

**“PROPUESTA DE LEAN MANUFACTURING PARA
AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA
DE TOLVAS DE UNA EMPRESA
METALMECÁNICA, TRUJILLO 2021”**

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Carlos Manuel Garcia Camilo
Loren Marilyn Martin Rodriguez

Asesor:

Mg. Cesar Enrique Santos Gonzales
<https://orcid.org/0000-0003-4679-1146>
Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Miguel Enrique Alcalá Adrianzen	17904461
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Oscar Alberto Goicochea Ramírez	18089007
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Julio Cesar Cubas Rodríguez	17864776
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

PROPUESTA DE LEAN MANUFACTURING PARA AUMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE TOLVAS DE UNA EMPRESA
METALMECÁNICA, TRUJILLO 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	5 %
2	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	4 %
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%

DEDICATORIA

A nuestros padres por el inmenso apoyo que nos han brindado a lo largo del camino profesional para convertirnos en futuros ingenieros industriales. Más aún en los tiempos difíciles, donde sus consejos y motivaciones fueron tan oportunos como efectivos y a nosotros mismos por perseverar en cumplir nuestras metas con éxito

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por darnos la vida y lograr llegar a esta etapa especial en el cumplimiento de nuestros objetivos profesionales, por permitirnos nunca dudar de la fe que nos tenemos y la resiliencia para hacerle frente a los obstáculos encontrados en el camino.

A nuestro asesor de tesis, Cesar E. Santos Gonzales por guiarnos en los últimos peldaños, por su comprensión, tiempo y retroalimentaciones en cada una de las presentaciones, con un resultado digno de un ingeniero industrial de esta casa de estudios, y con ello finalizar de manera exitosa.

A nuestros padres y círculo más cercanos de amigos por brindarnos apoyo emocional en cada dificultad y así culminar este proceso de manera fructífera.

Tabla de contenido

Jurado calificador	2
Informe de similitud	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Antecedentes	13
1.3. Bases teóricas	16
1.4. Formulación del problema.....	26
1.5. Objetivos.....	26
1.6. Hipótesis.....	27
1.7. Justificación	27
1.8. Aspectos éticos	28
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	29
2.1. Tipo de investigación	29
2.2. Población y Muestra	29
2.3. Técnicas e Instrumentos	29
2.4. Procedimiento	32
2.5. Solución de la Propuesta	44
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	64
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	85
REFERENCIAS	88
ANEXOS.....	94

Índice de tablas

Tabla 1 Técnicas e instrumentos para recolectar.....	30
Tabla 2 Instrumentos y técnicas de análisis de datos	31
Tabla 3 Matriz operacional.....	33
Tabla 4 Escala de Likert.....	35
Tabla 5 Resumen de auditoría 5S.....	35
Tabla 6 Personal convocado para determinación de Causa Efecto y Pareto	36
Tabla 7 Priorización de causas - Maquinaria.....	39
Tabla 8 Priorización de causas – Materiales	39
Tabla 9 Priorización de causas - Medición.....	39
Tabla 10 Priorización de causas – Medio Ambiente	40
Tabla 11 Priorización de causas – Mano de obra	40
Tabla 12 Priorización de causas – Método.....	40
Tabla 13 Priorización de Pareto	41
Tabla 14 Matriz de Indicadores de causa raíz	43
Tabla 15 Productividad promedio equipo mensual 2021	45
Tabla 16 Producción real promedio mensual 2021	46
Tabla 17 Producción planificada promedio mensual 2021.....	47
Tabla 18 Relación de personal involucrada en el área de tolvas	47
Tabla 19 Eficiencia de tiempo según nivel laboral - 2021	48
Tabla 20 Pérdidas por unidades no producidas 2021	48
Tabla 21 Causas Priorizadas.....	49
Tabla 22 Lista de mantenimiento autónomo en torno	51
Tabla 23 Área producción de tolvas	52
Tabla 24 Estaciones de acabados especiales orden	54
Tabla 25 Estaciones de acabados especiales limpieza.....	56
Tabla 26 Estaciones de acabados especiales estandarización.....	57
Tabla 27 Controles y advertencias Poka Yoke en las diferentes etapas del área de estructuras	60
Tabla 28 Controles y advertencias Poka Yoke en las diferentes etapas del área de Pre acabado	61
Tabla 29 Controles y advertencias Poka Yoke en las diferentes etapas de acabado.....	62

Tabla 30 Logro indicador de nivel de personal con capacitación TPM en su maquinaria NC-TPM	64
Tabla 31 Logro indicador de % trabajos con errores maquinaria	65
Tabla 32 Indicador % de procesos con tiempos y movimiento	65
Tabla 33 Indicador % de procesos con clasificación y limpieza	66
Tabla 34 Indicador % de procesos y maquinaria con determinación de tiempo.....	68
Tabla 35 Porcentaje de operaciones procesos estandarizados	69
Tabla 36 Desempeño del indicador % operación a prueba de errores	71
Tabla 37 Procesos con riesgos de errores prevenidos (%).....	73
Tabla 38 Productividad promedio equipo mensual 2022	74
Tabla 39 Producción real promedio mensual 2022	75
Tabla 40 Producción planificada promedio mensual 2022.....	75
Tabla 41 Eficiencia de tiempo según nivel laboral - 2022	75
Tabla 42 Impacto de la eficiencia de uso de maquinaria	76
Tabla 43 Impacto de la eficiencia de tiempo laboral	76
Tabla 44 Impacto de la eficiencia de tiempo	77
Tabla 45 Impacto en la eficacia de personal.....	77
Tabla 46 Costo en horas hombre para la implementación de herramienta 5S.....	79
Tabla 47 Costo de materiales para la implementación de herramienta 5S	79
Tabla 48 Costo en horas hombre para la implementación de herramienta TPM	80
Tabla 49 Costo en materiales para la implementación de herramienta TPM	80
Tabla 50 Costo en horas hombre para la implementación de herramienta Poka Yoke.....	80
Tabla 51 Materiales para implementación de Poka Yoke	80
Tabla 52 Resumen de inversiones	81
Tabla 53 Impacto en los beneficios	81
Tabla 54 Costos de financiamiento de propuesta mediante crédito.....	82
Tabla 55 Cronograma de financiamiento de la propuesta.	82
Tabla 56 Utilidad neta estimada después de mejora.....	83
Tabla 57 Flujo de caja horizonte 1 año	84

Índice de figuras

Figura 1 Diagrama de operaciones del proceso	34
Figura 2 Evaluación 5S actual	36
Figura 3 Diagrama de causa - efecto.....	38
Figura 4 Diagrama de causa - efecto.....	42
Figura 6 Propuesta Lean	50
Figura 6 Validación de hipótesis en eficiencia mediante prueba de Wilcoxon	78
Figura 7 Validación de hipótesis en eficacia mediante prueba de Wilcoxon	78

RESUMEN

El presente trabajo de tesis tuvo como objetivo principal aumentar la productividad en la línea de tolvas de una empresa metalmecánica. Por lo que, se realizó una propuesta de Lean Manufacturing con herramientas como TPM, 5S y Poka Yoke.

Se empleó el método de la observación, encuestas y análisis documentarios. Se inició con el diagnóstico para la identificación de las principales causas que afectaban la productividad. Constó de en un mantenimiento autónomo, que garanticen el funcionamiento previsible garantizando la producción estable. Las 5S, eliminando todos los desperdicios y mejorando los métodos de trabajo. Poka Yoke, una confección de advertencias y controles de producto para ser seguida durante todo su proceso de construcción. Finalmente, se evaluó la productividad después de la propuesta de mejora de Lean Manufacturing encantándose una eficacia de producción del 98.12%, una eficiencia de personal del 92.63% y una productividad del 97%. La propuesta, tuvo un costo de S/. 373,717.00 y produjo un beneficio anual de S/672,936.09.00 con un VAN de S/13,148.93 y un TIR del 44.10%.

PALABRAS CLAVES: Lean Manufacturing, 5S, TPM, Poka Yoke, Productividad

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad, la industria metalmecánica o de fabricación a nivel mundial, buscó la mejora continua en sus procesos productivos, optimizaron sus recursos, aumentaron la productividad y mejoró su ventaja competitiva en el mercado (Fernandez et al., 2020). Los países con más desarrollo en la rama metalmecánica son Estados Unidos, Japón, Chile, Alemania y España (La Cámara, 2020), donde trabajan con todas las herramientas industriales innovadoras, obteniendo altos índices de productividad. En la Alianza del Pacífico, en el 2018 en este rubro, México lideró con una participación de las exportaciones de 65.51%, Colombia con 0.65%, Chile de 0.50% y Perú con 0.20% (La Cámara, 2019), estos tres últimos con un gran reto de aumentar su producción. Por lo que, el uso de Lean Manufacturing, se complementaría para aumentar su productividad dentro de ellas y añadan valor agregado.

A fin de alcanzar los mejores resultados, la industria metalmecánica involucra de manera directa a la productividad que se obtiene del resultado de la producción total y aquellos recursos involucrados en el proceso (Velásquez de Naime & Rodríguez Monroy, 2014). La mejora de la productividad asocia la reducción de los costos de producción y una planificación de todos los recursos, que incrementa la competitividad y disminuye los desperdicios (Mitsuo Kojima Campos et al., 2016). Al utilizar los recursos de manera óptima baja el nivel de los desperdicios en la línea como sobreproducción, defectos, inventarios, tiempos, transporte, movimientos y procesos que disminuyen el costo de fabricación, resultando en mejor oferta para los clientes con respecto al precio de venta (López, 2016).

Las empresas pertenecientes a este sector en el Perú contribuyen a la economía, a 2021 con la situación relevante de la pandemia mundial sobre COVID-19, este sector está operando al 50% de su capacidad y que su reactivación podría extenderse hasta 2022 (Conexión ESAN, 2021). Antes de ello, entre enero y octubre de 2018 generaron 601 millones de dólares, pues la

inversión privada y pública impulsaron una mayor demanda interna, creciendo un 12.6% con respecto al 2017 (Gestión, 2019). Además, las exportaciones de producción de la industria fueron destinados a 116 países, liderados por Estados Unidos, Chile, Ecuador, Bolivia y México (Sociedad Nacional de Industrias, 2019).

Para su éxito y producir al 100% en lo que se recuperan por los efectos negativos externos, se debe asegurar los internos, como los recursos necesarios, junto a la reducción y/o eliminación de los desperdicios en los procesos de las diferentes áreas, influyendo en la productividad de manera positiva (Conexión ESAN, 2016), donde responda a las políticas de calidad y atienda según la necesidad del mercado.

En Trujillo, son contadas las empresas en el sector metalmecánico. Una de ellas, se dedica exclusivamente a la fabricación de vehículos industriales para el transporte de carga. A pesar de ser una empresa metalmecánica que trabaja en su mayoría por proyectos, también cuentan con una línea de producción estandarizada, donde producen las tolvas que se requieren como complemento esencial para el armado de los diferentes pedidos en vehículos y deben ser fabricados con los materiales y tiempos precisos, factores que intervienen en la productividad.

En producción, que es el conjunto de procesos para los procedimientos, métodos o técnicas en la toma de decisiones orientadas en incrementar el valor de los productos y/o servicios para la satisfacción de necesidades (Núñez Carballosa et al., 2015), tienen una línea de producción estándar importante y con mayor demanda que viene a ser la de las tolvas, donde los desperdicios afectan a la productividad de la empresa como, los tiempos muertos y actividad que no agregan valor. Lean Manufacturing es una filosofía que se basa en la mejora continua y optimización del sistema de productivo mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2011).

Actualmente el método Lean no se está implementando en esta importante línea, si bien es cierto que buscan mantener estándares en las áreas, no hay un plan detallado para el manejo

de estas mudas y mucho menos una cultura de mejora constante de los procesos en esta línea productiva. La empresa metalmecánica ha reconocido una deficiente gestión, se aprecia acumulación, falta de orden, atascos por falta de control de imprevistos entre ellos, las fallas imprevistas de maquinarias, desbalance de línea, y una cascada de retrasos e incumplimiento de planes de producción, afectando gravemente a la productividad. La empresa busca mejorar la productividad, ya que como menciona Cruelles (2013), es uno de los pasos fundamentales en la búsqueda del éxito y la competitividad empresarial. Ello, direcciona a la búsqueda de sistemas que ayuden a llevar un control sobre la producción y sus recursos. Lean Manufacturing ayudará a la eliminación de las mudas identificadas en los procesos a través de la implementación de sus herramientas (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2011).

Como toda industria, esta no puede parar para rehacerse, los cambios para mejorar su proceso productivo tienen que ser graduales, afectando lo mínimo su ritmo de producción, por otro lado, modernizar la empresa con nuevas inversiones que lo hagan más productiva requiere un profundo estudio y alta inversión. Es en este sentido que la implementación o auditoria de herramientas lean permite el estudio del proceso productivo y su optimización maximizando la productividad y reduciendo el desperdicio, en particular del más valioso, el tiempo.

De esta manera, se buscará mejorar la productividad, maximizando la cantidad de productos terminados en base de los recursos empleados (Blank, 2018). Todo ello permita cumplir al 100% su visión, de ser líderes en su rubro, incrementando su rentabilidad y satisfacción de sus clientes.

1.2. Antecedentes

Antecedentes Internacionales

Según, Yerovi (Yerovi Huaca, 2017), en el trabajo de grado para optar el título profesional de Ingeniera Industrial en la Universidad Técnica del Norte, titulada “Propuesta de mejora del proceso de producción de puertas enrollables de la empresa metalmecánica

Hialuvid, aplicando herramientas de la metodología lean manufacturing”, tuvo como objetivo la realización de la propuesta que disminuyó los tiempos de entrega, donde aumentó la eficiencia y productividad. Utilizaron herramientas Lean Manufacturing como 9’S, SMED, TPM y KANBAN en la eliminación de los tiempos de reparación de maquinaria y espera de materiales. Aumentaron en un 7.4% la productividad, con una reducción de Lead Time de 6.1%. Por lo tanto, mostraron que con ello pudieron obtener una eficiente entrega y satisfacción del cliente.

