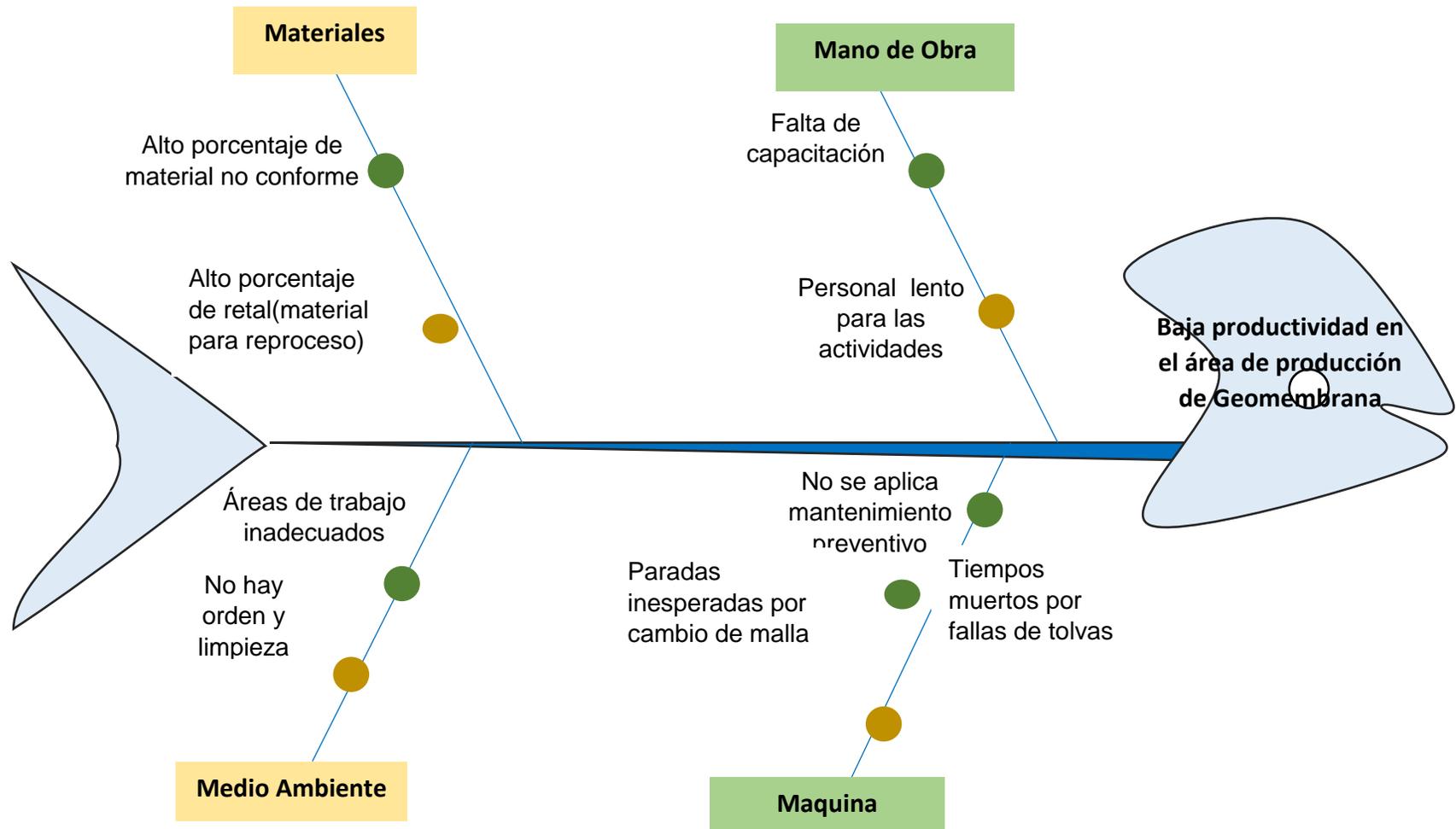
Material innecesario en los pasillos del taller de mantenimiento



4.1.3. Análisis Causa - efecto

Con la finalidad de analizar los resultados de la encuesta se procedió a aplicar el Diagrama Causa- efecto. También, conocido como diagrama Ishikawa, en que se puede observar el problema principal: Baja productividad en el área de producción de Geomembrana.

Figura 5
Análisis Causa - Efecto



Interpretación: Analizando el Diagrama Causa- efecto o Ishikawa se evidencia, que lo que está afectando la productividad son las paradas de máquinas o tiempos muertos por fallas en las tolvas, falta de capacitación al personal, alto porcentaje de retal (material no conforme), paradas inesperadas por cambio de mallas, además el desorden en las áreas de producción y mantenimiento dificultan las operaciones en el día a día.

4.1.4. Diagrama de Pareto

Con el propósito de identificar la principal causa que estaría ocasionando la baja productividad en el proceso de Geomembrana se utilizó la matriz de priorización en 4 personas encargados de área empleando la siguiente escala de calificación:

Tabla 4

Escala de calificación - Pareto

Escala de Calificación	Puntuación
Muy Alta	5
Alta	4
Regular	3
Baja	2
Muy baja	1

Nota. el valor más bajo (1) no tiene mucho impacto en la productividad y si se asigna el valor muy alto (5) la causa tiene mucho impacto en la productividad.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 5*Evaluación de personal encargados de las áreas*

Causas	Supervisor 1	Supervisor 2	Jefe de Laboratorio	Jefe de turno	Total
Mantenimiento correctivo	3	2	3	4	12
Paradas inesperadas por cambio de malla	4	4	3	5	16
Alto porcentaje de material no conforme	3	3	2	4	12
Área de trabajo inadecuado	4	3	3	4	14
Tiempos muertos en maquinaria por falla en tolvas	5	5	4	5	19
Falta de capacitación	5	4	5	4	18
No hay orden y limpieza	3	4	4	4	15
Alto porcentaje de retal (material para reproceso)	4	5	4	4	17

Nota. Personales encargados de las áreas de producción, mantenimiento y control de calidad.

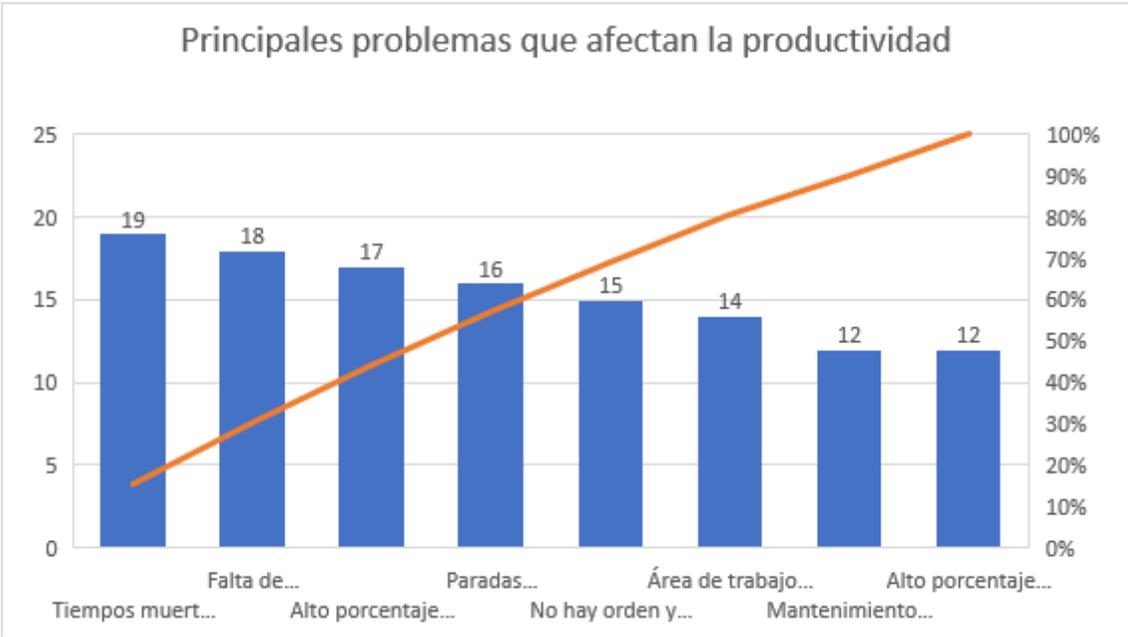
Tabla 6*Escala Porcentual de Pareto*

Causas	Supervisor 1	Supervisor 2	Jefe de Laboratorio	Jefe de turno	Total	%	% Acumulado
Tiempos muertos en maquinaria por falla en tolvas	5	5	4	5	19	15.45%	15.45%
Falta de capacitación	5	4	5	4	18	14.63%	30.08%
Alto porcentaje de retal (material para reproceso)	4	5	4	4	17	13.82%	43.91%
Paradas inesperadas por cambio de malla	4	4	3	5	16	13.01%	56.91%
No hay orden y limpieza	3	4	4	4	15	12.20%	69.11%
Área de trabajo inadecuado	4	3	3	4	14	11.38%	80.49%
Mantenimiento correctivo	3	2	3	4	12	9.76%	90.25%
Alto porcentaje de material no conforme	3	3	2	4	12	9.76%	100.00%
					123	100%	

Interpretación. Como resultado de la evaluación al personal encargado de las áreas, se determinó que los principales problemas que afectan la productividad son los tiempos muertos en maquinaria por falla en tolvas(extrusora) con 15.45%, falta de capacitación al personal de producción 14.63% y alto porcentaje de material para reproceso 13.82% además del orden y limpieza en el área de mantenimiento 12.20%

Figura 6

Grafica de Pareto



4.1.5. Resultado de la revisión documental

Se procedió a la revisión documental para determinar los tiempos, causas y estimación de pérdidas económicas ocasionados por las paradas de máquina (extrusora) debido a las fallas y finalmente los volúmenes de producción.