Para Concha y Barahona (2014), en su tesis de grado para la obtención del título profesional de Ingeniero Industrial en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, denominada “Mejoramiento de la productividad en la Empresa Induacero Cia. Ltda. En base al desarrollo e implementación de la metodología 5S y VSM, herramientas del Lean Manufacturing”, tuvieron como propósito la mejora en la productividad, pues implementaron estas herramientas en la fabricación de tanques enchaquetados de acero inoxidable con aislamiento térmico. Realizaron un mapeo general de la cadena de valor donde identificaron los despilfarros como esperas, transportes, movimientos, defectos en mayor proporción y aplicar las 5S. Les resultó que, aumentaron la productividad en 15% las operaciones de producción y optimizaron la infraestructura en 91.7 m², concluyendo en su factibilidad y un beneficio de utilidad en 8.37% que impactó positivamente al talento humano de la organización.

Antecedentes Nacionales

Charaja (2021), manifestó en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, titulada “Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en empresas metal mecánica de aluminio”, que su objetivo mejoró el proceso productivo. Para el procesamiento de datos usaron diagramas de Pareto e Ishikawa, además del diagrama analítico de operaciones para conocer

sus realidades. Aplicaron herramientas como VSM, 5 S' y TPM para llevarlas a la innovación de la filosofía, y para algunas empresas el uso de KAIZEN, SMED y Poka Yoke. Utilizando las tres primeras herramientas, el caso uno aumentó en 16.23% la productividad, para el caso tres, la eficiencia global de los equipos pasó de 54.6% a 70.6%, reduciendo la cantidad de productos defectuosos. Finalmente, en el último caso, el OEE aumentó en 7%, la eficacia de producción de 85% a 93% y la eficiencia de los recursos en 8%, resultando una productividad mejorada de 64%.

Por otro lado, Salazar (2018), en su tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial, titulada “Mejora en la productividad durante la fabricación de cabina cerrada implementando Lean Manufacturing en una empresa metalmecánica” desarrollada en la Universidad San Ignacio de Loyola, tuvo como objetivo la mejora de la productividad durante la fabricación de cabina cerrada, mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing, la cual se basó en la eliminación de todo desperdicio o actividades que no agregó valor. Para ello, utilizó herramientas como las 5S y la estandarización de procesos, el primero que mejoró el orden, organización y limpieza de las áreas; el segundo en la mejora de los procedimientos y buscó la mejora continua. Los resultados que obtuvo fue que eliminó las actividades innecesarias, donde mejoró los tiempos empleados en un 32%. Resulto que la productividad fue de 0.25 cabina/hora, lo que significó que mejoro la productividad en un 25%.

Antecedentes Locales

Angulo y Rodríguez (2020), en su tesis denominada “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa metalmecánica Promet E.I.R.L, Trujillo, 2019”, realizada para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial; en la Universidad César Vallejo, tuvieron como objetivo la mejora de la productividad de la empresa en el área de producción, tras la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing. En primer lugar, aplicaron Kaizen y redujeron el número de unidades defectuosas, por otro lado, utilizaron el

Poka Yoke para disminuir el porcentaje de margen de error en las medidas de las planchas metálicas. Concluyeron que, la productividad final de la empresa experimentó una mejora, aumentando de 0.52 a 0.59.

De acuerdo con Díaz (2018), en su tesis denominada “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa Emcosac elaboración, ejecución y mantenimiento S.A.C. Trujillo, 2018”, realizada para obtener el título profesional de Licenciado en Administración; en la Universidad Nacional de Trujillo, tuvo como objetivo la mejora de la productividad de la empresa en el área de producción, tras la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing. En primer lugar, aplicó VSM para determinar las actividades que no agregan valor al proceso, por otro lado, se utilizó el Poka Yoke para disminuir el porcentaje de margen de error en las medidas de las planchas metálicas. Concluyo que, la productividad final de la empresa experimentó una mejora, aumentando de 75.96% a 91%.

1.3. Bases teóricas

Sistema de producción

La definición de un sistema de producción es un proceso de creación de bienes y / o servicios a través de una combinación de material, trabajo y capital. La producción puede ser cualquier cosa, desde la producción de bienes de consumo, la producción de servicios en una empresa de consultoría, la música o la producción de energía (Tous Zamora et al., 2019).

Productividad

Es el uso de los recursos de manera óptima que se mide con la producción total obtenida, garantizando la rentabilidad de la organización frente a sus competidores. Con ello, será capaz de controlar los problemas de calidad, liquidez, costos, entre otros (Torres Hernández, 2015).

También observa a la efectividad y eficiencia dentro de la organización, pues el primero permite medir los objetivos, mientras que la segunda muestra la capacidad en el cumplimiento

de los objetivos, siendo capaz de controlar algún desperdicio en el proceso productivo (Rivas Roque, 2009).

Por otro lado, esta puede aumentar a través de introducir nuevas técnicas o el uso eficiente de las ya existentes bajo la fórmula de $\text{Productividad} = (\text{Salidas} / \text{Entradas})$ o también el producto de la eficacia y eficiencia, pues esta decisión no solo dependerá de los altos directivos, sino en gran parte de los restantes de capital humano, pues ellos tendrán que adecuarse (Inter-American Development Bank, 2001).

Una definición más completa de productividad según los niveles la productividad que se puede mejorar a través de mejores métodos, mayor rendimiento y utilización, que expresa en forma de ecuación a continuación: $\text{Productividad} = \text{Método (M)} \times \text{Rendimiento (P)} \times \text{Utilización (U)}$ (Nemur, 2016).

Lean Manufacturing

Se enfoca en que cada operación se realice en un tiempo determinado, el método, la planificación de los recursos necesarios y sugiere mejoras en los procesos para eliminar aquello que no agrega valor, llamado desperdicio, dentro de la organización, llevando al beneficio (Cuatrecasas Arbós, 2011).

Lean Manufacturing identifica todo lo que agrega valor para el cliente y busca optimizar todo el sistema de producción, además que analiza de manera externa. La estructura del Lean Manufacturing actualizada se construyen por las diferentes técnicas, agregándole al talento humano como parte importante del cimiento (Núñez Carballosa et al., 2015).

El primer requisito para una transición exitosa a Lean es tener una idea clara, visión de en lo que se convertirá la empresa; llegar allí, requiere de tiempo y disciplina. Mientras tanto, debe aferrarse a la visión y tomar acciones consistentes que lo lleven al logro. Esencialmente, la manufactura esbelta busca producir un producto que sea exactamente lo que el cliente quiere, cuando el cliente lo quiere, mientras se minimizan todas las actividades sin valor agregado en

la producción. En la literatura, el valor se define simplemente como lo que el cliente está dispuesto a pagar (Buzón Quijada, 2019).

Las actividades sin valor agregado generalmente se entienden como desechos o actividades incidentales que son necesarias pero que no agregan valor al producto. El mejor ejemplo de una actividad sin valor agregado es el aseguramiento de la calidad. Las inspecciones de calidad no agregan valor a un producto; simplemente detectan los defectos antes de que lleguen al consumidor. La base del sistema lean es la estabilidad y la estandarización para evitar los controles de calidad (Tian Xiang & Jeng Feng, 2021).

Las 5 S

Es la metodología que trasfiere a la empresa la oportunidad de buscar la mejora continua; son mejoras tangibles como la productividad, la calidad y la seguridad. Esta metódica permite cambiar a mejor la situación actual y mantener el nuevo estado en el tiempo (Aldavert et al., 2018). Por otro lado, Rey (2005) menciona que esta herramienta Lean tiene su origen en Toyota en los años de 1960, con el principal objetivo de lograr establecimientos de trabajo más organizados, ordenados y limpios, para mejorar la productividad y el entorno laboral.

Hirano (2017) menciona que tras aplicar la metodología 5S se puede tener un enfoque mayor en las actividades centradas del negocio, como es caso de la productividad que mide el desempeño en el uso de los recursos. Por otro lado, Vargas (2016) afirma que cada una de las actividades propuestas por esta herramienta Lean conlleva a tener un espacio de trabajo más propicio a obtener buenos resultados y que por lo tanto la mejora de la productividad termina siendo en una consecuencia natural para la empresa. Finalmente, Rey (2005) mantiene que para que esta técnica sea exitosa es necesario la supervisión y apoyo a los colaboradores para que con ese seguimiento las actividades a realizar se conviertan en parte del cambio de cultura de trabajo de la empresa.

5S provienen de cinco palabras japonesas que son Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke. Estas cinco palabras se traducen al inglés como clasificar, ordenar, limpiar, Estandarizar y disciplina. Estos cinco términos forman el programa 5S (Vicent A., 2007).

La primera fase de 5S es clasificar, en este proceso, la idea principal es ordenar todos los elementos innecesarios que no se necesitan en el área, marcar todos los elementos y luego desechar estos elementos o volver a colocarlos en otra estación de trabajo. Por supuesto, antes de deshacerse de los artículos innecesarios, uno debe considerar quién tiene la última palabra de la eliminación (Asefeso, 2011).

Se debe crear una carpeta para todos los documentos 5S, a la que cualquier persona relacionada pueda acceder a ellos más adelante durante el proceso. Durante esta fase, se tomarán muchas fotos antes, ya que las imágenes prevenían más que palabras. Luego, después de la implementación, es hora de tomar las fotos posteriores, por lo que cuando se realiza el informe final del proyecto, la mejora se puede ver fácilmente en las imágenes. La primera fase debe seguir varios pasos diferentes.

El primer paso es considerar completamente a las personas asistentes, que participan en esta fase y escribir todos los nombres de las personas que asisten al evento.

El segundo paso es asegurarse de que los beneficios de la fase ordenar estén bien revisados con el equipo asistente. Se debe establecer la duración del evento y explicar cuidadosamente el plan a todos, lo que se hace durante esta fase. Todos deben ser conscientes de lo que se va a pasar en toda la zona, abriendo todos los armarios y pasando por todas las córneas de arriba a abajo. También se debe recordar a todos los participantes del equipo que consideren el factor de seguridad y la ergonomía del trabajo, es decir, levantar, alcanzar y doblar (Asefeso, 2011).

El tercer paso es repartir una etiqueta roja con diferentes-campos para rellenar en cada uno. Todos deben tener una de estas etiquetas, mientras recorren el área y discuten la fase de

clasificación. La idea es que las personas que atienden a todos destaquen los factores más importantes de la zona.

El cuarto paso es marcar todos los elementos con una etiqueta roja que mencione, lo que se necesita hacer con el artículo. Después de este paso, el equipo debe discutir sus pensamientos sobre el evento y los posibles factores de mejora para el futuro.

La segunda fase de 5S es establecer orden, Después de que se poseen todos los elementos innecesarios, es hora de comenzar a organizar el área para aumentar la ergonomía del trabajo y la seguridad general en el área de trabajo. Esta fase suele tomar la mayor parte del tiempo de todo el programa 5S, ya que todas las marcas, cintas y etiquetado se realizan durante esta fase (Asefeso, 2011).

La tercera fase de 5S, probablemente una fase similar a la fase de orden establecido es el brillo. Gran parte de esta fase ya se ha implementado durante la segunda fase. Esta fase tiene básicamente tres pasos diferentes. El primero es simplemente limpiar. Como la fase de conjunto en orden puede haber incluido pintura o cinta adhesiva, algunas herramientas en exceso o suciedad aún pueden estar por ahí. El segundo paso es crear un cronograma para mantener la calidez y el orden. También los empleados deben involucrarse haciéndolos responsables de ciertas áreas y del mantenimiento del área. El tercer paso de limpiar es tener una imagen, cómo debe verse el área cada mañana cuando se viene a trabajar y cuándo salen del trabajo. Esto ayuda a detectar máquinas rotas, artículos en exceso y factores que dañan la seguridad del trabajo (Socconini Pérez Gómez & Barrantes Verdín, 2020).

La cuarta fase, estandarizar, se centra en mantener el entorno de trabajo limpio y seguro. Antes de esta fase, se ha llevado a cabo toda la clasificación y limpieza. Esta fase está ahí para establecer una guía simple y visible, cómo se debe mantener el área diariamente. Diferentes organizaciones tienen diferentes formas de medir el mantenimiento de 5S. Una de las herramientas más populares para estandarizar es una auditoría 5S. Estas auditorías se llevan a

cabo después de diferentes períodos de tiempo, por ejemplo, una vez al mes. La auditoría ha establecido normas que se evalúan durante las auditorías. Posteriormente, los resultados de la auditoría se publicarán para que todos los vean. Esto también ayuda a señalar algunas áreas problemáticas y tomar medidas para ellas (Asefeso, 2011).

La quinta y última fase, última, pero no menos importante, es el sostenimiento o disciplina. Cuando se habla de sostener, el significado central es mantener el estado actual y mejorado. Después de implementar con éxito el programa 5S, es extremadamente importante no volver a la forma en que era antes. La dirección tiene un papel importante en esta fase, ya que necesita hacerla parte de los hábitos de trabajo diarios de todos los empleados (Socconini Pérez Gómez & Barrantes Verdín, 2020).

La implementación de 5S requiere la comprensión de todos los empleados, supervisores y gerentes relacionados. El programa puede parecer simple, pero requiere mucha planificación, aunque no se considera como proyecto, ya que el proyecto tiene principio y final, mientras que 5S es un programa para la mejora continua, un cambio de cultura y estilo de vida permanente.

La fase de planificación es importante cuando se considera el éxito de la implementación de 5S. En primer lugar, toda la implementación comienza con la elección de un líder de proyecto adecuado. El líder del proyecto debe tener un conocimiento profundo de 5S y experiencia en liderar un proyecto de este tipo y administrar personal. Después de elegir al líder del proyecto, se debe elegir en cada área el aliado (o supervisor, entusiasta de 5S). Esta persona es la responsable del área en la que se implementa el 5S. El entusiasta de 5S es la persona que proporciona orientación y estructuras al equipo del proyecto. En algunas situaciones puede haber más de un campeón de 5S, dependiendo del tamaño del área. Como 5S es parte de Lean, la participación de los empleados juega un papel importante en la implementación. Los miembros del equipo deben ser una mezcla de empleados que trabajan en el área, realizando diferentes tareas (Asefeso, 2011).

Después de elegir el equipo, es extremadamente importante entrenar al equipo, para que el programa 5S tenga éxito completo. La capacitación también debe mantenerse para todos los empleados y otro personal que trabaja en el área, donde se lleva a cabo la implementación. El líder del proyecto tiene la responsabilidad de educar a los empleados y asegurarse de que todos y cada uno realmente entiendan el significado del programa 5S (Tisbury, 2013).

Mantenimiento Productivo Total

Tuvo lugar en los años sesenta en Japón, como una filosofía de mejora continua que permita el mantenimiento y la gestión de los equipos. Se debe involucrar al personal, crear una nueva cultura, la implantación del sistema y la aplicación de esta, pues resulta en mejora de productividad de los equipos. Sus principales objetivos se basan en la reducción de averías, tiempos de espera y preparación de los equipos (despilfarros, que deben ser eliminados en la línea productiva), el adecuado uso de estos y formación de los colaboradores (Lefcovich, 2009).

El TPM tiene ocho pilares: Mejoras enfocadas, Mantenimiento autónomo, Mantenimiento especializado, Manteniendo de calidad, TPM en áreas administrativas, Seguridad, higiene y medio ambiente, Educación y entrenamiento y Gestión temprano de mantenimiento (Gómez Santos, 2011).

Respecto a la eficiencia de la implantación del mantenimiento, se tiene criterios como la disponibilidad, que referencia el tiempo que se requiere y el tiempo que está operativo. La efectividad, que mide la velocidad en la que produce la máquina, si bien es cierto el equipo está operativo, no necesariamente está produciendo. La calidad, que son los productos finales obtenidos del proceso en la utilización de este. El producto de estos indicadores nos resulta el OEE, que la eficiencia global de los equipos. Para ello, se requiere las cuatro etapas de implantación, que inicia con la preparación, seguido de introducción, para luego implantarla y finalmente consolidarla (Cuatrecasas Arbós, 2012)

Bajo las mismas líneas, los equipos que están dentro de las plantas de producción presentan una serie de paradas alterando la producción. Para ello, se incluyen indicadores que permiten medir la confiabilidad. Según Peng (2012) incluyen, el MTTR que es el tiempo medio de reparación, se usa para entender la ocurrencia de fallas y sus habilidades de reparación para pronosticar recursos en lo que se pueda incurrir; también está el MTFB, siendo el tiempo medio entre fallas y su frecuencia, siendo capaz de pronosticar y hallar medios para prevenir ello.

Para que el Mantenimiento Producto Total pueda ser desarrollado de manera correcta es importante que haya facilitadores. Existen cinco primordiales. Iniciando con el compromiso de la alta dirección, puesto que son el apoyo y soporte en las decisiones para el TPM dentro de la compañía. También está el plan estratégico que direcciona al requerimiento del tipo de modelo. Por otro lado, el enfoque a los recursos, ya que estos se involucran y trabajarán de manera conjunta con habilidades blandas y duras, creando una cultura en el logro del éxito del TPM. Del mismo modo, se presenta al enfoque a procesos, enfoque al sistema de información y enfoque contextual, que hacen referencia a las políticas en la mejora del proceso productivo, el análisis de indicadores medibles y el sector industrial donde se encuentra la compañía respectivamente (Marín García & Martínez, 2013).

El TPM se puede dividir en cinco pasos o niveles diferentes Agustiady y Cudney (2016): Nivel 1, se realiza la limpieza e inspección inicial. El objetivo del nivel o paso uno es aumentar la eficiencia de las máquinas y encontrar problemas, que no se han planteado antes. También se eliminan los artículos y equipos innecesarios y se realiza una limpieza general para eliminar la suciedad y el polvo (Venkatesh M & d Saravana Natarajan, 2019).

Nivel 2, se eliminan todas las fuentes de contaminación, suciedad y aceite. Los lugares que son difícil son de limpiar e inspeccionar se reubican o se vuelven a montar para permitir el acceso.

Nivel 3, introduce estándares para la limpieza, lubricación y mantenimiento. Deben asegurarse de que la limpieza se realice de manera efectiva. Las áreas de problemas se examinan más de cerca para identificar los lugares donde la lubricación ha sido ineficiente e insuficiente. El proceso también se documentará con fines de auditoría, donde tengamos la situación antes de la limpieza y después de la limpieza. Esta es una manera fácil de darse cuenta de los cambios positivos logrado por TPM (Venkatesh M & d Saravana Natarajan, 2019).

Nivel 4, el personal será capacitado y asesorado en las funciones y controles básicos de las máquinas que utilicen. Esto asegurará que sean capaces de realizar tareas de mantenimiento fáciles por su cuenta y que sean conscientes de las funciones de la máquina con la que están trabajando (Venkatesh M & d Saravana Natarajan, 2019).

Nivel 5, resume los estándares y aprendizajes adquiridos por la formación en el tercer y cuarto nivel y es hora de que el operador comience a realizar la tarea básica de inspección y mantenimiento de forma autónoma. En esta etapa tomamos fotografías de los resultados finales y las imágenes se compararán con las fotografías tomadas en las etapas anteriores. Comparar las imágenes es un método muy fácil y directo utilizado para documentar los logros del proyecto TPM (Venkatesh M & d Saravana Natarajan, 2019).

Para comenzar a aplicar las ideas de TPM a las actividades de mantenimiento de la planta, toda la fuerza laboral debe Inicialmente estar convencido de que la gerencia de nivel superior está comprometida con el programa. El paso principal durante este esfuerzo es emplear o designar un planificador u organizador de TPM. Es la responsabilidad del planificador u organizador de vender las ideas de TPM a la fuerza laboral a través de un programa de iluminación y educación. Tratar de hacer un trabajo intensivo de enseñanza y convencer a la fuerza laboral de que TPM simplemente no es otro "programa del mes", un tiempo, tal vez un año o más, sino la rutina futura (Cudney & Agustiady, 2016).

La implementación de TPM incluye los siguientes ocho pilares: mantenimiento autónomo, mejora focalizada, mantenimiento planificado, capacitación en habilidades operativas y de mantenimiento, gestión temprana, mantenimiento de la calidad, TPM en departamentos administrativos y de apoyo, construcción de un sistema seguro y respetuoso con el medio ambiente. el programa TPM puede implementarse en cuatro fases principales, según se indica a continuación:

Fase 1: Preparación, en esta sección, la administración al más alto o nivel superior tiene la responsabilidad de anunciar la elección de introducir el programa TPM y organizar un ambiente aceptable. Se desarrolla un programa para: reducir las pérdidas de equipo, crear un programa de mantenimiento autónomo, mejorar el control interno y abastecer al personal (gerentes y operadores) con coaching y educación (Herrmann, 2004).

Fase 2: Implementación preliminar, los operadores están involucrados en el mantenimiento las actividades y también las principales habilidades y competencias se proporcionan a todos los trabajadores. Sin embargo, antes de que comience el empleado individual, los gerentes elaboran una idea para detectar tareas iniciales y desarrollar procedimientos) (Herrmann, 2004).

Fase 3: Implementación de TPM, el enfoque principal aquí es mejorar la efectividad del equipo por medio de técnicas específicas. Durante esta parte los operadores se ven afectados en el programa de mantenimiento autónomo, requiriendo la mejora de sus niveles de capacidad (Herrmann, 2004).

Fase 4: Estabilización: en esta etapa, la organización continuará el programa TPM mediante el uso de método de mejora continua. Durante esta sección, los objetivos de mantenimiento o mantenimiento se incorporan a la estrategia de negocio. Comprobación de los resultados de forma continua y adicional a la seguridad de que las habilidades de TPM pueden alcanzarse mediante la designación del desempeño del grupo. En cada sección del programa

hay muchos pasos a desarrollar y roles a cumplir por altos directivos, gerencia de nivel medio, ingenieros, técnicos de mantenimiento y operadores, haciendo que el método de implementación de TPM sea avanzado (Herrmann, 2004).

Poka Yoke

En la década 1960 Shigeo Shingo creó esta técnica para la garantía de la calidad, ya que en el desarrollo de las operaciones es importante que el flujo no se detenga y/o genere productos defectuosos a casusa de errores humanos o métodos de trabajo. La importancia de su implementación sirve para asegurar la calidad en los puestos de trabajo, conocimiento en sobre las actividades de los colaboradores para subir el nivel de desempeño y la reducción o eliminación de los errores (mudas) (Socconini, 2019).

La técnica Poka Yoke tiene como principal función detectar y eliminar los defectos en dos momentos cruciales, antes de que ocurra (advertencias) y una vez ocurridos (alarma), esto con la finalidad para eliminar las inspecciones de control de calidad y buscar una filosofía de 0 defectos (Oeldorf & Klaus, 2018).

1.4. Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de la propuesta de Lean Manufacturing sobre la productividad en la línea de tolvas de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021?

1.5. Objetivos

Objetivo General

Determinar la influencia de la propuesta de Lean Manufacturing sobre la productividad en la línea de tolvas de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021.

Objetivos Específicos

Diagnosticar la situación actual que afecta la productividad en la línea de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021.

Desarrollar la propuesta de Lean Manufacturing en la línea de tolvas de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021.

Evaluar la productividad después de la propuesta de mejora de Lean Manufacturing en la línea de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021.

1.6. Hipótesis

La propuesta de Lean Manufacturing aumenta la productividad en la línea de tolvas de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021.

1.7. Justificación

Justificación teórica

Se realiza la Propuesta de Lean Manufacturing para aumentar la productividad en la línea de tolvas de una empresa metalmecánica, través de sus herramientas como 5s' y TPM en las áreas críticas del área productiva, pues es de gran valor porque mejora el uso de infraestructura original, que no justifica su inversión por el tamaño de la producción y que puede seguir operativa y competitiva con mejora de procesos, sobre todo incrementando el criterio de método a la productividad: $\text{Productividad} = \text{Método (M)} \times \text{Rendimiento (P)} \times \text{Utilización (U)}$ (Nemur, 2016), ya que típicamente se lo mide como $\text{Productividad} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}}$.

Justificación práctica

La propuesta permite comparar la productividad inicial y final en la línea de tolvas en una empresa metalmecánica mediante la cuantificación de indicadores a través del costo, calidad y tiempo. Además, mejora la cadena de suministro y le permite ser eficiente como innovadora, siendo oportunidad de mejora para la empresa.

Justificación metodológica

La propuesta de Lean Manufacturing al ser medida por indicadores cuantificados, estos tendrán resultados como la producción mensual, los tiempos de paradas, y costos. Por lo que,

proporciona a la comunidad científica y tecnológica una guía a modo de consulta en la mejora de productividad en líneas productivas del sector metalmeccánico.

1.8. Aspectos éticos

El presente estudio se guía bajo los aspectos éticos que rige a toda investigación de carácter académico científico, teniendo como principal propósito que el presente trabajo se encuentra: Dispensa de todo fraude científico o de invención parcial o total de los datos que se hayan utilizado para el desarrollo del presente estudio.

Libre de falsificación y/o manipulación de información alterada o incierta con el objetivo de obtener resultados congruentes a la hipótesis planteada por la investigación.

Exento de cualquier acto de plagio o apropiación de ideas, sin citar ni reconocer la fuente real de investigación de alguna información empleada, en el presente estudio se ha respetado en todo momento la propiedad intelectual y se ha realizado el respectivo reconocimiento a las fuentes utilizadas.

Libre de conflictos de conciencia., puesto que las posturas y creencias de los coautores con respecto a un tema en particular no influyen de ninguna manera en los resultados de la investigación.

Finalmente, la presente investigación no va contra ningún interés ni atenta contra el bienestar de la unidad de estudio, debido a que la empresa ha facilitado todos los datos e información requerida con el objetivo de desarrollar el presente estudio, el cual será en beneficio para ambas partes

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación es cuantitativa por su nivel de medición. También, es aplicada porque utiliza los conocimientos adquiridos para enriquecer el estudio partiendo de una situación problemática que necesita una intervención y mejora. Además, la selección de teorías, el diagnóstico y prueba que son ejes esenciales (Vargas Cordero, 2009). Según el diseño es propositiva, pues se debe argumentar con solidez la propuesta a presentar (Tantaleán Odar, 2016) que se forma con lo descrito en líneas anteriores.

$$M: O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Donde:

M: Muestra

O₁: Productividad antes.

X: Propuesta de Lean Manufacturing

O₂: Productividad después

2.2. Población y Muestra

La población está compuesta por los procesos de la empresa metalmecánica durante el año 2021.

La muestra está conformada por los procesos de mano de obras, maquinaria y total en la línea de tolvas de la empresa metalmecánica.

2.3. Técnicas e Instrumentos

Tabla 1
Técnicas e instrumentos para recolectar

Objetivo	Técnica	Instrumentos
Diagnosticar la situación actual que afecta la productividad en la línea de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021.	Encuesta Análisis documental Análisis documental Análisis documental Análisis documental Encuesta	Cuestionario de auditoría 5S' (Flujograma de operaciones) Cuestionario de causas que afectan la productividad Diagrama de Ishikawa Diagrama de Pareto Análisis de criticidad
Desarrollar la propuesta de Lean Manufacturing en la línea de tolvas de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021.	Análisis documental Análisis documental Análisis documental Análisis documental Análisis documental	Ficha de tiempos muertos por paradas Fichas de registro de la producción mensual actual Monetización de pérdidas Mantenimiento Productivo Total 5S' Poka Yoke
Evaluar la productividad después de la propuesta de mejora de Lean Manufacturing en la línea de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021.	Análisis documental Análisis documental Análisis documental Análisis documental Análisis documental	Cumplimiento de las 5S propuesta Tabla de mantenimiento programado Controles y advertencia Poka Yoke Evaluación económica financiera Productividad propuesta

Nota. Matriz para recolección de datos de la empresa.