4.1.6. Tiempos de parada de extrusora

Para determinar los tiempos de paradas de extrusora por fallas de máquina se procedió a analizar la información desde los meses de enero a marzo del 2022, cuyos resultados se muestran a continuación en la siguiente tabla:

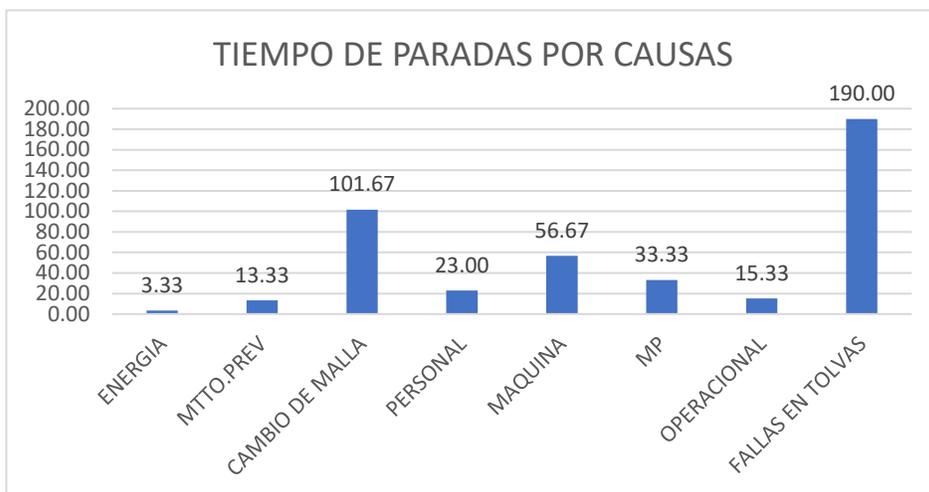
Tabla 7

Tiempos de paradas de extrusora por causas

MES	HRS. DISPON	PRODUCC GEOMEM	ENERG IA	MTTO PREV	CAMBI O DE MALLA	PERSO NAL	MAQUIN A	MP	OPERA C	FALLAS EN TOLVAS	HRS. TRAB	HRS. NO TRAB	PROD. HORA	FACT. UTILIZ ACIÓN
ENERO	744	168,651.00	4.00	10.00	120.00	4.00	50.00	20.00	8.00	300.00	228.00	516.00	739.70	0.31
FEBRERO	720	367,104.00	6.00	15.00	90.00	45.00	50.00	35.00	23.00	150.00	306.00	414.00	1199.69	0.43
MARZO	744	282,095.00	0.00	15.00	95.00	20.00	70.00	45.00	15.00	120.00	364.00	380.00	774.99	0.49
TOTAL	2208	817,850.00	10.00	40.00	305.00	69.00	170.00	100.00	46.00	570.00	898.00	1,310.00	2,714.37	
PROMEDIO	736	272,616.67	3.33	13.33	101.67	23.00	56.67	33.33	15.33	190.00	299.33	436.67	904.79	0.41

Nota. Expresado en horas

En relación a la tabla anterior, se determinó que, en promedio de las 736 horas disponibles, la planta solo trabaja en promedio 299 horas por mes, que representa el 41% del total de horas, la diferencia de horas la planta no produce por diversas causas, siendo uno de las principales causas: las fallas en tolvas, cambio de malla, personal no capacitado para solucionar las fallas y operación de la extrusora, los retal o producto no conforme y las paradas por mantenimiento preventivo. En efecto se determinó que el factor de utilización de la planta es de 41% un índice muy por debajo de lo recomendable que podría ser un 65%, evidenciando que la planta deja de producir demasiado tiempo afectando de esta manera a la productividad. Cabe resaltar que la capacidad de la planta real es de 904.79 Kg de geomembrana por hora y 272 616.67 kg de geomembrana por mes en promedio.

Figura 7*Tiempos de paradas por causas*

En la figura anterior se muestra que la causa más frecuente por parada de máquina son las fallas en tolvas con 190 horas en el primer trimestre 2022, seguido de cambio de mallas con 101.67 horas durante el primer trimestre 2022.

Figura 8*Estimación de pérdidas económicas por paradas de extrusora*

CAUSAS	HORAS PROM.MES	%	ACUMULADO	80-20	KILOS DE GEOMEMBRANA SIN PRODUCIR POR CAUSAS	ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR MES- CAUSAS
FALLAS EN TOLVAS	190.00	43.51%	43.51%	20	171910.10	1,096,786.44
CAMBIO DE MALLAS	101.67	23.28%	66.79%	20	91990.00	586,896.20
MAQUINA	56.67	12.98%	79.77%	80	51274.45	327,130.99
M.P	33.33	7.63%	87.40%	80	30156.65	192,399.43
PERSONAL	23.00	5.27%	92.67%	80	20810.17	132,768.88
OPERACIONAL	15.33	3.51%	96.18%	80	13870.43	88,493.35
MTTO. PREV	13.33	3.05%	99.24%	80	12060.85	76,948.23
ENERGÍA	3.33	0.76%	100.00%	80	3012.95	19,222.63
TOTAL	436.66	100.00%				2,520,646.14

Nota. Expresado en Soles

4.2. Objetivo 2: Determinar la productividad en el área de producción de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C- Tacna

4.2.1. Resultado de la entrevista aplicada al supervisor de producción

Tabla 8

Respuestas de la entrevista: Variable Productividad

Dimensión 1: Materiales		
Indicador	Pregunta	Respuesta
Productividad de materiales	¿Considera que el material se desperdicia en el transcurso del proceso?	Si, porque al transportar el material muchas veces se rompen los sacos por la mala manipulación
	¿Qué problemas se presentan mayormente con la materia prima y los aditivos empleados para la producción de geomembrana?	Material sucio y materiales nuevos que trabajan a diferentes temperaturas
	¿En cuanto al material no conforme, considera que es aceptable la cantidad que se genera mensualmente?	No, porque baja la producción programada, generando además costos por reproceso.
Dimensión 2: Mano de Obra		
Productividad de Mano de obra	¿Qué tiempo se demoran en solucionar las fallas de los equipos cuando se presentan los problemas más frecuentes?	Aproximadamente 30 minutos
	¿Considera que el personal de producción debe ser capacitado con frecuencia, en que aspectos?	Sí, en sus responsabilidades y capacitación continua para reparar las fallas más frecuentes de manera que tomen una acción oportuna.
Dimensión 3: Maquinaria		
Productividad de maquinaria	¿Qué aspectos Cree Ud; que se puedan mejorar para aumentar la productividad?	Capacitando al personal de producción referente a las fallas más frecuentes que se presentan en la extrusora, además se recomienda mantener un orden y limpieza en las áreas de trabajo
	¿Cuál cree Ud; que son las causas de los problemas en las máquinas?	mala manipulación, material que se quema rápido debido a la variación de las temperaturas
	¿Cómo considera el funcionamiento de la máquina extrusora?	Presenta fallas frecuentes

Interpretación: Desde la perspectiva más general se puede rescatar que el supervisor de producción manifestó que el nivel de productividad puede mejorar solucionando los principales problemas que se presentan con frecuencia, como las fallas en las tolvas que en muchos casos se debe a errores humanos, porque si el personal estaría más capacitado podrían tomar decisiones oportunas y evitar que se genere un alto porcentaje de material no conforme y material para reproceso incurriendo en costos de fabricación, considera además que si el área de mantenimiento y producción estarían en perfecto orden no se perdería demasiado tiempo para encontrar las herramientas o materiales que se necesitan para solucionar éstos problemas.

4.2.2 Resultado de la revisión documentaria

Para evaluar los índices de productividad de la empresa se procedió a revisar los informes mensuales del año 2022, obteniéndose los siguientes resultados:

La empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C, logró alcanzar un índice de producción en el primer trimestre de 817 850.00 kilos de Geomembrana, obteniendo ingresos por ventas de S/.15901203.15, utilizando 319, 688 horas -hombre a un costo de S/. 5.00 por hora y 1683 horas-máquinas a un costo de S/. 25 por hora-máquina.

Productividad de la mano de obra:

$$P (M.O) = \frac{817,850.00}{319,688} = 2.56 \frac{\text{Kilos}}{\text{hora-hombre}} \quad \text{Se obtuvo 2.56 kilos por hora trabajada.}$$

Productividad de máquinas:

$$P(\text{Máquinas}) = \frac{817,850.00}{1683} = 486 \frac{\text{Kilos}}{\text{hora-máquina}} \quad \text{Se obtuvo 486 kilos de Geomembrana.}$$

Productividad Global del trimestre 2022:

$$P (1^\circ \text{trimestre 2022}) = \frac{15901203.15}{(319,688 \times 5) + (1683 \times 25)} = S/.364.09 \text{ ingresos por ventas}$$

Finalmente, la productividad global fue de S/.364.09 de ventas que se invierte en trabajo de Mano de obra y equipos de capital.

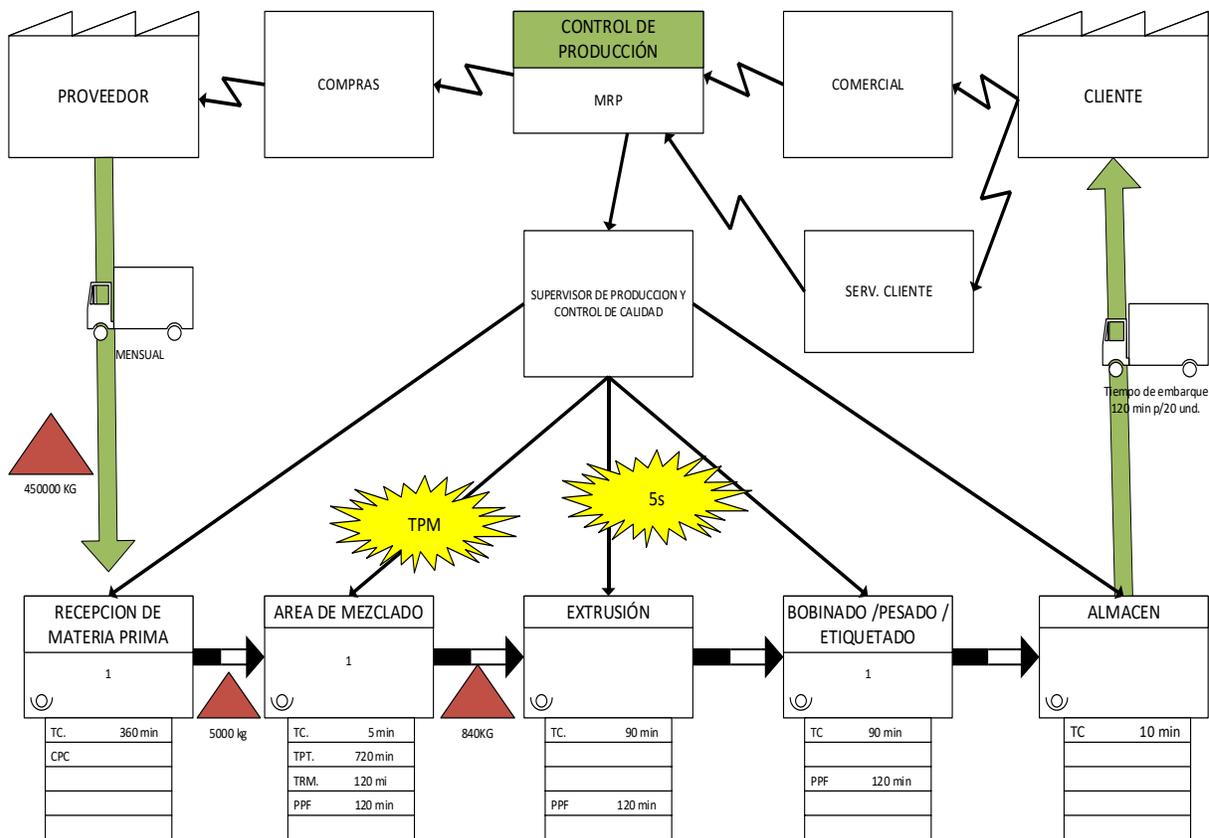
4.3 Objetivo 3: Identificar las herramientas de *Lean Manufacturing* que permitan mejorar el indicador de productividad de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas.