Tabla 2

Instrumentos y técnicas de análisis de datos

Objetivo	Técnicas estadísticas	Instrumentos	Análisis de datos
Diagnosticar la situación actual que afecta la productividad en la línea de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021.	Consolidado y Ponderación Consolidado	Cuestionario de auditoría 5S' Diagrama de operaciones	Cada instrumento permitió obtener información requerida de las causas que generan la baja productividad, respecto al material, maquinaria, colaboradores y tiempos que intervienen en la producción de tolvas.
	Consolidado y Ponderación	Cuestionario de causas que afectan la productividad	
	Consolidado	Diagrama de Ishikawa	
Desarrollar la propuesta de Lean Manufacturing en la línea de tolvas de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021.	Priorización y Tabulación	Diagrama de Pareto	Conocer de los tiempos muertos por las maquinarias, errores o fallos en producción, así poder confirmar con la ficha los niveles de productividad actuales con los que la empresa trabaja, asimismo la monetización de las pérdidas y desarrollar las herramientas.
	Consolidado y Tabulación	Ficha de porcentaje muertos por paradas	
	Consolidado y Tabulación	Fichas de registro de la producción mensual actual	
	Consolidado y Tabulación	Monetización de pérdidas	
	Consolidado y Tabulación Consolidado	Mantenimiento Productivo Total 5S' Poka Yoke	
Evaluar la productividad después de la propuesta de mejora de Lean Manufacturing en la línea de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021	Ponderación	Cumplimiento de las 5S propuesta	Mediante ello, permitirá evaluar el aumento de la productividad junto a la parte económica – financiera.
	Consolidado y Tabulación	Tabla de mantenimiento programado	
	Consolidado y Tabulación	Evaluación económica financiera	
	Consolidado y Tabulación	Productividad propuesta	

El diagnóstico se inició con la visita a una empresa metalmecánica, ubicada en el departamento de La Libertad, con el propósito de conocer y entrevistarnos con el Gerente general, y el respectivo jefe del área de producción, especializado en la línea de tolvas. Luego de ello, se procedió a la observación de los procesos en las áreas, a partir de esto se realizó el análisis documental y toma de datos, lo que nos sirvió para poder realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa. Finalmente se identificaron las pérdidas económicas a causa de los problemas encontrados y cuantificarlos.

Para la etapa de la selección de las herramientas, se comenzó con la búsqueda de antecedentes en trabajos similares tanto a nivel internacional, nacional y local. En base a lo investigado se procedió a plantear las posibles herramientas que podrían servir como alternativa de solución a los problemas, se evaluó que la alternativa cumpla con los requisitos establecidos, de esta manera se filtró las herramientas idóneas para la empresa, descartando a las que no cumplían o solucionaban las problemáticas.

Se prosiguió con la cuantificación de la variable dependiente, desarrollando las herramientas seleccionadas con anterioridad, las cuales fueron 5S', TPM y Poka Yoke para después realizar las evaluaciones correspondientes, con comparaciones del antes y después del desarrollo de la propuesta de Lean Manufacturing. En caso la productividad aumente, se procede a la comprobación de la hipótesis, por otro lado, si no se cumple, se modifica la propuesta.

2.4. Procedimiento

Tabla 3

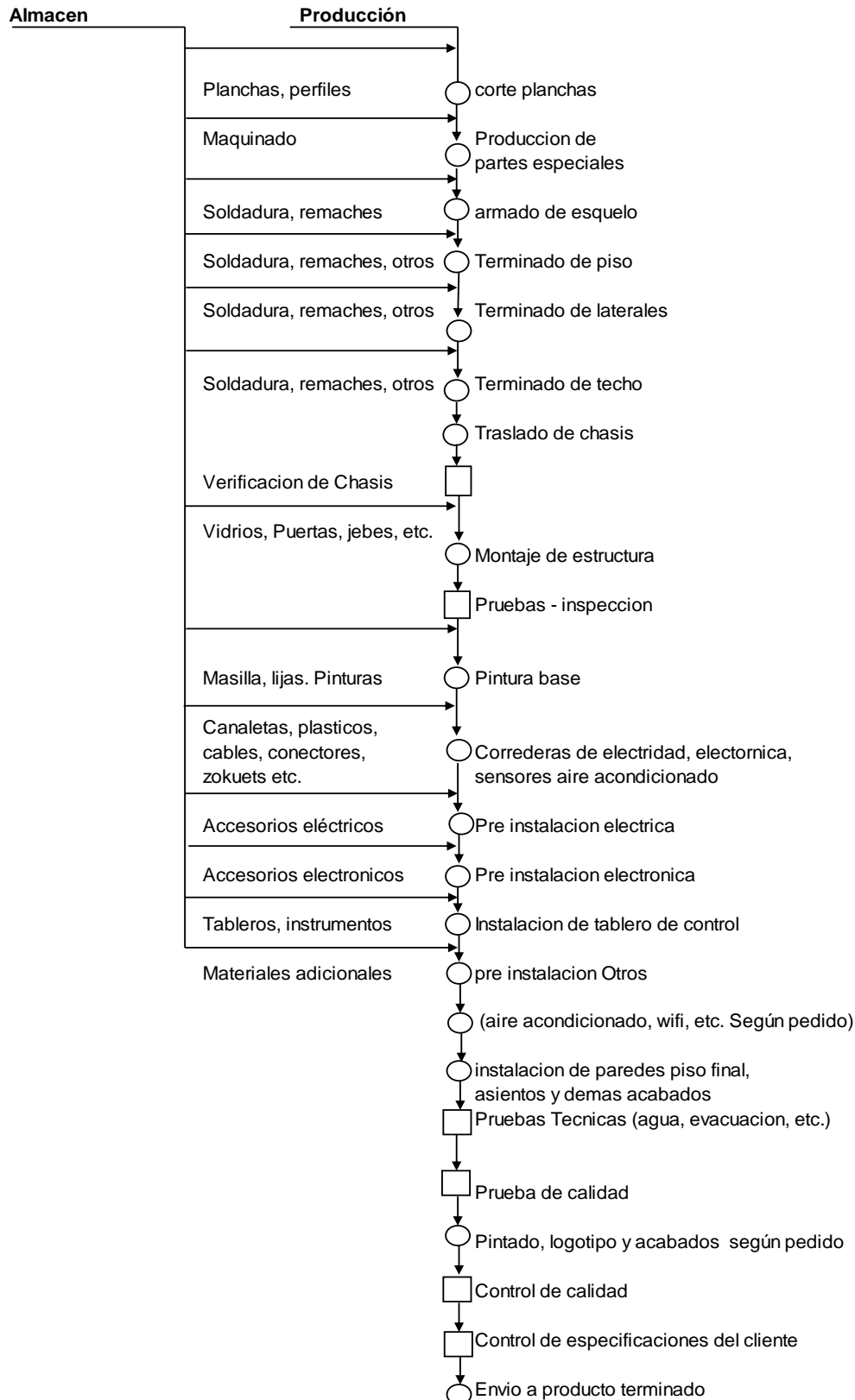
Matriz operacional

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VI: Lean Manufacturing	Lean Manufacturing es una filosofía que busca la mejora continua y optimiza los recursos, eliminando la sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesador, inventario, movimientos y defectos (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013).	Lean Manufacturing tiene como objetivo fundamental la eliminación de los despilfarros en la línea de producción, aquello que no agrega valor y el cliente no tiene la disposición de pagar por ello (Vargas Hernández et al., 2018).	5S'	Clasificar = $(\text{Índice alcanzado} / \text{Índice esperado}) * 100$	Razón
				Ordenar = $(\text{Índice alcanzado} / \text{Índice esperado}) * 100$	Razón
				Limpiar = $(\text{Índice alcanzado} / \text{Índice esperado}) * 100$	Razón
			TPM	Estandarizar = $(\text{Índice alcanzado} / \text{Índice esperado}) * 100$	Razón
				Disciplina = Índice de cumplimiento de 5s (%)	Razón
				% Paradas = $(\text{tiempo parado} / \text{tiempo programado})$	Razón
Poka Yoke	% Productos defectuosos = $(\text{Productos con defectos} / \text{Producción Total}) * 100$	Razón			
VD: Productividad	Es el uso de los recursos de manera óptima que se mide con la producción total obtenida, garantizando la rentabilidad de la organización frente a sus competidores (Torres Hernández, 2015)	Es la relación que existe entre el volumen total de producción y los recursos usados para la producción requerida (Fontalvo Herrera et al., 2018).	Eficiencia	Eficiencia = $(\text{Horas máquinas utilizadas} / \text{Horas máquinas disponible}) * 100$	Razón
			Eficacia	Eficacia = $(\text{Producción real} / \text{Producción programada}) * 100$	Razón

Diagnóstico del área problemática

Figura 1

Diagrama de operaciones del proceso



Nota. Se muestra el diagrama de operaciones del proceso respecto a la producción de tolvas brindada por la empresa.

Para realizar el diagnóstico de la situación actual, se realizó en primera instancia un cuestionario de las 5S al supervisor general de planta, pues lleva más de 5 años en el puesto y conoce a cada uno de sus colaboradores, sus funciones y si estos cumplen las culturas que la empresa busca implantar en la empresa. Se hizo una auditoría inicial y para ponderar los datos del estudio se usó la escala de Likert, aplicado en un rango de valores que van de 0 a 4 (ver tabla 4) y los detalles de cada S respecto a ellos en los anexos 01,02,03,04 y 05.

Tabla 4

Escala de Likert

Detalle	Calificación
Nunca	0
Casi Nunca	1
A veces	2
Casi Siempre	3
Siempre	4

Nota. Escala de calificación para cuestionar para medir el nivel respecto a una declaración (Matas, 2018).

Tabla 5

Resumen de auditoría 5S

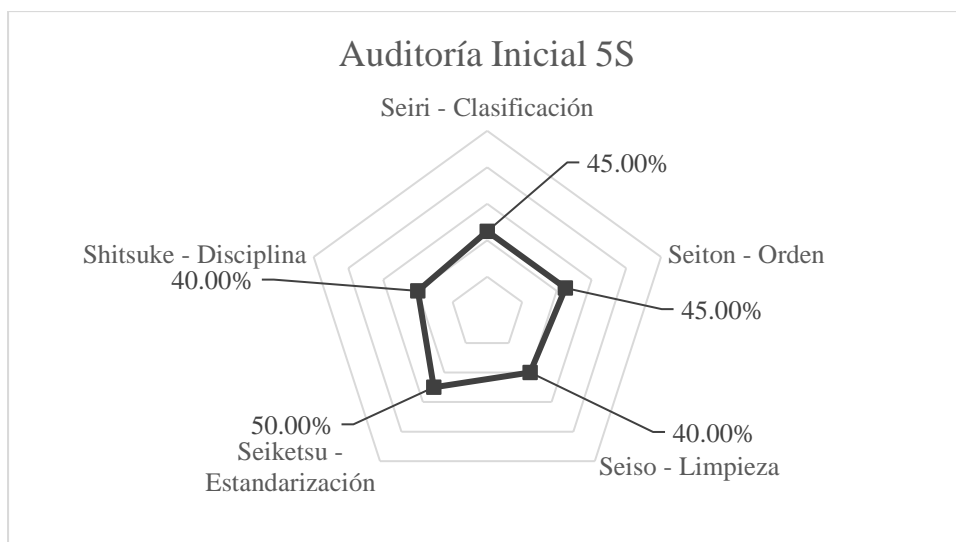
S	Puntaje	Porcentaje
Seiri - Clasificación	12	45.00%
Seiton - Orden	10	45.00%
Seiso - Limpieza	8	40.00%
Seiketsu - Estandarización	10	50.00%
Shitsuke - Disciplina	7	40.00%

Nota. Se muestra el resumen de los resultados obtenidos de los anexos 1,2,3,4 y 5.

Los porcentajes de cada S respecto al 100% se muestran en la siguiente figura, que proporciona una visión actual de la empresa en el área de tolvas y la amplitud en que los colaboradores están implicados.

Figura 2

Evaluación 5S actual



Nota. Se aprecia que actualmente la empresa lleva a cabo sus procesos por debajo del 50% respecto al cuestionario.

Para la determinación de las causas y efectos de la baja productividad se escuchó la problemática del personal responsable directo de muestra, ya que son 37 los involucrados en el área de tolvas, que se detalla en la tabla 6.

Tabla 6

Personal convocado para determinación de Causa Efecto y Pareto

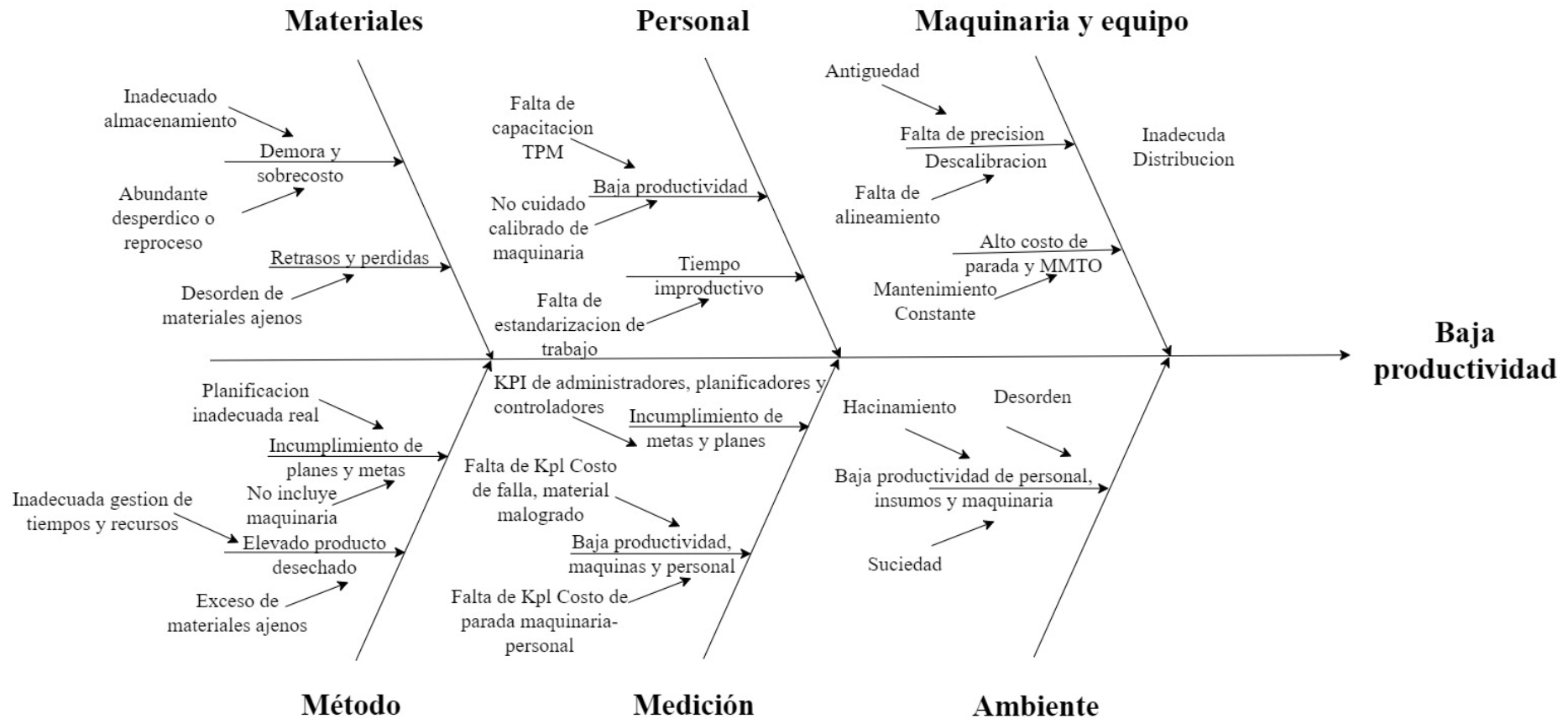
Área	Personal
Gerencia de producción	1
Área de Corte Doble	2
Área de maestranza	2
Producción de Soldadura	2
Acabado - pintura	2
Calidad	1
Contabilidad (Control Interno)	1
Almacén	1
Total	12

Nota. Se indicó la cantidad de colaboradores para la determinación.

Con un total de 12 colabores, se escuchó los motivos que los responsables de los trabajos que presentan retraso, pérdida de tiempo, materiales, espacio y en general de los activos fijos. Se abordaron preguntas como: ¿Cuál es la causa de que no trabaje en forma continua?, ¿Por qué tienen elevado índice de reparación, corrección, reprocesamiento?, ¿Qué afecta el tiempo, por lo que no cumple con las metas de programación?, ¿Por qué tantos errores en las líneas productivas? Tras ver las problemáticas, los efectos que llevan las causas se elaboró el diagrama de causa y efecto que se muestra en la figura 2.

Figura 3

Diagrama de causa - efecto



Nota. Diagrama de Ishikawa basado en información recolectada.

También se separó una valoración con los participantes para priorización de causas vinculadas la baja productividad, desperdicio. Se asignó una votación, se puso indicador de ponderación y de prioridad (ponderación = importante, prioridad = urgencia) y se detalla en las siguientes tablas

Tabla 7

Priorización de causas - Maquinaria

Maquinaria	Votación	Prioridad	Ponderación	Resultado
1 Antigua	1	1	10	10
2 Descalibración	6	1	20	120
3 Falta de alineamiento	3	3	10	90
4 Alto costo de mantenimiento	1	3	10	30
5 Falla constante	1	2	30	60
Total	12	10	80	310

Tabla 8

Priorización de causas – Materiales

Materiales	Votación	Prioridad	Ponderación	Resultado
1 Desorden de materiales	2	1	10	20
2 Exceso de materiales	2	1	10	20
3 inadecuada organización	4	2	50	400
4 Desperdicio reproceso	2	2	20	80
5 Demora en flujo de traslado	2	1	10	20
Total	12	7	100	540

Tabla 9

Priorización de causas - Medición

Medición	Votación	Prioridad	Ponderación	Resultado
1 Falta KPI productividad de maquinas	5	3	50	750
2 Propensión a errores	5	3	20	300
3 Medición de falla - costo mantenimiento	1	1	10	10
4 Medición Falla - costo de parada	1	2	10	20

Medición	Votación	Prioridad	Ponderación	Resultado
Medición tiempo – costo de 5 tiempo de espera	0	2	10	0
Total	12	11	100	1080

Tabla 10

Priorización de causas – Medio Ambiente

Medio Ambiente	Votación	Prioridad	Ponderación	Resultado
1 Desorden - MA	2	2	10	40
2 Hacinamiento	2	3	10	60
3 Desorganización	2	3	50	300
4 Layout	3	2	20	120
5 Suciedad	3	1	10	30
Total	12	11	100	550

Tabla 11

Priorización de causas – Mano de obra

Mano de obra	Votación	Prioridad	Ponderación	Resultado
1 Falta de capacitación TPM	9	3	50	1350
Falta de estandarización de 2 trabajo	1	3	20	60
Falta de cuidado de 3 maquinaria	1	2	10	20
4 Comunicación inadecuada	1	1	10	10
5 Tardanzas	0	2	10	0
Total	12	11	100	1440

Tabla 12

Priorización de causas – Método

Método	Votación	Prioridad	Ponderación	Resultado
1 Planificación inadecuada	2	3	50	300
Planificación no responde a 2 realidad	7	3	20	420
No enfocado en cuidar la 3 maquinaria	1	2	10	20
4 Exceso de materiales ajenos	1	1	10	10
5 No se cumple normativa	1	1	10	10
Total	12	10	100	760

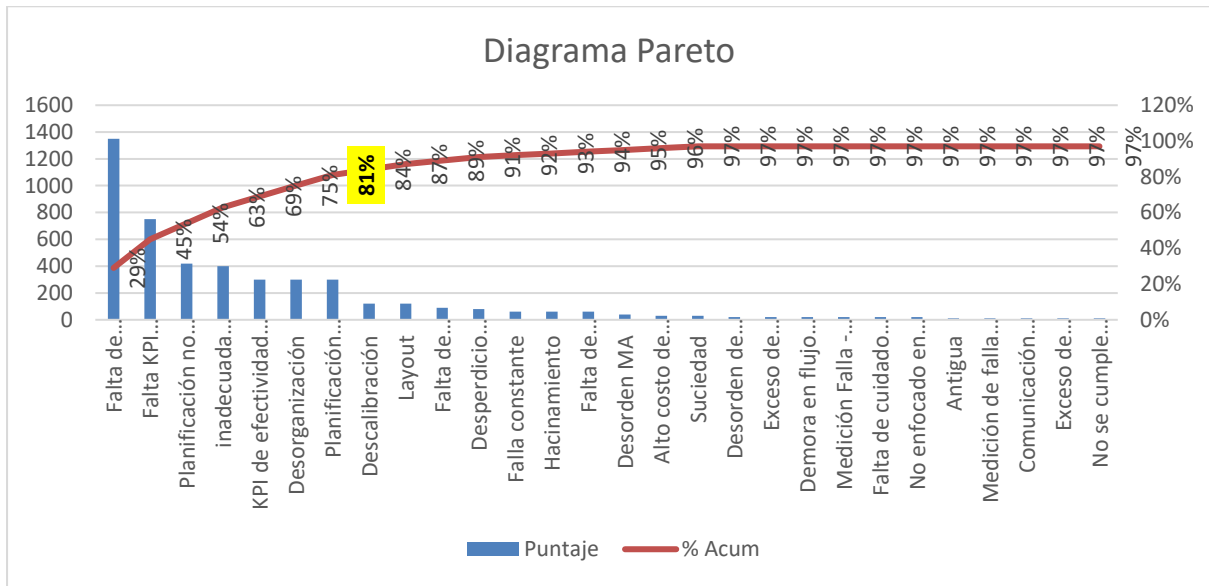
Tabla 13

Priorización de Pareto

Causas	Puntaje	%	% Acumulado
Falta de capacitación TPM	1350	29%	29%
Falta KPI productividad de maquinas	750	16%	45%
Planificación no responde a realidad	420	9%	54%
inadecuada organización	400	9%	62%
KPI de efectividad de gestión operativa	300	6%	69%
Desorganización	300	6%	75%
Planificación inadecuada	300	6%	82%
Descalibración	120	3%	84%
Layout	120	3%	87%
Falta de alineamiento	90	2%	89%
Desperdicio reproceso	80	2%	90%
Falla constante	60	1%	92%
Hacinamiento	60	1%	93%
Falta de estandarización de trabajo	60	1%	94%
Desorden MA	40	1%	95%
Alto costo de mantenimiento	30	1%	96%
Suciedad	30	1%	96%
Desorden de materiales	20	0%	97%
Exceso de materiales	20	0%	97%
Demora en flujo de traslado	20	0%	98%
Medición Falla - costo de parada	20	0%	98%
Falta de cuidado de maquinaria	20	0%	99%
No enfocado en cuidar la maquinaria	20	0%	99%
Antigua	10	0%	99%
Medición de falla - costo mantenimiento	10	0%	99%
Comunicación inadecuada	10	0%	100%
Exceso de materiales ajenos	10	0%	100%
No se cumple normativa	10	0%	100%
Falta de capacitación TPM	0	0%	100%
Falta KPI productividad de maquinas	0	0%	100%
TOTAL	4680	100%	

Figura 4

Diagrama de causa - efecto



Nota. El diagrama de Pareto muestra las principales causas encontradas 80%.

Tabla 14

Matriz de Indicadores de causa raíz

N° CR	Causa Raíz	Indicador	Formula	Valor Actual	Valor Meta	Productividad Inicial	Productividad mejorada	Beneficio	Herramienta
1	Falta de capacitación TPM	Nivel de personal con capacitación TPM en su maquinaria NC-TPM	(Personal de Maquinaria con capacitación) / (Total Maquinaria con personal)	0.00%	80%	S/ 197,719.43	S/ 206,245.09	S/ 8,525.66	TPM
2	Falta de KPI productividad de maquinas	% Trabajos con errores maquinaria	(Trabajos con defectos por maquina) / (Total trabajo de Maquinaria) *100	16.60%	3%	S/ 164,898.00	S/ 252,665.66	S/ 87,767.65	
3	Planificación inadecuada	% operación a prueba de errores	(Operaciones con errores) / (Total operaciones) *100	25.89%	3%	S/ 146,529.87	S/ 250,815.00	S/ 104,285.13	
4	Propensión a errores debido a diversificación y complejidad de productos	% de procesos con riesgo de errores prevenidos	(Prevención de error) / (Errores posibles en operación)	52.08%	95%	S/ 94,747.15	S/ 238,297.38	S/ 143,550.24	Poka Yoke
5	Desorganización	% de procesos con tiempos i movimiento	(Procesos con tiempos y movimiento) / (Total procesos)	36.00%	90%	S/ 126,540.43	S/ 228,761.38	S/ 102,220.94	
6	Inadecuada disciplina organización de trabajo	% de procesos con clasificación y limpieza	(Procesos con clasificación y limpieza) / (Total procesos)	20.00%	95%	S/ 158,175.54	S/ 239,042.79	S/ 80,867.25	
7	Planificación irrealista por maquinaria	% de procesos y maquinaria con determinación de tiempo	(Procesos y máquina con gestión de tiempo) / (Total procesos)	16.00%	80%	S/ 166,084.32	S/ 231,331.73	S/ 65,247.41	5S
8	Baja estandarización	% de operaciones procesos estandarizados	(Operaciones-procesos estandarizados) / (Total procesos y operaciones)	25.00%	80%	S/ 148,289.57	S/ 228,761.38	S/ 80,471.81	

2.5. Solución de la Propuesta

Descripción de Causas Raíz

De la auditoria 5S. Baja clasificación, orden y limpieza, esto se debe a los constantes fallos y actividades imprevistas por la parada que llevan a desorden por hacer cosas no planificadas.

Baja estandarización, se requiere estandarizar el trabajo y tiempos incluyendo los ajustes y precisión. Por otro lado, se requiere la adecuada gestión de los planificadores.

Pobre disciplina, no se solucionan los problemas y por tanto no se tiene una conducta o ritmo de trabajo ordenado, que está en manos de los supervisores.

De Pareto. Las principales causas que limitan la productividad, acorde al modelo de Pareto son: Falta de capacitación TPM, la empresa tiene 50 años y su maquinaria, equipos y herramientas están más allá de su periodo de depreciación, por ello su constante imprecisión, Descalibración, margen de error, requiere acciones más seguidas durante el día (ajustes y comprobaciones durante el día o cada cierto tramo). Otros aspectos son las herramientas y equipo general (grúas, tecles, transportadores) que requieren organización para mantenimiento y funcionamiento óptimo (limpieza, engrase, desengrase, revisión de controles, etc.) estos son acciones pequeñas que requiere hacerlo el usuario y que le ayudan a salir de la monotonía del trabajo.

Falta KPI productividad de máquinas, dado que estas fallan es importante tener indicadores, sobre todo con miras a que el operador sea el que calibre.

Planificación no responde a realidad, pese a que la maquinaria tiene paradas, y se interrumpe sistemáticamente en la planificación tiene que considerar esto, pes de otra manera es irreal, retrasa la producción y la entrega, siendo el tiempo un factor fundamental de la calidad y fidelización de los clientes.

Inadecuada organización, esto está vinculado a que la planificación no responde a la realidad, por ello se producen atrasos, y en general desorden, desorden por retrasos en maquinaria, paradas de personal buscando hacer otra actividad, etc.

Propensión a errores debido a diversificación y complejidad de productos.

Desorganización, la organización es poner nombres, ubicaciones plazos a fin de que no haya perdidas, búsqueda, retrasos, esto lleva a la necesidad de estandarizar el trabajo, lo que tienen que ir de la mano un TPM de los usuarios y una mejor planificación de mantenimiento.

Planificación inadecuada, debido a los retrasos porque la maquinaria y personal no responde la situación ideal.

Por lo que, la propuesta de Lean Manufacturing tiene tres enfoques TPM, 5S y Poka Yoke, pues estas son las que principalmente causan pérdida de productividad.

La productividad es evaluada a través de la eficiencia y eficacia de los factores productivos en la empresa estos son maquinaria y equipo (Activos fijos), Personal de producción, materias primas. Todo ello lleva a la productividad total que es la eficiencia y eficacia de los recursos productivos que usa la empresa para generar utilidad operativa.

Tabla 15

Productividad promedio equipo mensual 2021

Equipos	Horas programadas mensuales	Tiempos de parada promedio mensual	Eficiencia de uso
Plasma	247	44.46	82.00%
Cizalla	247	39.52	84.00%
Cizalla	247	41.99	83.00%
Plegadora	247	24.7	90.00%
Plegadora	247	27.17	89.00%
Taladro	247	37.05	85.00%
Taladro	247	46.93	81.00%
Torno	247	29.64	88.00%
Torno	247	34.58	86.00%
Máquina de soldar	247	32.11	87.00%
Máquina de soldar	247	29.64	88.00%
Máquina de soldar	247	24.7	90.00%

Equipos	Horas programadas mensuales	Tiempos de parada promedio mensual	Eficiencia de uso
Máquina de soldar	247	29.64	88.00%
Máquina de soldar	247	37.05	85.00%
Máquina de soldar	247	44.46	82.00%
Máquina de soldar	247	32.11	87.00%
Diversos de pulido	247	46.93	81.00%
Diversos de pintado	247	34.58	86.00%
Diversos de operaciones mecánicas	247	41.99	83.00%
Diversos de espacio	247	37.05	85.00%
Promedio		35.82	85.50%

Nota. Eficiencia en uso de tolvas basado en información recolectada.