4.3.1. Desarrollo del Value Stream Mapping (VSM)

El *Value Stream Mapping* (VSM) es una herramienta de *Lean Manufacturing* el cual nos va a permitir diagnosticar las actividades que no agregan valor al proceso para luego proceder a proponer nuestro plan de acción.

Figura 9

Evaluación del Value Stream Mapping (VSM)



De la evaluación del VSM se precisa la existencia de problemas en las diferentes operaciones de los procesos de fabricación como son fallas en las extrusoras y constantes reprocesos de fabricación.

Mediante el análisis del VSM, se propone la aplicación de la herramienta del mantenimiento productivo total (TPM) y la aplicación de la metodología 5s, con la finalidad de reducir tiempos de paradas por fallas de extrusora.

4.4. Objetivo 4: Evaluar el beneficio Costo

Para implementar las mejoras se calculan los gastos a realizar, detallándose a continuación:

Costo total por Implementación de mantenimiento productivo total TPM durante los meses de enero a junio del 2022 es S/.4 750.00

Costo total por Implementación de la metodología 5s durante el periodo de enero a junio del 2022 es S/. 3250.00

Costo total de la mejora :S/. 8000.00

4.4.1. Beneficio estimado

Analizada la matriz de planificación donde la meta de incremento de productividad es de un 20%, lo que significa que el plan de mantenimiento productivo total (TPM) contribuirá en la reducción de tiempos de parada de máquina(extrusora) se muestra a continuación el cuadro de comparación:

4.4.2. Situación actual

Tabla 9

Situación Actual para determinar el beneficio

Promedio de horas de parada por mes	Producción Kg. Geomembrana/hora	Pérdida de producción	Utilidad por Kg. geomembrana	Pérdida en utilidad total
436.67	904.79	395,094.65	6.38	S/ 2,520,703.86

4.4.3. Situación con la propuesta mediante la implementación del TPM

Tabla 10

Situación con la propuesta de mejora mediante la implementación TPM

Promedio de horas de parada por mes	Producción Kg. Geomembrana/hora	Pérdida de producción	Utilidad por Kg. geomembrana	Pérdida en utilidad total
238.67	904.79	215,946.23	6.38	S/ 1,377,736.94

Analizando las tablas se puede observar que el tiempo promedio de horas de parada reduce en 198 horas por mes, evidenciando una mejora en la producción e incremento en las utilidades de S/.1,142,966.02 por mes.

4.4.4. Cálculo del beneficio costo (B/C)

Tabla 11

Cálculo del beneficio costo (B/C)

Beneficio estimado por mes	Tiempo para implementación	Beneficio estimado según tiempo planeado	Costo de la mejora	Beneficio/Costo
1,142,966.92	6	6,857,801.52	8,000.00	S/ 857.23

Nota. Tiempo de implementación 6 meses

Analizando el resultado obtenido el beneficio costo es de 857.23 soles, lo que significa que por cada Kg de geomembrana la empresa se beneficiará en S/. 857.23

- 4.5.** Objetivo General: Aplicar las herramientas *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad de la empresa Plásticos Agrícolas y geomembranas S.A.C -Tacna
Se procede a realizar una comparación entre los tiempos de parada antes de la propuesta y después de la propuesta de mejora.

Tabla 12

Tiempos de parada de extrusora - Primer Trimestre año 2022 antes de la propuesta

MES	HRS. DISPON	PRODUCCION GEOMEM	ENERGIA	MTTO PREV	CAMBIO DE MALLA	PERSONAL	MAQUINA	MP	OPERACION	FALLAS EN TOLVAS	HRS. TRAB	HRS. NO TRAB	PROD. HORA	FACT. UTILIZACION
ENERO	744	168,651.00	4.00	10.00	120.00	4.00	50.00	20.00	8.00	300.00	228.00	516.00	739.70	0.31
FEBRERO	720	367,104.00	6.00	15.00	90.00	45.00	50.00	35.00	23.00	150.00	306.00	414.00	1199.69	0.43
MARZO	744	282,095.00	0.00	15.00	95.00	20.00	70.00	45.00	15.00	120.00	364.00	380.00	774.99	0.49
TOTAL	2208	817,850.00	10.00	40.00	305.00	69.00	170.00	100.00	46.00	570.00	898.00	1,310.00	2,714.37	
PROMEDIO	736	272,616.67	3.33	13.33	101.67	23.00	56.67	33.33	15.33	190.00	299.33	436.67	904.79	0.41

Tabla 13

Tiempos de parada de extrusora- Después de la propuesta

MES	HRS. DISPONIB	PRODUCCION GEOMEM	ENERGIA	MTTO .PREV	CAMBIO DE MALLA	PERSONAL	MAQUINA	MP	OPERACIONAL	FALLAS EN TOLVAS	HRS. TRAB	HRS. NO TRAB	PROD. HORA	FACT. UTILIZACION
ABRIL	720	313,464.00	2.00	8.00	70.00	4.00	20.00	20.00	10.00	150.00	436.00	284.00	718.95	0.61
MAYO	744	417,877.00	1.00	10.00	60.00	20.00	15.00	10.00	8.00	100.00	520.00	224.00	803.61	0.70
JUNIO	720	569,204.00	0.00	8.00	50.00	13.00	30.00	10.00	7.00	90.00	512.00	208.00	1111.73	0.71
TOTAL	2184	1,300,545.00	3.00	26.00	180.00	37.00	65.00	40.00	25.00	340.00	1,468.00	716.00	2,634.29	
PROMEDIO	728	433,515.00	1.00	8.67	60.00	12.33	21.67	13.33	8.33	113.33	489.33	238.67	878.10	0.67

Tabla 14

Comparación entre Productividad Obtenida y Productividad Esperada

Variable II: Productividad		Desde una perspectiva más general se puede evidenciar que aplicando las herramientas Lean Manufacturing se puede mejorar la productividad. A través de la implementación del mantenimiento Productivo Total (TPM), que permite reducir los tiempos de paradas de máquinas involucrando al personal de producción y mantenimiento mediante las capacitaciones constantes y mantenimiento autónomo a la extrusora. Otra de las herramientas importantes para mejorar la productividad es la aplicación de las 5s en el área de mantenimiento, que va permitir mantener una organización, orden, limpieza, estandarización, disciplina en el área, de manera que las herramientas y materiales se puedan encontrar con facilidad y además contribuye a trabajar en un ambiente agradable para el personal.
Productividad Obtenida	Productividad Esperada	
Productividad de Mano de Obra	Productividad de Mano de Obra	
$P(M.O) = \frac{817,850.00}{319,688} = 2.56 \text{ Kg/ Hora-hombre}$	$P(M.O) = \frac{1,300,545.00}{319,668} = 4.07 \text{ Kg /Hora-hombre}$	
Productividad de máquina	Productividad de máquina	
$P(Máquinas) = \frac{817,850.00}{1683} = 486 \text{ Kg/ Hora- máquina}$	$P(Máquinas) = \frac{1,300,545.00}{1683} = 733 \text{ Kg/ Hora- máquina}$	
Productividad Global	Productividad Global	
$P(\text{Global}) = \frac{15,901,203.15}{(319,688 \times 5) + (1683 \times 25)} = S/. 364.09 \text{ Ingresos/ventas}$	$P(\text{Global}) = \frac{25,276,179.60}{(319,688 \times 5) + (1683 \times 25)} = S/. 578.75 \text{ Ingresos/ventas}$	

Nota. Expresado en Kilo

V. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos en la presente investigación, se determinó que existe un índice relativamente bajo en cuanto a la productividad, para ello se analizaron y compararon antecedentes de diferentes investigaciones y teorías aplicadas de otros autores relacionadas con las variables estudiadas, en las cuales se muestra la concordancia y en otros casos la diferencia con los resultados encontrados.

Con respecto al objetivo general, donde se evidenció que es necesario la aplicación de algunas herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción para mejorar la productividad de la empresa, en donde se determinó las causas que afectaban la productividad mediante el análisis de un diagrama de Ishikawa y el análisis de VSM, obteniendo las causas principales frecuentes, las paradas en la extrusora por fallas, falta de capacitación del personal para afrontar estos problemas, lo que a su vez genera exceso producto no conforme y material para reproceso, ocasionando la baja productividad.

En tal sentido se afirma que, si existe un impacto entre las variables en estudio, en lo sucesivo, que aplicando herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción mejora la productividad de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C-Tacna.

Cabe considerar a Vargas et al. (2018). En su artículo cuyo objetivo general fue analizar el impacto en la mejora continua y la optimización en el sistema de producción a través de la implementación de herramientas Lean Manufacturing, en la que se demuestra la eficiencia de estas herramientas, comprobándose su validez en casos de éxito donde se implementó, alcanzando la mejora continua en los procesos de producción y a su vez convirtiendo a la empresa más competitiva del mercado, lo que a su vez sirve de base en empresas que no hayan optado por su aplicación.

De acuerdo con Rojas & Gisbert (2017). La aplicación de Lean Manufacturing posee una gran importancia en la industria para mejorar la productividad y eficiencia

porque nos ayudan a tener claro cuáles pueden ser los factores de éxito y cuales nos están generando problemas, durante los estudios que se realizaron a 300 empresas norteamericanas arrojan una mejora considerable en cuanto a la calidad del producto, entregas a tiempo, reducción en los costos de producción y sobre todo a ser más competitivos en el mercado ofreciendo un producto de calidad.

Entre las investigaciones que muestran similitud con los resultados obtenidos citamos a los autores: Canahua(2021), Contreras et al.(2018), Castillo(2017) al igual que en esta investigación utilizan las herramientas de Lean Manufacturing para aumentar la productividad, las que son aplicadas en las diferentes empresas del sector privado dedicadas a la producción, coincidiendo en la aplicación de las mismas herramientas VSM, TPM y Metodología 5S, llegando a las conclusiones que el impacto es positivo, considerando que se debe estructurar y aplicar en todas las empresas dedicadas a la producción, con la finalidad de reducir las constantes fallas en las maquinarias las que a su vez se convierten en tiempos improductivos, el desorden en las áreas y la falta de capacitación al personal.

Entre las teorías que amparan los resultados obtenidos, por su parte Rueda (2007). Determina que Lean Manufacturing es una metodología orientada a eliminar los procesos que generen pérdidas, retrasos en la producción e ineficiencia dentro de los procesos de producción, procediendo a eliminar los procesos que no aportan valor, con el fin de mejorar la productividad aumentando su capacidad y hacer frente a la competencia, logrando fabricar un producto de calidad.

Referente al primer objetivo específico, En la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C- Tacna, mediante una encuesta y una entrevista realizada al personal de producción y mantenimiento se logró evidenciar, a través de un análisis de diagrama Causa-efecto, que los problemas de la baja productividad se debían a las paradas de máquinas o tiempos muertos por fallas en las tolvas, cambio de mallas, falta de capacitación al personal, alto porcentaje de retal(material no

conforme), además el desorden en las áreas de producción y mantenimiento los que dificultaban las operaciones en el día a día.

Entre las investigaciones que concuerdan con los resultados obtenidos coincidimos con Juárez(2020), Castillo(2017) estos autores dentro de su investigación analizaron el diagrama de causa- efecto y diagrama de Pareto, el cual ayudó a identificar los problemática actual de la empresa, ambos autores concluyeron que los problemas más frecuentes que se presentan en las áreas de producción, son las paradas de líneas, llevando a dejar de producir e incurrir en gastos de mantenimiento, además la falta de organización entre los colaboradores y el desorden lo que ocasiona que no cumplan a cabalidad sus funciones.

Las teorías que amparan los resultados obtenidos (Hernández & Vizán 2013) Manifiesta que el origen de Lean Manufacturing surge a raíz que las empresas japonesas buscan mejorar los métodos de trabajo y producción, siendo posible teniendo contacto directo con la situación actual y la problemática, involucrando a los colaboradores mediante la comunicación asertiva.

En cuanto al segundo objetivo específico, se recabó a la información con la finalidad de determinar la capacidad de producción y la productividad actual, así mismo analizar las causas de las fallas de las máquinas y los tiempos de paradas. Mediante los resultados obtenidos se determinó la productividad global con respecto al primer trimestre del 2022 es S/.364.09 originando la baja productividad por la acumulación de productos no conformes o material para reproceso en promedio deja de percibir S/. 2,520,646.14 trimestrales por la obtención de retal (material para reproceso)

Dentro de las investigaciones que concuerdan con los resultados obtenidos con Rojas y Gisbert (2017), Unes (2017). Ambos autores demuestran que, analizando las fallas durante la producción continua y la confiabilidad de los equipos, las empresas serán más competitivas a un bajo costo, infiriendo de esta manera en reducir los

tiempos muertos que está afectando la producción y poner en marcha la mejora en la productividad.

La teoría que respaldan los resultados obtenidos, citamos a (Alamar & Guijarro 2018). La producción se ve perjudicada por la calidad y disponibilidad de materiales, capacidad de producción de las maquinarias, mano de obra, motivación, rendimiento, efectividad y los costos de producción.

Respecto al tercer objetivo específico, mediante la evaluación del *Value Stream Mapping* (VSM) se procedió a identificar las herramientas de Lean Manufacturing a emplear para mejorar la productividad, permitiendo diagnosticar las actividades que no agregan valor al proceso, precisándose la existencia de problemas, como son las fallas en las extrusoras y constantes reprocesos de fabricación.

Mediante el análisis del VSM, se propone la aplicación de la herramienta del mantenimiento productivo total (TPM) y la aplicación de la metodología 5s.

La teoría que respaldan los resultados obtenidos de acuerdo con (Hernández & Vizán 2013). Lean Manufacturing es la adaptación sistemática y periódica de técnicas que buscan la mejora continua, la cual se va adaptar en los procesos productivos enfocándose en identificar y eliminar tiempos muertos que se perciben en la producción y no agregan valor al cliente.

Entre las investigaciones que concuerdan con los resultados obtenidos citamos a (Juárez 2020), Huamán (2021), Pantaleón (2010) y Contreras (2017) en sus investigaciones demuestran que aplicando las mismas herramientas permiten mejorar la productividad encaminados en la mejora continua.

En cuanto al cuarto objetivo específico, se realiza un cuadro comparativo de la situación actual y la situación con la propuesta de mejora. Analizando las tablas se puede observar que el tiempo promedio de horas de parada reduce en 198 horas por mes, evidenciando una mejora en la producción e incremento en las utilidades de S/.1,142,966.02 por mes. obtenido el beneficio costo es de 857.23 soles, lo que significa que por cada Kg de geomembrana la empresa se beneficiará en S/. 857.23

VI. CONCLUSIONES

1. Realizando un diagnóstico de la Situación de la empresa Plásticos Agrícolas y geomembranas S.A.C. Tacna, aplicando herramientas como Diagrama Causa-efecto, diagrama de Pareto se logró identificar que los principales problemas se debe a las paradas de extrusora lo que origina que de las 736 horas disponibles trimestrales, la planta sólo trabaja en promedio 299 horas por trimestre, que representa el 41% del total de horas, 437 horas la planta no produce por paradas de máquina por fallas en la extrusora, además se estima pérdidas económicas trimestrales de S/.2,520,646.14 que la empresa está dejando de ganar por paradas de máquina, cabe resaltar que al personal de producción no se le capacita con respecto al plan de mantenimiento.
2. Mediante los resultados obtenidos se determinó la productividad global con respecto al primer trimestre del 2022 es S/.364.09 originando pérdidas en las utilidades por la acumulación de productos no conformes o material para reproceso en promedio deja de percibir S/. 2,520,646.14 trimestrales por la obtención de retal (material para reproceso) Siendo uno de los componentes más importantes por lo que se realiza la presente investigación centrándose en minimizar las pérdidas en las utilidades lo que a su vez afecta a la productividad de la empresa.
3. Teniendo en cuenta la problemática, con la ayuda del análisis *VSM* se identificó las oportunidades de mejora y se procedió a identificar las herramientas de ingeniería como: un Plan de mantenimiento Total (TPM) y 5s los cuales nos va a permitir, reducir los tiempos de paradas de máquina, la acumulación de retal (material para reproceso) y la producción de productos no conformes mejorando la productividad de la empresa.
4. Analizando el beneficio Costo y haciendo una comparación entre la situación actual y la situación con la propuesta logrando reducir las horas de parada de 198 horas por mes, lo que permitiría aumentar la producción y disminuir las pérdidas en las utilidades, obteniéndose un beneficio de S/. 857.23, lo que significaría que por cada kilo producido la empresa se beneficiará con 857.23 soles.

VII. RECOMENDACIONES

A gerencia sucursal Tacna de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C; en coordinación con gerencia general, analizar la propuesta planteada y aplique las herramientas de Lean Manufacturing, lo cual va a permitir reducir los tiempos de parada de extrusora y por ende mejorar la productividad.

Planificar el mantenimiento preventivo en las máquinas y equipos y de esta manera evitar paradas innecesarias en el proceso de producción, evitando además que se genere producto no conforme y material para reproceso lo que genera gastos adicionales. De este modo permitirá aumentar la productividad.

Programar capacitaciones para que el personal de producción tenga conocimiento de la importancia del plan de mantenimiento preventivo, involucrándolos en la mejora continua y puedan tomar decisiones oportunas al momento que se suscitan las paradas por fallas de máquinas.

Fomentar e incentivar a los trabajadores de las áreas de producción y mantenimiento respectivamente a continuar con la implementación de las 5s, responsabilizándolos a realizar un seguimiento a las mejoras obtenidas, para que los resultados perduren.

REFERENCIAS

ABRIL CAMACHO, Iván. "Plan de negocios para la creación de una empresa proveedora de servicios de inteligencia de negocios dirigida a las pequeñas y medianas empresas PYMES". Tesis (Ingeniería Comercial) Repositorio ULVR Guayaquil, 2019.

ALAMAR, J. y GUIJARRO, R. Como mejorar la productividad de tu empresa 1° Edición 2018 Sorni, 20,7. 46004 Valencia. [Fecha de consulta: 20 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.resultae.com/wp-content/uploads/2018/04/resultae-ebook-capitulo-2.pdf>.

ARIAS, José. Proyecto de tesis guía para la elaboración. [en línea]. Perú: Editorial Biblioteca Nacional del Perú, 2020. [Fecha de consulta: 20 de noviembre del 2021]. Disponible en: http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales_ProyectoDeTesis_libro.pdf ISBN: 978-612-00-5416-1

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. [en línea]. 3ª ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. [fecha de consulta: 20 de noviembre del 2021]. Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_d_e_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf ISBN: 978-607-744-748-1

CANAHUA APAZA, Nohemí. "Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica". tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, facultad de Ingeniería Industrial, Unidad de Postgrado. Repositorio Institucional Sibertesis UNMSM, 2021.

CARPIO, Christian. Plan de mejora en el área de producción de la empresa COMOLSA S.A.C. para incrementar la productividad, usando herramientas de Lean Manufacturing - Lambayeque 2015. Tesis (Ingeniero Industrial). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, 2016.

CARRO, R. y GONZÁLES, D. "Administración de la Operaciones - Productividad y competitividad", Argentina: Universidad Nacional Mar de Plata, 2012. 1-8 pp. ISBN: 978-987-1871-22-3.

CASTILLO LAZO, José. "Optimización de la producción de sacos utilizando lean manufacturing para incrementar la productividad en la empresa atlántica S.R.L.". Tesis de pre grado, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. Lambayeque, 2017.

CASTILLO, Josseth y La Torre, Jesús. Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad del Área de producción en la empresa Nicoll S.A. Lurín, 2020. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66006>

CASTILLO, Martin. Aplicación de herramientas de lean manufacturing para mejorar la productividad de la empresa Imprenta Castillo S.A, Lima 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22802>

CONTRETRAS VÁSQUEZ, P., RUÍZ GÓMEZ, P. y PESANTES GUTIERREZ, E. Artículo "Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Inversiones Generales del Mar". INGnosis ;3(2);323-337. 2017.

DHRUV, Shah y PRITESH, Patel. Productivity Improvement by Implementing Lean Manufacturing Tools In Manufacturing Industry. Revista IRJET [en línea]. Marzo 2018, vol.05. [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/36842462/Productivity_Improvement_by_Implementing_Lean_Manufacturing_Tools_In_Manufacturing_Industry ISSN: 2395-0056

ESCAIDA, I., JARA, P. y LETZKUS, M. Mejora de proceso productivo mediante Lean Manufacturing- Artículo repositorio utem.cl, 2016.

ESCUADERO SANTIAGO, Bruce. "Mejora del proceso armado de pizzas aplicando herramientas de lean manufacturing." Tesis (Grado Ingeniero Industrial) Universidad de Lima 2019.

FAVELA HERRERA, Marie, et al. "Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto." Revista Lasallista Investig. México, 2019 vol.16, n.1, pp.115-133. ISSN 1794-4449.