En la tabla 15, se aprecia que la productividad promedio de equipos en el área de tolvas que su eficiencia de uso promedio fue de 85.50%; y que el tiempo de parada promedio mensual fue de 35.82 horas.

Tabla 16

Producción real promedio mensual 2021

Tolvas	Peso Unitario	Cantidad	Peso Total
18 m3 pp	4,930	3	14,790
15 m3 pp	5,390	5	26,950
15 m3 sc	4,850	2	9,700
24 m3 sc	8,432	20	168,640
TOTAL		30	220,080

Nota. Eficacia de producción de tolvas, que tomó como indicador el peso. Basado en información recolectada.

En la tabla 16 se aprecia a la producción promedio real lograda; con un peso total de 220,080 kg y con una cantidad total de 30 tolvas.

Tabla 17

Producción planificada promedio mensual 2021

Tolvas	Peso Unitario	Cantidad	Peso Total
18 m3 pp	4930	6	29,580
15 m3 pp	5390	5	26,950
15 m3 sc	4850	5	24,250
24 m3 sc	8,432	20	168,640
TOTAL		36	249,420

Nota. Basado en información recolectada.

Como se aprecia en la tabla 17 la producción planificada fue de 249,420 kg; con una cantidad total de 36 tolvas.

Sin embargo, solo se logró terminar 220,080 kg, es decir un 88.24% de eficacia en el logro de metas como se muestra a continuación:

$$Eficacia = \frac{\text{Real}}{\text{Planificado}} = \frac{249,420}{220,080} = 88.24\% \quad (1)$$

Por otro lado, el personal tiene sueldos diversos de acuerdo con la función que desempeñan, se dividen en 3 grupos: Supervisores, técnicos y obreros.

Tabla 18

Relación de personal involucrada en el área de tolvas

Tipo de personal	Cantidad	Sueldo promedio	Total mensual S/.
Supervisores y administrativos (*)	7	S/ 4,000.00	S/ 28,000.00
Técnicos (**)	21	S/ 2,500.00	S/ 52,500.00
Obreros	9	S/ 1,200.00	S/ 10,800.00
Total	37		S/ 91,300.00

Nota. Basado en información recolectada; (*) ingenieros, control de calidad, planificadores, control de producción; (**) soldadores, torneros, pintores etc.

En la tabla 18 se aprecia la relación de personal; con un pago mensual de 91,300.00 soles a los colaboradores involucrados que realiza la empresa metalmecánica, es decir 1,095,600.00 soles en el 2021.

El impacto de los tiempos de parada en la producción de tolvas afecta en forma diferente al diverso tipo de personal. Para el personal supervisor y administrativo la pérdida de tiempo promedio fue de 11%, en el de los técnicos 15% y en los obreros 26.50%; si bien es cierto que lo ocupan en otras actividades, eso no es su función, ni aporta el valor agregado de su contratación.

Tabla 19

Eficiencia de tiempo según nivel laboral - 2021

Tipo de personal	Cantidad	Tiempo de parada	Tiempo usado	Horas Planificado (*)	Horas Usadas
Supervisores y administrativos	7	11.00%	89.00%	1,344	1,196.16
Técnicos	21	15.00%	85.00%	4,704	3,998.40
Obreros	9	26.50%	73.50%	2,016	1,481.76
Total	37			8,064	6,676.32

Nota. Basado en información recolectada; (*) 48 horas para supervisores, 56 horas para obreros y técnicos semanales.

La eficiencia del tiempo fue de 82.79 %, que relaciona las horas usadas entre las horas planificadas junto al sueldo que se les paga.

Respecto a la eficacia del personal fue de 83.33% para el 2021

$$Eficacia = \frac{\text{Tolvas Producidas}}{\text{Tolvas Planificadas}} = \frac{30}{36} = 83.33\% \quad (2)$$

Monetización de Pérdidas

Tabla 20

Pérdidas por unidades no producidas 2021

Mes	Planificado	Producido	Utilidad bruta perdida 5,500 USD	Utilidad neta estimada
Enero	40	34	\$187,000.00	\$71,400.00
Febrero	32	31	\$170,500.00	\$65,100.00
Marzo	34	30	\$165,000.00	\$63,000.00
Abril	34	29	\$159,500.00	\$60,900.00

Mes	Planificado	Producido	Utilidad bruta perdida 5,500 USD	Utilidad neta estimada
Mayo	35	28	\$154,000.00	\$58,800.00
Junio	36	29	\$159,500.00	\$60,900.00
Julio	39	31	\$170,500.00	\$65,100.00
Agosto	39	25	\$137,500.00	\$52,500.00
Setiembre	37	35	\$192,500.00	\$73,500.00
Octubre	40	31	\$170,500.00	\$65,100.00
Noviembre	36	26	\$143,000.00	\$54,600.00
Diciembre	30	28	\$154,000.00	\$58,800.00
Total 2021	432	357	\$1,963,500.00	\$749,700.00

Nota. Basado en información recolectada; (*) Utilidad bruta perdida en promedio \$5,500.00 por unidad. La utilidad bruta es diferente de la utilidad neta. La utilidad neta estimada es \$2100.00.

En la tabla 20 se aprecia que se generó una utilidad neta estimada de \$749,700.00 anual, con un promedio de \$62,475.00. Se considera 3.50 soles como tipo de cambio. Por lo que, en moneda nacional sería S/ 218,662.50; pues el promedio total planificado fue de 36 tolvas y tan solo se produjeron 30 tolvas, determinando una pérdida promedio de S/ 45,937.50.

Desarrollo de Herramientas

La propuesta de Lean tiene tres enfoques TPM, 5S y Poka Yoke, pues estas son las que principalmente causan pérdida de productividad (ver tabla 21), esta se aprecia en la figura 5.

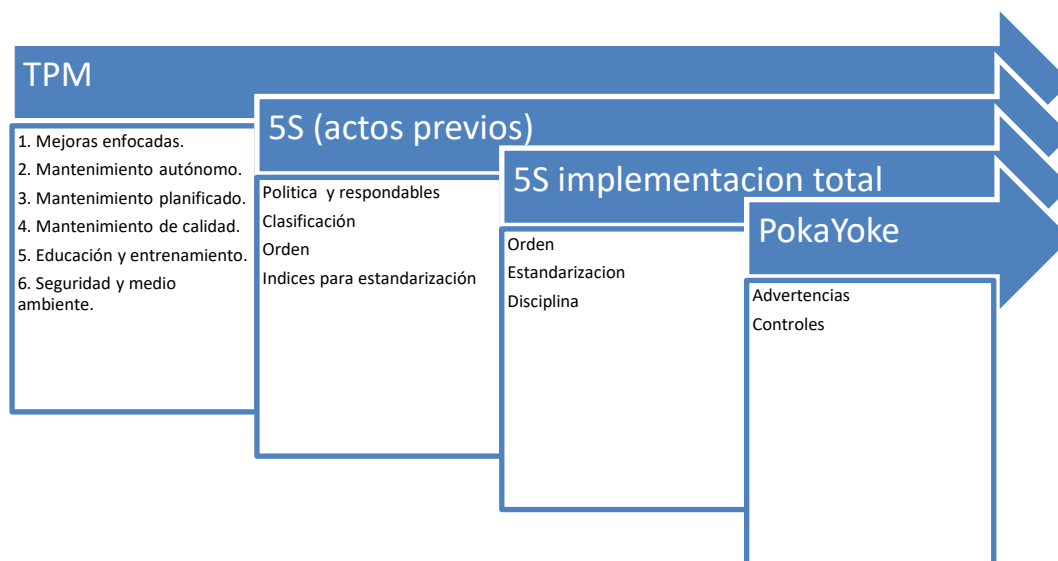
Tabla 21

Causas Priorizadas

Causa	Herramientas
Falta de capacitación TPM	TPM
Falta de KPI productividad de maquinas	TPM
Planificación irrealista por maquinaria	5S
Desorganización	5S
Planificación inadecuada	Poka Yoke
Inadecuada disciplina organización de trabajo	5S
Baja estandarización	5S
Propensión a errores debido a diversificación y complejidad de productos	Poka Yoke

Figura 5

Propuesta Lean



Mantenimiento Productivo Total (TPM). Para equipos grandes, se revisará el historial de fallas, se las clasificará, se determinará las mejoras enfocadas, y las inspecciones y mantenimientos autónomos de todos los equipos. Esto toma un periodo de 1 mes de recolectar la información de los operarios, luego los mantenimientos planificados, para que en conjunto con el mantenimiento autónomo generen la calidad.

Se entrenará aspectos técnicos a los usuarios sobre el mantenimiento (solo lo que deben saber, en engrase, lubricación, electricidad, vibración, calibración, y demás que sean necesarios). Además, se entrenar en seguridad y medio ambiente, con enfoque en ergonomía, ambiente seguro (lo que obligatoriamente significa Orden y Limpieza) y estandarización (lo que se hace está programado y no se hace otra cosa). A modo de ejemplo se detalla el proceso para una maquina critica.

TPM en Torno. Mantenimiento autónomo, El jefe y supervisor de mantenimiento lleva un registro de control de máquinas respecto a las fallas que provoquen las paradas o defectos, se revisa su incidencia y se observa para determinar las causas. Estas fallas no obedecen a que este mal el equipo, sino son un acumulado de desviaciones que llevan a 1) trabajar bien → 2)

defectos dentro de tolerancia → defectos → falla. Las razones son diversas, entre ellas las vibraciones el desgaste de los motores y ejes por fatiga, calidad de electricidad, entre otros. Se analiza el comportamiento de la maquina y los ajustes que se tiene que hacer al iniciar el turno, o terminar o antes de trabajos significativos. En general estas des calibraciones se dan con el uso continuo, por lo que es necesario determinar el tiempo o uso óptimo para hacer los ajustes.

A partir de esto se hace la lista de defectos de cada torno, a fin de distribuir el trabajo en base a sus capacidades.

Luego se confecciono la lista de mantenimiento autónomo en turno y a realizar ante trabajo importante, los mismos que serán revisados por el área de mantenimiento.

Tabla 22

Lista de mantenimiento autónomo en torno

Puntos de Mantenimiento autónomo	Inspección	MEDICIÓN	Ajuste
Inspección de caja-mecanismo Norton	Diario	Semanal	
Ajustes de carro porta herramienta	Diario	Diario	
Ajuste de plato y contrapunto	Diario	Diario	
Ajuste de carro principal	Diario	Diario	
Revisión de la bancada	Diario	Semanal	Según
Alineación de motor y polea v	Diario	Semanal	Inspección
Fajas de polea p (limpieza, tensión)	Diario	Semanal	Programación
Revisión de caja de velocidades	Diario	Semanal	
Revisión de poleas	Diario	Semanal	
Nivel de tornillo de avance	Diario	Diario	

Siendo críticos los reiterados ajustes, lo que implica aspectos sobre el cual el operario debe tener más cuidado. Con ello se desarrolló los estándares para autocuidado de torno que se muestra en el anexo 6.

Realizado el estándar de mantenimiento autónomo, el área de mantenimiento analiza los resultados y programa las acciones durante el mantenimiento mensual.

El personal que opera recibe la capacitación sobre el funcionamiento interno de la maquina y los aspectos que tiene que cuidar, así como que buscar, como buscar, medir y los

cuidados que deben tener, los aspectos vinculados a las fluctuaciones de corriente y partes eléctricas, la seguridad y salud y los riesgos que pudiera haber.

Todo ello se anota para la estandarización de los trabajos de torno y los tiempos disponibles. Es oportuno señalar que grandes cargas que esfuerzan a la máquina deben hacerse a menor velocidad.

5 S – Seiri. El proceso de clasificación hizo una revisión de las etapas de proceso a fin de simplificar las actividades eliminando lo innecesario y potenciando las actividades que dan valor.

Dado que se encontró desorden y áreas que se ocupan de varias cosas, debido a retrasos, inadecuada planificación o retraso por avería de maquinarias, la misma que ya ha sido solucionada a través de la implementación TPM.

Luego de diálogo con el área de producción se clasificaron 11 etapas.

Tabla 23

Área producción de tolvas

N°	Área
1	Almacén
2	Área de corte
	Planchas
	Tubos
	Perfiles
	Codificado
3	Maquinado
	Torno
	Fresa
	Taladro
	Esmeril
	Prensa
	Dobladora
	Amoladora
	Cepillado
4	Estructura 1
	base
	Anclaje
	Soportes laterales
	Soportes de techo

N°	Área
	Soportes posteriores Soportes puertas ventanas
5	Estructura 2 Pisos Laterales Frente y posterior Techo
6	Control de calidad Correcciones
7	Ensamble Recepción de Chasis montaje de estructura Pruebas y verificación
8	Acabados Colocación de sobre piso. Colocación de correderas para instalaciones eléctricas, Electrónicas, datos, aire acondicionado, etc. Según contrato Colocación de paredes internas de fibra de vidrio. Colocación de lunas. Colocación de asientos. Colocación de mascara. Instalaciones eléctricas Instalaciones electrónicas Otras instalaciones y acabados Instrumentos e instalación de cabinas Colocación de barandas y accesorios Jebes, lunas
9	Pruebas técnicas De hermeticidad y emergencia Mecánicas y reglamentos Eléctricas y reglamentos De cumplimiento de reglamento de transporte aplicadas
10	Pintado acabado
11	Pruebas de calidad control de especificaciones de cliente

Estas unidades harán trabajo específico con tiempos estándares los mismos que serán gestionados por el área de control. No se harán actividades que no estén en su área, y que no estén planificadas, dado que los materiales se ordenan y llegan al almacén tras el contrato con el cliente, el tiempo promedio de espera es de un mes mínimo entre un pedido y su producción, existe tiempo para la planificación. Por otro lado, las celdas deben tener las herramientas lo más automatizado posible y las mejores condiciones de seguridad y ergonomía o antifatiga.

5 S – Seiton. El proceso de ordenar en las 11 estaciones (la estación de acabados es especial) lo recibieron para disponer mejor del espacio, herramientas y tránsito de materiales. Así como la estandarización de trabajos a fin de que pueda limpiarse y a simple inspección ver el trabajo y solo lo que se está procesado, y los procesadores como se resume en la tabla 24.