GARCÍA, Mónica y AMADOR, Antonio. Cómo aplicar "Value Stream Mapping" (VSM). Revista 3C Tecnología [en línea]. Junio-Septiembre 2019, vol.8, n. °2. [Fecha de consulta: 30 de noviembre del 2021]. Disponible en: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/06/3C-TECNO-ED.-30_VOL.-8_N%C2%BA-2_art-4-1.pdf
ISSN: 2254-4143

González CORREA, Francisco. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas. Revista Panorama Administrativo, 1(2), 85-112. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/46531895ManufacturaEsbeltaLeanManufacturingPrincipalesHerramientas>.

GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. Calidad Total y Productividad [en línea]. México: Mc Graw Hill Educación, 2010. Capítulo 1. Calidad, productividad y competitividad. Disponible en: <http://www.xlibros.com> ISBN: 978-607-15-0315-2.

HERNÁNDEZ, J. y VIZÁN, A. Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Fundación EOI (Escuela de Organización Industrial), 2013. 35 pp ISBN: 978-84-15061-40-3

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. Metodología de la Investigación, 2014. Sexta. México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0. 160 - 250 pp.

HUAMÁN GARCÍA, Aldo. "Implementación de la metodología 5S para incrementar la productividad en el área de producción en una planta siderúrgica". Tesis (Grado de Ingeniería Industrial) Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM, 2021.

JIMÉNEZ, Genett et al. Improvement of Productivity and Quality in the Value Chain through Lean Manufacturing – a case study. Revista ScienceDirect [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 20 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919311734>

JUAREZ ORDINOLA, Anthony. "Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad y competitividad en la Empresa de Agua de Mesa 'Las Magnolias'-

Las Lomas- Piura". Tesis (Grado de Ingeniería Industrial) Universidad Nacional De Piura, 2020.

LEVIN, R y RUBIN, D Séptima Edición, Estadística para administración y economía, ISBN: 970-26-0497-4. México, 2004.

MALCA, Joel. Aplicación del Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en la línea de producción de pinturas temple en la empresa pinturas QUINCEN E.I.R.L., Lima, 2017-II. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12490>

MAYUR, Mahajan et al. Implentation of Lean techniques for Sustainable workflow process in Indian motor manufacturing unit. Revista ScienceDirect [en línea]. Junio 2019, vol.35. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919308030>.

MIRANDA, Jorge y TOIRAC, Luis. Indicadores de Productividad para la industria dominicana. Revista Redalyc [en línea]. Abril-Junio 2010, vol.35, n. °2. [Fecha de consulta: 29 diciembre del 2021]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87014563005>

PALANISWAMY, Ramasubramanian. Productivity Improvement by Reducing Waiting Time and Over-production Using Lean Manufacturing Technique. Revista Ebsco [en línea]. 2021, vol.12. [Fecha de consulta: 23 noviembre del 2021]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=teh&AN=149828210&lang=en&site=eds-live>. ISSN: 1533-0915

PANTALEÓN PANDURO, Víctor. "Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en una empresa de calzado, Lima, 2020". Tesis (Grado de Ingeniería Industrial) Universidad Norbert Wiener, 2020.

PROKOPENKO, Joseph. Gestión De La Productividad, Primera Edición 1989. (ISBN 92-2-105901-1), Ginebra, 1989.

RADAJELL, M. y SÁNCHEZ, J. Lean Manufacturing - La Evidencia de una Necesidad. Madrid: Días de Santos, 2010. 2-8 pp. ISBN: 978-84-7978-967-1.

REHMAN, Ateekh et al. Lean Approach to Enhance Manufacturing Productivity: A Case of Saudi Arabian Factory. Revista Ebsco [en línea]. Diciembre 2019, vol.45. [Fecha de

consulta: 12 de abril del 2021]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=141826666&lang=es&site=eds-live>. ISSN: 2193-567X

RIVAS RUJEL, Fredy. “Aplicación del estudio de métodos para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Inginor E.I.R.L. – Piura”. Tesis (Grado de Ingeniería Industrial) Universidad César Vallejo, 2020.

ROJAS, A y GISBERT, V. Artículo herramientas para mejorar la productividad en las empresas 3C Empresa (Edición Especial) 116-124 Área de Innovación y Desarrollo, S.L. 2017.

RUEDA BLANCO, Lizbeth. (2007). “Aplicación de la metodología seis sigmas y lean manufacturing para la reducción de costos, en la producción de jeringas hipodérmicas desechables”. (Tesis Licenciatura). Instituto Politécnico Nacional. México.

SOCCONINI, Luis. Lean Manufacturing Paso a Paso. [en línea]. España: Marge Books, 2019. [fecha de consulta: 23 de noviembre del 2021]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&ots=DlzNtTDn7M&sig=KyeZV4eJU0nbcivUVpqHJym20&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true. ISBN: 978-84-17903-04-6

TAPIA, Jessica et al. A Framework For The Implementation of Lean Manufacturing in the Industry. Revista Scielo [en línea]. Diciembre 2017, vol.19. [Fecha de consulta: 23 de noviembre del 2021]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-24492017000300171&script=sci_arttext.

UNMESH VISHWAS, Tamhankar. “PRODUCTIVITY IMPROVEMENT AND COST OPTIMIZATION OF SMALL AND MEDIUM SCALE ENTERPRISES”. Tesis (Maestría ingeniería Industrial) The University of Texas at Airlington, 2017.

VARGAS CORDERO, Zoila La investigación aplicada. Una forma de conocer las realidades con evidencia científica Vol.33,1,2009, pp.155-165 Universidad Costa Rica.

VARGAS J., JIMÉNEZ, M. y MURATALLA, G. Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? Vol., V, N° 17 ISSN: 1856-8327, 2016.

VARGAS, J., JIMÉNEZ, M. y MURATALLA, G. Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing. Ciencias Administrativas N°11, 2018.

VÁSQUEZ NEYRA, Josué. “Aplicación de Lean Manufacturing para elevar la Productividad en el área de envasado de la Empresa Prodesem”, Tesis (Grado de Ingeniero Industrial) Universidad César Vallejo, Lima, 2021.

VILLASEÑOR, A. y GALINDO, E. Manual de Lean Manufacturing. Guía básica- México; Lisuma, 2009. ISBN- 13: 978-968-18-6975-5.

WOMACK, J. y JONES, D. (2005). Lean solutions. London: Simón y Schuster. Publisher: Simón & Schuster UK (June 4, 2007) Length: 368 p. ISBN13: 9780743276030.

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Tabla 15

Matriz de Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Independiente LEAN MANUFACTURING	Un enfoque sistemático para identificar y eliminar desperdicios (actividades sin valor agregado) a través del mejoramiento continuo mediante el proceso hacia el cliente en búsqueda de la perfección. (Rajadell & Sánchez 2010).	Cumplimiento de estándares, conjunto de herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> , plan para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa "Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C"	Análisis de la cadena de valor (VSM)	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad de equipo - Tiempo de paradas 	Nominal
			TPM (Mantenimiento productivo Total)	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento - Calidad - Entrenamiento 	
			Metodología 5s	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificar repuestos y materiales - Limpieza en área de mantenimiento - Estandarización de materiales - Orden en el área de mantenimiento - Optimización de espacios 	
Dependiente PRODUCTIVIDAD	La productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (Salidas o productos) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos) Carro & Gonzáles 2012)	Indicador que permite conocer el uso de todos los recursos en la empresa "Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C"	Materiales	$= \frac{\text{Producción}}{\text{Cantidad de Material empleado}}$	Razón
			Mano de Obra	$= \frac{\text{Producción}}{\text{N}^\circ \text{ de Operarios} * \text{ hora laboradas}}$	
			Maquinaria	$= \frac{\text{Producción Total}}{\text{Total de horas} - \text{Máquina}}$	

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

Cuestionario

La presente encuesta tiene como objetivo “Analizar la situación actual en el área de producción de la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C – Tacna 2022”. Para ello, se ha elaborado un cuestionario, el cual está dirigido a los operarios del área de producción, mantenimiento y control de calidad, la información brindada quedará en estricta reserva y será utilizada para la culminación de la investigación.

Instrucciones:

- Lea detenidamente cada una de las preguntas y marque con un aspa la alternativa que Ud. crea que se acerque a la realidad.
1. ¿En su opinión, qué problemas es el que se presenta con más frecuencia que estaría afectando a la producción?
 - () Paradas de máquinas.
 - () Problemas del bobinador.
 - () Problemas en la extrusora.
 - () Limpieza de molde.
 2. ¿ Cómo califica la disponibilidad de la máquina extrusora?
 - () Buena.
 - () Regular.
 - () Mala.
 - () Muy mala.
 3. ¿Qué tiempo se demoran en realizar las reparaciones de las fallas más frecuentes?
 - () 20 minutos.
 - () 30 minutos .
 - () 60 minutos.
 - () 120 minutos.

4. ¿Cada qué tiempo se realiza mantenimiento autónomo a la extrusora?
- () Siempre.
 - () Casi siempre.
 - () Algunas veces.
 - () Raramente.
 - () Nunca.
5. ¿ Qué puede estar afectando a la calidad del producto?
- () Mezclas inapropiadas.
 - () Fallas en tolvas.
 - () Materia prima en mal estado.
 - () Temperaturas elevadas.
6. ¿En cuánto a la geomembrana fabricada, que defectos son los más frecuentes que generan productos no conforme?
- () Variación en el ancho de la geomembrana (rollos cortos).
 - () Huecos en la geomembrana.
 - () Geomembranas marcadas con líneas.
 - () Variación de espesor.
7. ¿Cada qué tiempo el personal de producción recibe capacitaciones en cuanto a la verificación de los equipos?
- () Cada mes.
 - () 1-6 meses.
 - () 6-12 meses.
 - () Nunca.
8. ¿Se tiene conocimiento de cómo resolver las fallas más frecuentes de la extrusora?
- () Siempre.
 - () Casi siempre.
 - () Algunas veces.
 - () Raramente.
 - () Nunca.

9. ¿En el área de mantenimiento, se encuentran las herramientas y equipos con facilidad?

() Sí.

() No.

10. ¿Cuál cree Ud; ¿que sea la causa del retraso en el mantenimiento, para resolver los problemas de las máquinas?

() Falta de capacitación al personal.

() Falta de mantenimiento de maquinarias.

() Desorden en el área de trabajo.

() Descoordinación entre áreas.

() Personal desmotivado.

11. ¿Qué tan a menudo se presentan los problemas en la búsqueda de herramientas y materiales dentro de su área laboral?

() Siempre.

() Casi siempre.

() Algunas veces.

() Raramente.

() Nunca.

12. ¿Qué problemática se ha presentado en cuanto al abastecimiento de repuestos u otros materiales?

() Falta de repuestos en stock.

() No se presenta problemas.

() Son fácilmente de adquirir.

Guía de entrevista aplicada al supervisor de Producción

La presente entrevista tiene como objetivo identificar las principales debilidades en el proceso de fabricación de Geomembranas con la finalidad de proponer herramientas de la ingeniería industrial y lograr mejorar la productividad de la empresa.

Contestar las siguientes preguntas.

1. ¿Considera que el material se desperdicia en el transcurso del proceso?

Si, porque al transportar el material muchas veces se rompen los sacos por la mala manipulación.

2. ¿Qué problemas se presentan mayormente con la materia prima y los aditivos empleados para la producción de geomembrana?

Material sucio y materiales nuevos que trabajan a diferentes temperaturas.

3 ¿En cuanto al material no conforme, considera que es aceptable la cantidad que se genera mensualmente?

No, porque baja la producción programada generando además costo por reproceso.

4. ¿Qué tiempo se demoran en solucionar las fallas de los equipos cuando se presentan los problemas más frecuentes?

Aproximadamente 30 minutos.

5 ¿Considera que el personal de producción debe ser capacitado con frecuencia, en que aspectos?

Sí, en sus responsabilidades y capacitación continua para reparar las fallas más frecuentes de manera que tomen una acción oportuna.

6 ¿Qué aspectos Cree Ud; que se puedan mejorar para aumentar la productividad?

Capacitando al personal de producción referente a las fallas más frecuentes que se presentan a la extrusora, además se recomienda mantener un orden y limpieza en las áreas de trabajo.

7 ¿Cuál cree Ud; que son las causas de los problemas en las máquinas?

Mala manipulación, material que se quema rápido debido a la variación de las temperaturas.

8 ¿Cómo considera el funcionamiento de la máquina extrusora?

Presenta fallas frecuentes

CARTA DE PRESENTACIÓN PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Piura, 22 de mayo del 2022.

Señor: Mg. Gerardo Sosa Panta.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de PFA de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, de la sede Piura, promoción 2022 requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaré el título de ingeniero industrial.

El título de mi proyecto de investigación es: "Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C. Tacna, 2021" y considerando su connotada experiencia en temas de Ingeniería Industrial y/o investigación tecnológica, le solicito evaluar y validar los instrumentos de recolección de datos.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad de expresar mi consideración y estima personal.

Atentamente.



Jesús Josué Seminario López
DNI 40567998

CARTA DE PRESENTACIÓN PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Piura, 22 de mayo del 2022.

Señor: Mg. Oliver Fabián Cupén Castañeda.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de PFA de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, de la sede Piura, promoción 2022 requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaré el título de ingeniero industrial.

El título de mi proyecto de investigación es: "Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C. Tacna, 2021" y considerando su connotada experiencia en temas de Ingeniería Industrial y/o investigación tecnológica, le solicito evaluar y validar los instrumentos de recolección de datos.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad de expresar mi consideración y estima personal.

Atentamente.



Jesús Josué Seminario López
DNI 40567998

CARTA DE PRESENTACIÓN PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Piura, 22 de mayo del 2022.

Señor: Mg. Zapata Palacios Néstor Javier.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de PFA de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, de la sede Piura, promoción 2022 requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaré el título de ingeniero industrial.

El título de mi proyecto de investigación es: "Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Plásticos Agrícolas y Geomembranas S.A.C. Tacna, 2021" y considerando su connotada experiencia en temas de Ingeniería Industrial y/o investigación tecnológica, le solicito evaluar y validar los instrumentos de recolección de datos.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad de expresar mi consideración y estima personal.

Atentamente.



Jesús Josué Seminario López

DNI 40567998

Ficha de Validación de contenido del Instrumento
Cuestionario: Lean Manufacturing

a) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la variable independiente y dependiente

N°	Variable / Dimensión	Coherencia 1		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Manufacturing							
	Dimensión 1 Análisis de Cadena de valor (VSM) - Disponibilidad de equipo - Tiempos de parada.	X		X		X		
	Dimensión 2 TPM (Mantenimiento Productivo Total) -Mantenimiento. -Calidad. -Entrenamiento.	X		X		X		
	Dimensión 3 Metodología 5s -Limpieza del área de mantenimiento -Estandarización de materiales. -Orden en área de mantenimiento. -Optimización de los espacios - Disciplina.	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad							
	Dimensión 1: Materiales Productividad por Materia Prima Producción <hr/> Cantidad de Material empleado	X		X		X		
	Dimensión 2: Mano de Obra Productividad por Mano de Obra Producción N° de Operarios * horas laboradas	X		X		X		
	Dimensión 3: Maquinaria Productividad de Maquinas <hr/> Productividad Total h h - á	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x]

Aplicable después de corregir [x] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Sosa Panta Gerardo.

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

1 coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
2Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
3Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



Mg. Gerardo Sosa Panta
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP. 67114

Firma del Experto

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x]

Aplicable después de corregir [x] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Zapata Palacios Néstor Javier.

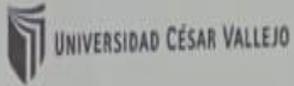
Especialidad del validador: Ingeniero Industrial



Firma del Experto

1 coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
2Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
3Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Observaciones (precisar si hay suficiencia): -----Si hay suficiencia "X"

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x]

Aplicable después de corregir [X] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Cupén Castañeda Oliver Fabián.

Especialidad del validador:

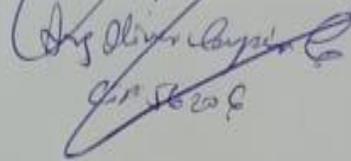
¹ **Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

² **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

³ **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.



Cupén Castañeda Oliver Fabián
2020

IV. PROPUESTA DE MEJORA

4.1. Desarrollo del plan

8.1.1. Paso 1: Propuesta de Implementación de mantenimiento productivo total MPT

La propuesta en cuanto al mantenimiento de las máquinas fue la implementación del TPM, donde el personal de mantenimiento se involucró en la mejora poniendo mayor énfasis en la extrusora que es en donde se genera el mayor problema, para ello se tendrá en cuenta las siguientes etapas propuestas. (González 2007)

Tabla 16

Etapas de Implementación del TPM

ETAPA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE DE LA GESTIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRESUPUESTO
Etapa Inicial	Compromiso de la alta Gerencia	Seminario López, Jesús Josué							50.00
	Campaña de difusión	Seminario López, Jesús Josué							500.00
	Definición de comité, nombramiento de responsables y formación de grupos	Seminario López, Jesús Josué							60.00
	Políticas básicas y metas	Seminario López, Jesús Josué							40.00
	Plan piloto	Seminario López, Jesús Josué							2,000.00
Etapa de Implementación	Inicio de implementación	Seminario López, Jesús Josué							100.00
	Kobetsu-Kaisen	Seminario López, Jesús Josué							50.00
	Mantenimiento autónomo	Seminario López, Jesús Josué							800.00
	Eficacia de equipos	Seminario López, Jesús Josué							50.00
	Establecimiento de sistema eficiencia Global	Seminario López, Jesús Josué							300.00
	Establecimiento de sistema seguridad, higiene y ambiente agradable	Seminario López, Jesús Josué							500.00
Etapa consolidación	Aplicación plena del TPM	Seminario López, Jesús Josué						300.00	
Total									4,750.00

Etapa Inicial:

Paso 1: Compromiso del Gerente General.

Esta etapa consiste en comprometer a la Gerente de la empresa a participar como ejecutor principal en la implementación de la herramienta TPM, cuyo propósito es contribuir en la mejora continua de la empresa, por lo que es de suma importancia su

compromiso para la implementación de la herramienta de Lean Manufacturing e incentivar a la concientización y participación activa del personal.

Acta de compromiso de la Gerencia de la empresa Plásticos Agrícolas y geomembranas S.A.C.

La Gerente general de la empresa Plásticos agrícolas y geomembranas S.A.C. López Ramírez, Gloria Esperanza, manifiesta su compromiso y respaldo para implementar el Mantenimiento Productivo Total, con la finalidad de enfocarse en la mejora continua en el área productiva y por consiguiente en al área de mantenimiento lo que además se reflejará en el aumento de las utilidades y mejoramiento de la optimización para ello se cumple con los siguientes objetivos:

- Coordinar el trabajo en equipo
- Acatar los informes de auditoría
- Comprobar el buen desempeño en el área de producción
- Verificar el nivel de eficacia de los equipos
- Precisar un buen plan de mantenimiento

Gerencia General involucró al personal a formar parte de las diferentes comisiones y capacitaciones para la implementación de la TPM, herramienta utilizada a nivel nacional e internacional.

Enero del 2022.

.....
Gerencia General

Paso 2. Campaña de difusión del método:

Mediante este paso, se logra concientizar al personal sobre la importancia de la implementación del TPM en la empresa, para alcanzar este objetivo se realizaron campañas de difusión a través de charlas informativas sobre la propuesta de implementación del TPM, su importancia y participación de los trabajadores.

Tema: Plan de Mantenimiento preventivo

Dirigido a: Personal de mantenimiento.

Ilustración 5

Campaña de difusión dirigido a personal de mantenimiento



PASO 3. Formación de los representantes de los grupos de trabajo.

Fue necesario la formación de comités liderados por los encargados de áreas, con la finalidad de garantizar, fortalecer y organizar la aplicación del TPM.

Tabla 17

Comité formado para la Implementación de TPM

Comité de Planta	Nombre y Apellidos
Supervisor de producción	Wuilliam Segobía Zambrano
Extrusor turno día	Lander José Crisanto Salcedo
Extrusor turno noche	Wilmington Erasmo Rodríguez Mariño
Control de calidad	Erick Dante Ibáñez Limache
Responsable de mantenimiento	Carlos Alberto Chávez Ramos

PASO 4. Políticas básicas y metas:

Esta etapa consiste en establecer objetivos y metas que nos va a permitir aumentar los rendimientos, disponibilidad de la máquina y productividad.