Tabla 24

Estaciones de acabados especiales orden

N°	Estaciones de acabados especiales (Orden)
1	<p>Almacén</p> <p>Se reorganizo, en base a materiales por proyecto. El almacén está dividido en área de proyecto.</p> <p>Se entiende por proyecto todos los materiales que supone un contrato a excepción del chasis que se almacena aparte. Los materiales son de 3 tipos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Planchas de fierro, tuberías, perfiles 2) Materiales de fibra de vidrio y poliuretano construidos según diseño para recubrimiento de paredes, piso, techo 3) Asientos 4) Vidrios, jebes sellante 5) Accesorios (faros, focos, televisor, zokets, luminarias, instrumentos, etc.) 6) Insumos generales: Soldadura, masilla, pintura, remaches, siliconas etc. 7) Otros
2	<p>Área de corte</p> <p>El área de corte es una de las más importantes, pues en esta se corta todas las piezas que soldadas o unidas se convertirán en la carrocería. Los lineamientos de orden para esta área son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se trabaja sobre un proyecto solamente 2) La etapa de diseño manda las partes precisas que tienen que ser hechas de las planchas, tubos y perfiles. 3) Se mide el estándar y la calidad del corte, para que este uniforme en las siguientes etapas. 4) Se codifica según las especificaciones
3	<p>Maquinado</p> <p>Similar al anterior trabaja sobre un proyecto determinado. esto es porque, la producción es un flujo de proyectos.</p> <p>La idea de un solo proyecto a la vez es que no se tiene que reparar nada, y todo debe planearse para que no haya necesidad de regresar sobre lo mismo.</p> <p>Se sigue un estándar para la confección de piezas a fin de hacerlas precisas y que no haya necesidad de rehacer, o reparar.</p>
4	<p>Estructura 1</p> <p>El personal tendrá un entrenamiento a fin de que cada parte (base, Soportes laterales, Soportes de techo, Soportes posteriores, Soportes puertas ventanas y Anclaje a chasis) sean realizadas de la mejor manera y ensamblar el esqueleto del chasis.</p>

N°	Estaciones de acabados especiales (Orden)
	<p>Dado que se hace uso intensivo de soldadura, y son por lo menos 3 estaciones, se adecuan los materiales, el área de procesos, y ensamble de esqueleto del chasis a fin de que fluya y el trabajo se lleve a cabo con la mayor facilidad.</p>
5	<p>Estructura 2</p> <p>Se coordinará un orden para la menor interferencia en la instalación de Pisos, Laterales, Frente y posterior, Techo.</p> <p>Esta área hará su propio control de calidad y auto mejoras a fin de que la estructura quede perfecta para las etapas posteriores (sin rebabas, filos, desperfectos superficiales y sobre todo hermética pues posteriormente tiene que pasar las pruebas de agua.</p>
6	<p>Control de calidad</p> <p>Esta etapa se simplifica debido a mejores prácticas, se actualizarán los formatos con indicadores</p>
7	<p>Ensamble</p> <p>Recepción de chasis, verificación montaje de estructura Pruebas y verificación</p> <p>El aspecto más crucial en esta etapa es son las pruebas y verificación del chasis con la carrocería. Aunque el chasis ya viene con todas las pruebas mecánicas de fabrica se verifica muchas de estas ya con la carrocería y sobre todo los anclajes de la carrocería al chasis.</p> <p>Esta etapa es importante poque una vez puestos los acabados y pintados corregir sería un retraso inmenso y sacar personal de la línea de ensamblaje.</p>
8	<p>Acabados</p> <p>Estos son,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Colocación de paredes y techo, sobre piso, ventanas y lunas, puertas, barandas 2) Colocación de correderas para instalaciones de accesorios eléctricos, electrónicos entre otros 3) Instalación de accesorios, instrumentos y tablero de control, asientos 4) Verificación <p>Se divide en estas 3 áreas a fin de ordenar sus tareas y poder estandarizar los tiempos.</p>
9	<p>Pruebas técnicas</p> <p>Se organizará el área de pruebas a fin de que estas sean lo más rápido y precisas, mejorando el proceso mediante distribución de maquinaria y herramientas y procesos de trabajo.</p>
10	<p>Pintado acabado</p> <p>Se mejorará la disposición de las etapas de masillado Pintado, mejoramiento de herramientas y procesos para evitar perdías, y para mayor limpieza, se doto de extractores y ventilación Personalizado (logos, patrones, etc.) Acabado</p>
11	<p>Pruebas de calidad</p> <p>Control de especificaciones de cliente</p>

5 S – Seiso

Tabla 25

Estaciones de acabados especiales limpieza

Estaciones de acabados especiales (Limpieza)	
1	<p>Almacén</p> <p>Se estableció (se detalla en anexo) el manual de procedimientos, en el mismo que se detalla procesos que evitan generar suciedad, mantiene la organización y mantiene los materiales limpios.</p> <p>Se doto de material adecuado (guantes anticorte) para el manejo, carretillas de transporte de materiales pesados y planchas, entre otros. Gran parte de las pérdidas, y suciedad de produce por las inadecuadas manipulaciones. El transporte de materiales tiene las herramientas de transporte y manipulación adecuadas, pues muchas on pesadas (planchas de metal, tarros de soldaduras, líquidos, etc.)</p>
2	<p>Área de corte</p> <p>Se organizará para la adecuada disposición de residuos de soldadura, electros, retazos de metal, tubos, perfiles, tenido su periodo de recojo para su no acumulación, así mismo se adecua el área para un flujo de aire y que permita la evacuación de los gases de soldadura. Se realizo un adecuado suministro de EPP a fin de que trabajen con comodidad, pues los desperdicios eran falla por fatiga, y condiciones ambientales inadecuadas.</p> <p>El trabajo no debe generar, ni basura en el piso, ni en las mesas o equipos de trabajo, contarán con herramientas de aseo en caso de que, por la naturaleza del trabajo, caigan en el suelo.</p>
3	<p>Maquinado</p> <p>Se pintará de un color claro para mejorar la visibilidad y la alerta, se dotará de herramientas más automáticas para evitar la fatiga del personal. Se tendrá basureado industrial para los trapos de grasa, aceite, y disposición para el aceite de lubricación.</p> <p>Se reviso los procedimientos para que se desarrollen con la adecuada gestión de desperdicios.</p>
4	<p>Estructura 1</p> <p>Se analizo el ritmo y como los procesos producen desperdicios y como estos deben disponerse tan pronto sean generados (generalmente polvo metálico, polvo de soldadura, y restos de electrodos de soldadura). Así como sus herramientas para barrido y disposición en residuos industriales. Esta actividad contribuye a una mejora en las condiciones, pues la constante actividad de soldadura tensa los músculos de los soladores, la actividad de limpieza permite una mejora en la respiración y relajamiento en su sistema musculo esquelético.</p>
5	<p>Estructura 2</p> <p>Similar a anterior.</p>
8	<p>Control de cálida</p> <p>Se dispuso para que se gestione con la mayor limpieza, fundamentalmente orden. No es un área crítica en cuanto a limpieza.</p>
7	<p>Ensamble</p> <p>Se dispuso para que se gestione con la mayor limpieza, fundamentalmente orden. No es un área crítica en cuanto a limpieza.</p>
8	<p>Acabados</p>

Estaciones de acabados especiales (Limpieza)

Las piezas de acabados (fibra de vidrio, manubrios, jeves, accesorios, instrumentos cables, etc. Generando gran cantidad de residuos plásticos y de cartón donde vienen los insumos, lo que tienen contenedores especiales para su gestión (cartones plásticos, metal que se recogen y almacenan para su reciclaje.

9 Pruebas técnicas

Se mejorará los procesos, la organización de los registros. Antes que entre cada nueva unidad se verificara la limpieza y que nada de la prueba anterior quede en el área.
 No es un área sensible a la falta de limpieza

10 Pintado, acabado

Esta es una de las áreas más sensibles.
 Se pinto el ambiente color claro para verificar la limpieza.
 Se acondiciono para que el polvo de lijado, vapores de pintura, sean evacuados, sea por convección normal o forzada.
 Se puso lavaderos adecuados para solventes, grasas pegamentos, así como la disposición de estos líquidos.
 Sistema de paños para la limpieza de manos o guantes de personal.
 El área de moldeo serigrafía, para pitado de logotipos, se dispuso formas de evitar que los desechos de cinta más tape, papeles protectores
 De la etapa anterior (orden, se gestionó la secuencia de operaciones a fin de determinar la responsabilidad de los desperdicios.

11 Pruebas de calidad

Control de especificaciones de cliente
 Se dio instrucciones para que este limpia.

5 S – Seiketsu

Tabla 26

Estaciones de acabados especiales estandarización

Estaciones de acabados especiales (Estandarización)	
1	Almacén
	Protocolo de ingreso de mercadería Protocolo de ingreso según pedio u orden Protocolo para materiales generales Protocolo de control de existencias Protocolo de materiales en proceso Protocolo de trazabilidad
2	Área de corte
	Protocolo de planificación diaria de trabajo Protocolo de recojo de materiales e insumos de trabajo del día Protocolo de procesos de corte de piezas Protocolo de verificación y entrega Reglamento de normas generales de trabajo.
3	Maquinado
	Protocolo de planificación diaria de trabajo Protocolo de recojo de materiales e insumos de trabajo del día Protocolo de procesos de carpintería metálica

Estaciones de acabados especiales (Estandarización)

	Protocolo de verificación y entrega Reglamento de normas generales de trabajo.
4	Estructura 1 Manual de gestión de procesos de pre-estructura Manual de procedimientos de armado de base y anclajes Reglamento de normas generales de trabajo.
5	Estructura 2 Manual de gestión de Ensamble de estructura. Manual de procedimientos de armado de pisos Manual de armado de laterales Manual de armado de techo Manual de armado frente Manual de armado de posteriores Reglamento de normas generales de trabajo
6	Control de calidad Manual de control de calidad de estructura y conformidad para ensamble y acabados.
7	Ensamble Manual de montaje Manual de pruebas de montaje y verificación
8	Acabados Manual de organización de acabados Manual de ensamble de recubrimiento interior Manual de instalación de vías y conductos Manual de instalación de puertas ventanas Manual de instalación de pisos Manual de instalación de asientos Manual de instalaciones eléctricas, electrónicas Manual de instalaciones de control Manual de colocación de instrumentos. Manual de colocación de mascara, laterales Manual de acabados.
9	Pruebas técnicas Manual de pruebas técnicas.
10	Pintado, acabado Manual de procedimientos de preparación para pintura Manual de procedimientos de color de fondo Manual de procedimientos de preparación de plantillas de logos Manual de procedimientos de pintura de logos Manual de procedimientos de vidriado final.
11	Pruebas de calidad Control de especificaciones de cliente Manual de procedimientos de control y especificaciones de calidad.

5 S – Shitsuke. Para la implementación de la disciplina, la gerencia designo al gerente de producción y al jefe de Seguridad y Salud Laboral como responsables del mantenimiento y

disciplina laboral, la cual tiene 2 pilares, responsabilidad de seguridad, salud y control de riesgos a cargo del jefe de SST y de los procedimientos de trabajo del gerente de producción, quien delega a los diferentes supervisores. Se reunió a todo el personal y se les comunicó la nueva política, reglamentos y manuales de procedimiento, desarrollaron un cuestionario sobre lo expuesto y un acta de haber entendido. Así mismo se le dio copia de la reunión con cargo firmado. En cada área los supervisores explicaron los manuales de procedimientos y reglamentos y como resolver las cuestiones imprevistas, luego se desarrolló en cada área un minicurso de los procedimientos del manual en su área respectiva. Los empleados con memorándum firmaron entenderlo, recibirlo y haber entendido su obligatorio cumplimiento. Se prescribió que en caso de incumpliendo, luego de una demostrada campaña de comunicación, capacitación e implementación, se tramitaría al Ministerio de trabajo conforme a Ley: Reglamento de conducta laboral, Reglamento de Seguridad y Salud Laboral y Manual de procedimientos de labor en su área.

Poka Yoke. Esta herramienta busca prevenir la formación de errores, y está basado en dos fuentes: La etapa de los procesos que no tenga errores el producto, ni ocurran incidentes y la interacción entre la etapa precedente y procedente a fin de que se reciba, en este sentido en cada etapa se habilita tarjetas de advertencia y tarjetas de control.

Dispositivo de advertencia. Advierte al trabajador una inconformidad por medio de una notificación o alarma.

Dispositivo de control. Pausa el proceso o el funcionamiento de una máquina si hay una inconformidad.

Cada etapa del proceso será evaluada en los siguientes criterios:

Describir el posible error a detalle en la etapa de proceso.

Identificar los momentos y zonas proclives a error por naturaleza.

Determinar las causas por las cuales las zonas son proclives a errores por naturaleza.

Revisar el procedimiento a fin de determinar si hay congruencia con los parámetros de entrada de la etapa precedente y de salida o entrega a la etapa siguiente.

Identificar qué soluciones para un rápido reconocimiento de precedentes, entrega y desarrollo de proceso.

Tabla 27

Controles y advertencias Poka Yoke en las diferentes etapas del área de estructuras

Etapa de estructura	Dispositivo Advertencia y control	Cantidad
Corte de planchas	Tamaño dentro de tolerancias	17
Partes especiales (maquinado)	Tamaño dentro de tolerancias	23
Armado de esqueleto	Nivelación	2
	Alineación	3
	Dimensiones	9
	Acabados	13
Terminado de piso	Nivel	3
Terminado de laterales	Soldado	7
	Anclajes	5
Terminado de techo	Estructural	3
	Cubierta	2
Montaje de estructura	Ventanas	3
	Soldado	5
	Anclajes	7
	Anclajes sobre chasis	9
	Especificaciones para accesorios	6
	Especificaciones de acople sobre chasis, motor y otras partes	3

En la tabla 27 se aprecia la cantidad de controles y advertencias Poka Yoke, esto es de especial relevancia por cuanto el corte de planchas y perfiles va a incidir en el armado del esqueleto, por lo que se tiene que ser medidas precisas, aunque son estándares, es necesario mantener constante la precisión a fin de que en el armado no estén reduciendo o rellenando. Para este fin se ha implementado herramientas de medición laser, así como máquinas de corte

más modernas, las mismas que han permitido incrementar la producción dando mayor productividad en términos de eficiencia y eficacia.