El comité de planta se encargó de elaborar sus objetivos y metas trazadas, los cuales fueron los siguientes:

Tabla 18

Políticas y metas para mejorar la Productividad mediante aplicación del TPM

Objetivo General Aumentar la productividad de la planta mediante la aplicación del TPM durante el periodo 2022									
Meta	20%	Indicador (Productividad 2022)							
Comité	Objetivo Específico	Meta	Indicador	Estrategia	Actividad	Recurso	Presupuesto	Responsable	Plazo
Planta	Reducir los tiempos de parada de extrusora por fallas de máquinas	20%	Tiempo de parada después de la mejora-tiempo actual) / tiempo actual	Identificar las fallas de la máquina	Implementación del plan de mantenimiento preventivo	Mecánico, ayudante, herramientas, suministros	2500	Miembros del comité	1 mes

Paso 5. Plan Piloto:

Cronograma de la Implementación del TPM

Se elaboró un cronograma de la implementación del TPM para la máquina con más fallas, el que sirvió de piloto para la implementación, en este caso se tomó la extrusora como máquina piloto, reduciendo las fallas al término de la implementación del TPM

Tabla 19

Cronograma de Implementación del TPM

Actividad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Etapa Inicial						
Comunicación al comité de planta						
Comunicar a los involucrados en el proceso de Extrusora						
Seleccionar al equipo de trabajo						
Establecer objetivos y metas						
MTP a extrusora						
Etapa de Implementación						
Aplicación de herramientas del PHVA						
Registro y análisis de fallas.						
Pasos del mantenimiento autónomo						
Monitoreo, ficha técnica						
Aplicación plena del TPM						

4.2. Desarrollo del plan piloto según el cronograma de implementación:

Etapa Inicial

Paso 1: Comunicación

Se procedió a comunicar al comité de planta sobre la implementación del MTP piloto en la máquina extrusora.

Paso 2: Formación de equipo

Se conformó de la siguiente manera:

- Supervisor de planta
- Supervisor de mantenimiento
- Extrusor turno día
- auxiliar de mantenimiento
- Responsable del TPM

Paso 3. Establecimiento de objetivos y metas

Objetivo: Reducir tiempos de parada de la extrusora

Meta: 20%

Indicador: (Tiempo de parada después de la mejora - tiempo de parada antes de mejora) / tiempo de parada antes de mejora.

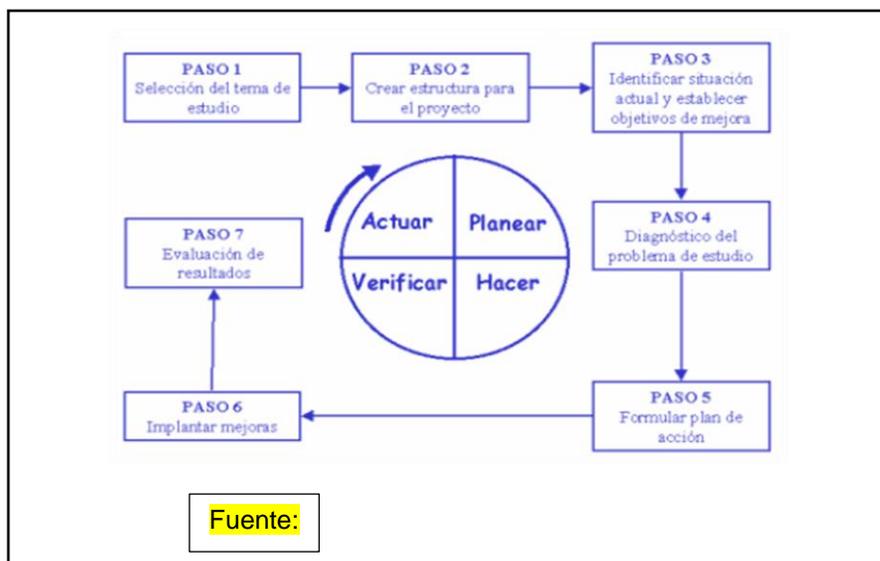
4.3. Etapa de Implementación: MPT para extrusora

4.3.1. MEJORAS ENFOCADAS O KOBETSU KAISEN:

Se ejecutó involucrando a las diferentes áreas comprometidas en el proceso de producción y mantenimiento con el objetivo de maximizar la efectividad Global de equipos. En el proceso de mejora continua se aplican diferentes procedimientos y técnicas de mantenimiento los que nos permitirán identificar el problema y la causa.

Ilustración 5

Ciclo Deming o PHVA



El trabajo a ejecutar estará conformado por los supervisores y colaboradores de producción y mantenimiento con la finalidad de enfocarnos en la mejora continua se debe utilizar los formatos para llevar un control de parada de máquinas, el cual permitirá registrar el tiempo inoperativo de la máquina, además registrar los tipos de fallas, anotar observaciones que se consideren necesarias durante todo el control realizado.

Tabla 20

Formato para control de paradas de máquina

PARADAS DE MÁQUINAS			
TIPO DE FALLA			
N°	Hora de Inicio	Hora Final	Observaciones
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Otro de los formatos empleados será el de registro de análisis de fallas, el que va a permitir identificar las causa raíz de la ocurrencia de fallas de la extrusora.

A continuación, se detalla el formato planteado:

Tabla 21

Formato de registro de análisis de fallas

REGISTRO DE ANÁLISIS DE FALLAS			
A. DATOS GENERALES			
Fecha			
Integrantes			
Tema:			
Responsable:			
B. DETALLE			
Descripción del problema:			
Herramientas de ilustración del problema:			
Causa Raíz del problema:			
Plan de implementación de soluciones propuestas:			
Solución	Responsable	Fecha	Resultado Obtenido

4.3.2. Mantenimiento Autónomo- Establecimiento del Jishu-Hozen

Este método va a permitir que el operador tenga el control de la extrusora, es por ello que debe obtener capacitaciones en cuanto a los conocimientos operativos, cuidados, conservación y manejo de todas las fallas y para ello se debe tener en cuenta los siete pasos importantes. (González 2007)

Paso 1. Inspección de limpieza.

-Eliminar el polvo, la suciedad y los desechos.

-Descubrir anormalidades

-Corregir las mínimas deficiencias y fijar las condiciones básicas del equipo

Paso 2. Mejorar el acceso a todas las áreas difíciles (Limpieza y Lubricación) proceder a eliminar todas las fugas de lubricantes, agua, aire, etc.

Paso 3. Se plantean las actividades de trabajo, buscando crear un hábito de cuidado en los equipos y herramientas de mantenimiento.

Paso 4. Se debe capacitar al personal en cuanto a las inspecciones de los equipos.

Paso 5. Se realiza la inspección autónoma el cual consiste en que todos los operadores estén capacitados para realizar inspección a sus equipos, lo que permitirá detectar los problemas y corregir los daños mínimos.

Paso 6. Fijar las condiciones de control de los equipos.

Paso 7. Control totalmente autónomo, en esta etapa se debe aplicar todos los conocimientos obtenidos en los seis pasos anteriores, lo que permitirá tener un control autónomo y dar continuidad a las actividades de Jishu- Hozen.

Tabla 23

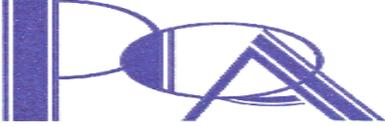
Ficha de activos

FICHA DE ACTIVOS		
EXTRUSORA	Datos Generales	
	Nombre Técnico:	
	Marca:	
	Área de localización:	
	Costo:	
	Serie:	
	Modelo:	
	Código de máquina:	
	Elementos de Mantenimiento	Responsable
Ciclo de mantenimiento		
Diario		
Semanal		
Trimestral		
Anual		

Con el objetivo de realizar las verificaciones para que se ejecute el cumplimiento es necesario que exista una supervisión inopinada utilizando el siguiente formato que utilizan en las auditorías internas de los mantenimientos autónomos.

Tabla 24

TPM Máquina extrusora

TPM Máquina Extrusora			
	Fecha:		
	Operador:		
	Turno:		
	Producto:		
LIMPIEZA			
Descripción	Realizado	Observación	
AJUSTES			
Descripción	Realizado	Observación	
LUBRICACIÓN			
Descripción	Realizado	Observación	
DESCRIPCIÓN			
Descripción	Estado		Observación
	Bueno	Malo	
OBSERVACIONES			

Responsable de turno

VºBº Jefatura

Mantenimiento

4.3.3. Mantenimiento Planeado

Mediante este mantenimiento nos basamos en todas las acciones que se deben tomar tanto preventivas como predictivas, en efecto se contar con la base de información para luego proceder al análisis, además se debe tener los inventarios de la máquina así como las actividades de mantenimiento realizadas a la máquina, los responsables de brindar esta información requerida es la persona encargada del área de mantenimiento, seguidamente se ilustran los formatos necesarios con la finalidad de lograr un buen mantenimiento planeado.

Tabla 25

Plan de mantenimiento preventivo- máquina extrusora

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA DE LA EMPRESA PLÁSTICOS AGRÍCOLAS Y GEOMEMBRANAS S.A.C MES/SEMANAS		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
Ítems	Descripción de la Actividad	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Extrusora																								
	Mantenimiento por unidad																								
	Mantenimiento técnico																								
	Mantenimiento de apoyo general																								

Tabla 28*Formato de asistencia a capacitación del personal*

FORMATO DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN DEL PERSONAL					
TEMA:		FECHA: _____			
		N° HORA: _____			
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

4.4. Establecimiento del sistema, en busca de promoción de condiciones de seguridad, higiene y ambiente agradable de trabajo

Toda empresa dedicada a la producción debe mantener seguridad en los ambientes de trabajo, de manera que no afecte el rendimiento de los colaboradores, lo que conlleva a tener paradas de máquinas teniendo como resultado final las pérdidas económicas. En lo esencial el ambiente de trabajo debe ser agradable, lo que nos permitirá integrarnos en las capacitaciones, programa de mantenimiento autónomo, en la medida de lograr mejorar los ambientes de trabajo esto se conseguirá aplicando los principios de las 5s. Por último, se presenta el formato a utilizar en la integración entre el mantenimiento autónomo y la seguridad del colaborador, teniendo como objetivo que el operador este plenamente capacitado antes de usar los implementos de seguridad y salud ocupacional como lentes, zapatos, casco, tapa oídos, etc.

Tabla 29

Formato de mantenimiento Autónomo - seguridad personal

Formato de mantenimiento Autónomo - Seguridad Personal							
Máquina:	N° Máquina _____			Frecuencia			
Fabricante:	N° Serie _____						
Operador:	Fecha: _____						
N°	Actividad	Recomendaciones	Observaciones	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral
1	Seguridad Personal	Usar guantes, zapatos de seguridad, lentes, ropa de seguridad industrial, leer las instrucciones de seguridad y mantenimiento a la máquina a revisar	El equipo de seguridad y las recomendaciones que se dan, se deben implementar correctamente, para evitar fallas futuras	✓			
2	Limpieza General	Procurar limpiar con desengrasante polvo y residuos de grasa	Evitar mojar las partes eléctricas de las máquinas		✓		
3	Lubricación	Aplicar la cantidad de grasa necesaria para cada máquina	Usar grasa de acuerdo a la marca de las máquinas		✓		
4	Revisar el cable de alimentación	Procurar que el cable de alimentación, no tenga objetos encima, lo cual puede obstruir la energía.	Procurar que los cables estén enrollados y estático posible.	✓			
5	Limpieza de la máquina.	Procurar que cuando se realice la limpieza no haya metales cerca de la máquina, ni en el suelo	deben estar en los tachos de basura y las herramientas en su lugar recomendado	✓			
Nombre y Firma del operador			Nombre y firma del supervisor		Nombre y firma del jefe de Mantenimiento		

8.5. Paso 2: Implementación de la metodología 5s En el área de mantenimiento

Se ejecutó esta propuesta con la finalidad de reducir los tiempos de reparación de las máquinas y que los operarios del área de mantenimiento y producción desempeñen con mayor eficiencia sus labores, lo que a la vez permite aumentar la productividad de la empresa.

se implementó esta herramienta bajo los siguientes criterios:

1. Sieri – Organizar

Las herramientas se encuentran por todas partes del área de mantenimiento y no cuenta con anaqueles para que el personal lo pueda encontrar con facilidad al momento que son requeridos con urgencia, de la misma manera hay productos como cables, cartones, parihuelas y otros elementos que no deben estar en el área de mantenimiento. Para ello en la primera etapa de la metodología 5s se clasificaron los elementos y materiales que se encontraban en el área de mantenimiento ordenando, transfiriendo y desechando.

Seguidamente se registró una lista con todo el material innecesario encontrado, las mismas que dieron lugar a la aplicación de la siguiente etapa.

Primera Etapa: Tarjetas Rojas:

En esta etapa se realizó una tabla en donde se clasificaron los elementos que se tenían que ordenar, eliminar o reubicar en las áreas correspondientes.

Tabla 30

Orden final de tarjetas rojas

N°	HERRAMIENTAS	CANTIDAD	DISPOSICIÓN FINAL
1	Juego de llaves	3	Ordenar
2	Cajas de cartón	10	Desechar
3	Trapos con grasa	20	Desechar
4	Herramientas en mal estado	10	Desechar
5	Equipos eléctricos	6	Ordenar
6	Cables	10	Ordenar
7	Parihuelas	2	Desechar
8	Tubos de PVC	10	Transferir
9	Residuos sólidos	20	Desechar
10	Manuales	5	Ordenar

En la tabla 28 se está delimitando las zonas con tarjetas rojas debidamente asignados a cada uno de los materiales observados, con la finalidad de tener un buen criterio para mantener un área de trabajo ordenado.

Figura 10

Elementos para etiqueta roja



Tabla 31

Resumen de movimientos efectuados para identificar las tarjetas rojas

Elementos que son desechados	5
Elementos que son Transferidos	1
Elementos que son Ordenados	4

2. Seiton: Orden

En esta etapa se procedió a ordenar las herramientas en sus respectivos anaqueles de manera que se puedan encontrar las herramientas con mayor facilidad y se encuentren en los lugares respectivos.

Los operarios del área de mantenimiento dispondrán de las herramientas y repuestos haciendo más eficiente su labor y no tener que demorar en la búsqueda de herramientas permitiendo mejorar la productividad en la empresa.

Ilustración 6

Rediseño del área de mantenimiento



3. Seiso- Limpieza

El área de mantenimiento se encuentra sucio lo que ocasiona una mala impresión e imagen para la empresa y en efecto que el trabajador no tenga ánimo para realizar sus labores.

En esta etapa se procedió a la limpieza respectiva en el taller de mantenimiento, en cuanto a los pasillos, mesa de trabajo entre otros.

4. Seiketsu- Estandarización

En esta etapa se fortalecen los objetivos obtenidos como resultado de las tres etapas anteriores o tres primeras s, para establecer que la mejora perdure, asegurando que el taller de mantenimiento se mantenga ordenado y limpio. En este proceso de estandarización cada operario debe conservar un hábito de limpieza y orden en su lugar de trabajo para que esto ayude a fomentar la autodisciplina.

La implementación del Control Visual se establece desde el inicio de la mejora en el área de mantenimiento, cumpliendo con las 3s realizado para que cada repuesto y materiales

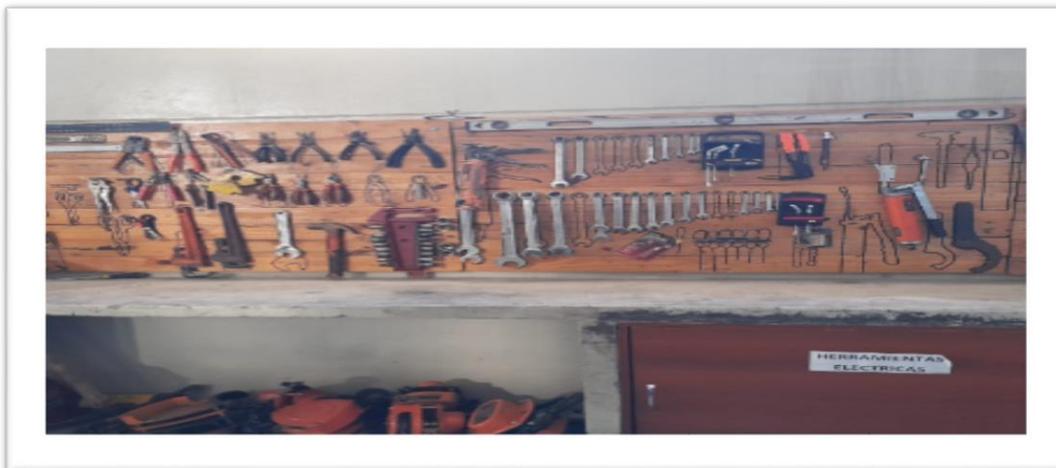
se encuentran en su debido lugar para que el personal realice su labor con mayor eficiencia, dando una mejor impresión al personal como a los clientes, brindando además seguridad para cada uno de los colaboradores.

Ilustración7

Rediseño del área de mantenimiento



ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN



DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN

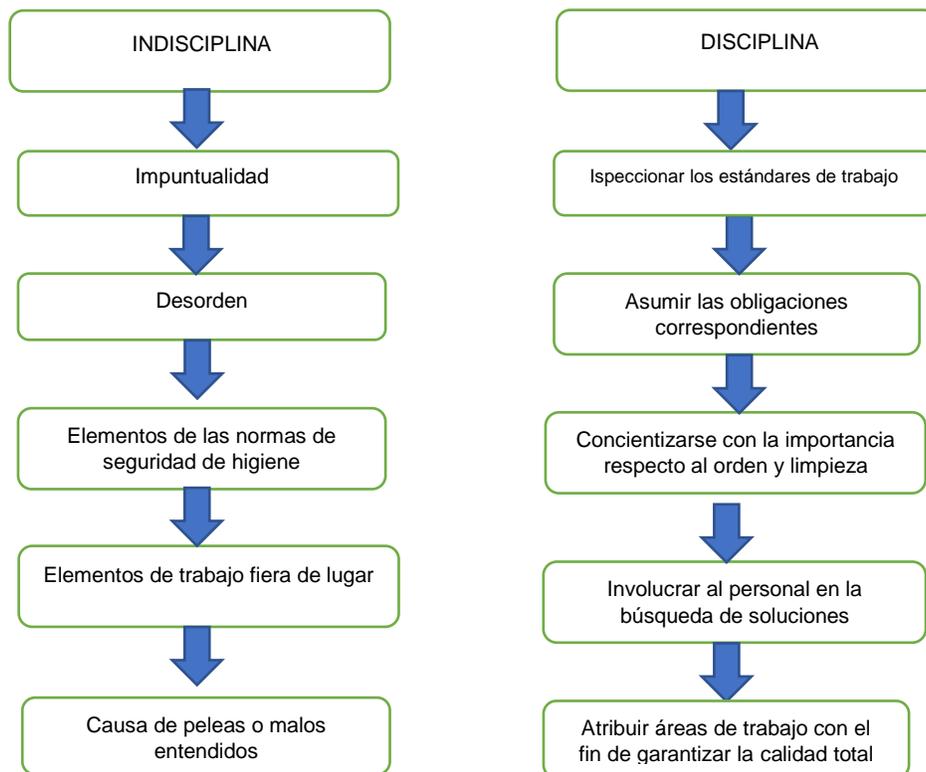
5. Shitsuke: Disciplina.

En esta etapa la práctica se transforma en hábito, con la finalidad de mejorar los ambientes y la dinámica de trabajo usando las técnicas estandarizadas las cuales se encuentran adecuadamente bajo normas.

La intención es promover una cultura en los colaboradores para crear un entorno disciplinario y adopten de manera rutinaria en su actividad cotidiana, garantizando la conservación de manera extensa la metodología de las 5s (Carrera & García. 2016). Por último, es conveniente acotar que esta etapa se relaciona a la delegación de responsabilidades, de manera que certifique y se cumpla el desarrollo de la implementación de las 5s, bajo la filosofía de “lo complicado no es llegar, sino mantenerse”, un concepto basado en la mejora continua (Jiménez y Amaya, 2015). A continuación, se representan los factores de disciplina e indisciplina.

Figura 11

Factores de Disciplina e indisciplina



Fuente: Beltrán & Charles, 2017

4.5. Gastos para la implementación de las 5s

A continuación, se detalla los gastos para la implementación de la herramienta 5s en el área de mantenimiento.

Tabla 32

Elementos utilizados para implementar gestión 5s

ELEMENTOS A UTILIZAR PARA IMPLEMENTACIÓN GESTIÓN 5S			
Detalle	Cantidad	Precio Unit	Totales
Material Cartulina	20	0.50	10.00
Material Tarjetas rojas	7	10.00	70.00
Cartuchos de impresoras	7	50.00	350.00
Total			430.00

Tabla 33

Elementos para indicadores y pinturas utilizadas en implementación 5s

ELEMENTOS PARA INDICADORES Y PINTURAS UTILIZADAS EN IMPLEMENTACIÓN 5S			
Detalle	Cantidad	Precio Unit	Totales
Letreros para indicadores	8	15.00	120.00
Pinturas y elementos para indicadores	5	50.00	250.00
Material de Señalización	3	50.00	150.00
Estante nuevo	1	00.00	1,200.00
Estante reparado	1	00.00	500.00
Total			2,220.00

Tabla 34

Componentes utilizados en la limpieza para implementación 5s

COMPONENTES A UTILIZAR EN LA LIMPIEZA 5S			
Detalle	Cantidad	Precio Unit	Totales
Equipos de limpieza	5	80.00	400.00
Materiales de limpieza	3	50.00	150.00
Materiales de mantenimiento	5	10.00	50.00
Total			600.00

Tabla 35

Detalle de los costos de inversión para la implementación 5s

DETALLE DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN 5S.	
Descripción	Costos
Elementos a utilizar para implementación de gestión 5s	430.00
Elementos para indicadores y pinturas utilizadas en implementación5s	2,220.00
Componentes y elementos a utilizar en la limpieza 5s	600.00
TOTAL	3,250.00