Con todas las partes para armar se procede primero a armar el esqueleto, el mismo cuyas caras tienen que estar perfectamente alineadas y sobre este soporte firme soldado y alineado se termina de construir. Esta era una etapa que siempre presentaba retrasos y demoras debido al tamaño del esqueleto, por lo que se acondiciono el área para evitar errores y hacer más fácil el armado nivelado-alineado, sobre el cual recae el resto de los procesos, verificado y controlado esto, pasa al terminado de piso, laterales, techo.

Un aspecto de los controles Poka Yoke es que están enfocados en las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y demás aplicables, si bien la cantidad de camiones, buses, cisternas son a pedido del cliente, muchas partes fundamentales (medidas, dimensiones) están normadas por lo que esto tienen que cumplirse, sobre eso ya vienen las preferencias del cliente.

Tabla 28

Controles y advertencias Poka Yoke en las diferentes etapas del área de Pre acabado

Etapa de Pre acabado	Dispositivo Advertencia	Cantidad
Ensamble de partes	Puertas	3
	Ventanas	5
	Escaleras de ingreso	3
	Estribos	2
	Agujeros de conexiones	7
	Otros accesorios	3
Pintado	Inspección pre pintado	2
	Pintado base	1
	Pintado	1
	Marcos de ventana	3
Instalaciones	Ventanas	1
	Marcos de puerta	3
	Puertas	3
	pasamanos y accesorios	2
	Asientos	7
	piso	3
	paredes	6
techos	5	

Etapa de Pre acabado	Dispositivo Advertencia	Cantidad
	Portamaletas	3
	canaletas para cablería eléctrica, electrónica, climatización	7

En la tabla 28 terminada la parte de estructura, viene el ensamble de accesorios, controles, pisos, marcos de puertas, ventanas y la colocación de estas. En la actualidad de hace mucho uso de resinas, sellos, jebes, actuadores hidráulicos. Las personas que abordan cada parte esperan encontrar adecuadamente la estructura para trabajar.

El aporte de Poka Yoke también ha sido de gran utilidad, porque ante casos especiales permite al trabajador de la etapa correspondiente tener en cuenta las particularidades de este producto en cuestión.

Por otro lado, también es importante, porque los insumos pueden ser de nuevos proveedores (casos de equipos de electrónica, climatización o neumáticos).

Tabla 29

Controles y advertencias Poka Yoke en las diferentes etapas de acabado

Etapa de instalaciones	Dispositivo Advertencia	Cantidad de Fichas
Control mecánico	Panel de control y controles mecánicos	16
	Instrumentos	5
	Control de motor	5
	control de dirección	3
	Control de funciones normadas (pe: luces, puertas)	5
	Otros según cliente	
Control eléctrico, electrónico, climatización (no incluye motor)	Luces reglamentarias	5
	luces internas	2
	Otros circuitos según tipo de bus	7
	Circuito de cámaras	3
	Circuitos electrónicos según modelo	5
	Circuitos de climatización según modelo	4

En la tabla 29 se parecían los controles Poka Yoke para la etapa de instalaciones, dado que lo que se hace es carrocerías, que se montan sobre un chasis y motor importado, y luego es necesario que funcione, entre ellos el panel de control, en este sentido las advertencias y controles Poka Yoke están vinculados al tipo de chasis y motor a fin de que a la hora que se coloque la carrocería el conjunto opere adecuadamente.

Dada la multitud de carrocerías, por ejemplo, el incremento de carrocerías frigoríficas, para transporte de pollos (no pueden ser cerradas porque los pollos se asfixian y mueren), hay consideraciones que deben tenerse desde el inicio, las tarjetas Poka Yoke siguen el producto a fin de que no tenga inconvenientes durante el proceso productivo.

Es importante destacar, que la empresa, no produce el mismo producto continuamente sino es un servicio de construcción de carrocerías según las necesidades del cliente, y los productos son muy variados, por lo que el uso de la herramienta Poka Yoke en cada uno ha contribuido a la productividad

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Tabla 30

Logro indicador de nivel de personal con capacitación TPM en su maquinaria NC-TPM

Maquinas	Cantidad de personas que usan maquinaria	Capacitación encontrada (2021)	Capacitación TPM implementada	Total personal	%
Plasma	2	0	2	3	66.67%
Cizalla	2	0	3	4	75.00%
Plegadora	2	0	3	3	100.00%
Taladro	2	0	2	2	100.00%
Torno	2	0	2	2	100.00%
Máquina de soldar	7	0	6	7	85.71%
Diversos de pulido	3	0	3	3	100.00%
Diversos de pintado	4	0	3	4	75.00%
Diversos de operaciones mecánicas	3	0	1	1	100.00%
Diversos de espacio	3	0	0	1	0.00%
Promedio					80.24%

Nota. Basado en información recolectada para 2021.

La tabla 30 muestra la propuesta, se aprecia que el personal solo usaba las herramientas y desconocían sus ajustes mantenimiento diario desviaciones, así como también el balance de cargas, es decir muchas veces unas herramientas trabajan más que otras por lo que es necesario cuantificar el esfuerzo y rotarlas para evitar su deterioro.

Por otro lado, se capacita con dejarlas después del trabajo, limpias, su revisión, ver el estado de rodajes lubricación y demás factores, así como la calibración. Otro aspecto importante (por ejemplo, en soldadura) es tener la máquina con la potencia adecuada para el trabajo, la planificación de uso según su carga se revisó en otros indicadores.

Se aprecia que el nivel de TPM encontrado fue del 0% y el logrado fue de 80.24% lo que muestra que se logró el valor meta en la tabla 14.

Tabla 31
Logro indicador de % trabajos con errores maquinaria

Máquinas	Días de trabajo con fallos	2021		2022		
		Total días	% de Fallos	Trabajo con fallos	Total días	% de Fallos
Plasma	57	365	15.62%	7	365	1.92%
Cizalla	55	365	15.07%	13	365	3.56%
Plegadora	53	365	14.52%	15	365	4.11%
Taladro	63	365	17.26%	6	365	1.64%
Torno	52	365	14.25%	7	365	1.92%
Máquina de soldar	63	365	17.26%	7	365	1.92%
Diversos de pulido	72	365	19.73%	11	365	3.01%
Diversos de pintado	71	365	19.45%	12	365	3.29%
Diversos de operaciones mecánicas	66	365	18.08%	12	365	3.29%
Diversos de espacio	54	365	14.79%	10	365	2.74%
Promedio	60.6	365	16.60%	10	365	2.70%

Nota. Basado en información recolectada para 2021.

En la tabla 31 se aprecia que el porcentaje de trabajos con errores (en base de días en que se produjo el error a fin de simplificar) fue en promedio el año 2021 de 16.6% (60.6 días de los 365 que tienen el año), luego de implementar la propuesta TPM se redujo a 2.7%.

Tabla 32
Indicador % de procesos con tiempos y movimiento

Nº	Descripción de actividades	2021	2022
1	Requisitos cliente	2	3
2	Envió a producción	2	3
3	Requisitos de materiales totales	0	2
4	Planificación de actividades	1	3
5	Traslado de planchas y tubos	1	2
6	Corte de planchas	1	3
7	Corte de tubos	0	2
8	Armado de esqueleto	0	2
9	Terminado de piso	0	2
10	Terminado de laterales	1	2
11	Terminado de techo	1	3
12	Traslado de chasis	1	2
13	Verificación de Chasis	1	3
14	Montaje de estructura	1	3
15	Pruebas - inspección	1	3

N°	Descripción de actividades	2021	2022
16	Pintura base	1	3
17	Pintura base	1	3
18	Correderas de electricidad, electrónica, sensores aire acondicionado	1	3
19	Materiales eléctricos, electrónicos instrumentos, equipos tablero de control	1	2
20	Preinstalación eléctrica	1	2
21	Preinstalación electrónica	1	2
22	Instalación de tablero de control	1	3
23	Preinstalación Otros (aire acondicionado, wifi, etc. Según pedido)	1	2
24	Traslado de asientos	1	3
25	Traslado de paredes, techo, y acabados de fibra de vidrio, poliuretano	1	3
26	Instalación de paredes piso final, asientos y demás acabados	1	3
27	Pruebas Técnicas (agua, evacuación, etc.)	1	3
28	Prueba de calidad	2	3
29	Pintado, logotipo y acabados según pedido	2	3
30	Control de calidad	2	3
31	Control de especificaciones del cliente	2	3
32	Envió a producto terminado	2	3
	Total	35	85

Nota. (0 ninguno, no hay condiciones de 5S); (1 bajo no cumple condiciones de 5S); (2 Medio, afectado por bajo cumplimiento de 5S); (3 alto, cumple y tiene las condiciones).

En la tabla 32 se muestra el total, para los porcentajes se calcula en base al resultado del número de ítems y el valor máximo de la escala. Para el 2021 se aprecia que el porcentaje de procesos con análisis de tiempo y movimiento, el mismo que requería las condiciones adecuadas (clasificación, orden, limpieza estandarización y disciplina) del 36%, donde podía estar en papel, pero no tenía las condiciones para que se cumpla. Luego un 89%, implementándose las condiciones necesarias, lo que está cerca del valor meta propuesto 90%.

Tabla 33

Indicador % de procesos con clasificación y limpieza

N°	Descripción de actividades	2021	2022
1	Requisitos cliente	2	3
2	envió a producción	1	3
3	Requisitos de materiales totales	0	3

N°	Descripción de actividades	2021	2022
4	Planificación de actividades	0	3
5	Traslado de planchas y tubos	0	2
6	Corte de planchas	1	3
7	Corte de tubos	0	3
8	armado de esqueleto	0	2
9	Terminado de piso	0	3
10	Terminado de laterales	0	3
11	Terminado de techo	0	3
12	Traslado de chasis	0	2
13	Verificación de Chasis	0	3
14	Montaje de estructura	0	3
15	Pruebas - inspección	0	3
16	Pintura base	0	3
17	Pintura base	0	3
18	Correderas de electricidad, electrónica, sensores aire acondicionado	1	3
19	Materiales eléctricos, electrónicos instrumentos, equipos tablero de control	1	2
20	Preinstalación eléctrica	1	2
21	Preinstalación electrónica	1	2
22	Instalación de tablero de control	1	3
23	preinstalación Otros (aire acondicionado, wifi, etc. Según pedido)	1	2
24	traslado de asientos	1	3
25	traslado de paredes, techo, y acabados de fibra de vidrio, poliuretano	1	3
26	instalación de paredes piso final, asientos y demás acabados	1	3
27	Pruebas Técnicas (agua, evacuación, etc.)	1	3
28	Prueba de calidad	1	3
29	Pintado, logotipo y acabados según pedido	1	3
30	Control de calidad	1	3
31	Control de especificaciones del cliente	1	3
32	Envío a producto terminado	1	3
	Total	19	89

Nota. (0 ninguno, no hay condiciones de 5S); (1 bajo no cumple condiciones de 5S); (2 Medio, afectado por bajo cumplimiento de 5S); (3 alto, cumple y tiene las condiciones).

En la tabla 33, para los porcentajes se calcula en base al resultado del número de ítems y el valor máximo de la escala. Se aprecia que el porcentaje de procesos con clasificación y limpieza, ordenados, estandarizados y con disciplina lo que se expresa en reglamentos,

procedimientos, adecuación a sus funciones y sin ningún otro distractor será de 20% en 2022 frente a un 93% después de la implementación de la herramienta 5S.

Tabla 34

Indicador % de procesos y maquinaria con determinación de tiempo

Descripción de actividades	2021		2022	
	TPM reportado	Gestión de tiempo	TPM reportado	Gestión de tiempo
Requisitos cliente	NA	NA	NA	NA
envió a producción	NA	NA	NA	NA
Requisitos de materiales totales	0	0	3	3
Planificación de actividades	0	0	3	3
Traslado de planchas y tubos	0	0	3	2
Corte de planchas	0	1	3	3
Corte de tubos	0	0	3	3
armado de esqueleto	0	0	3	2
Terminado de piso	0	0	3	3
Terminado de laterales	0	0	3	3
Terminado de techo	0	0	3	3
Traslado de chasis	0	0	3	2
Verificación de Chasis	0	0	3	3
Montaje de estructura	0	0	3	3
Pruebas - inspección	0	0	3	3
Pintura base	0	0	3	3
Correderas de electricidad, electrónica, sensores aire acondicionado	0	1	3	3
Materiales eléctricos, electrónicos instrumentos, equipos tablero de control	0	1	3	2
Preinstalación eléctrica	0	1	3	2
Preinstalación electrónica	0	1	3	2
Instalación de tablero de control preinstalación Otros (aire acondicionado, wifi, etc. Según pedido)	0	1	3	3
traslado de asientos	0	1	3	3
traslado de paredes, techo, y acabados de fibra de vidrio, poliuretano	0	1	3	3
instalación de paredes piso final, asientos y demás acabados	0	1	3	3
Pruebas Técnicas (agua, evacuación, etc.)	0	1	3	3
Prueba de calidad	0	1	3	3

Descripción de actividades	2021		2022	
	TPM reportado		Gestión de tiempo	
Pintado, logotipo y acabados según pedido	0	1	3	3
Control de calidad	0	1	3	3
Control de especificaciones del cliente	0	1	3	3
Envío a producto terminado	NA	NA	NA	NA
Total		15		77

Nota. NA es No Aplica; TPM tiene que ajustar los tiempos de respuesta de la maquinaria para según eso calcular la duración de las operaciones. (0 ninguno, no hay condiciones de 5S); (1 bajo no cumple condiciones de 5S); (2 Medio, afectado por bajo cumplimiento de 5S); (3 alto, cumple y tiene las condiciones).

En la tabla 34, para los porcentajes se calcula en base al resultado del número de ítems y el valor máximo de la escala. Se aprecia la mejora en el % de procesos y maquinaria con determinación de tiempo fue de 16% el encontrado durante el año 2021, luego de la implementación de las herramientas lean se incrementó al 80%. Esto se logró con la herramienta TPM que incremento la confiabilidad y la herramienta 5 S que produjo las condiciones para una determinación de tiempos y que este se cumpla. Se encontró en el año 2021 que si bien se tenían tiempos estos no se cumplían, por no tener las condiciones ambientales (5S) y por fallas en la confiabilidad de las herramientas.

Tabla 35

Porcentaje de operaciones procesos estandarizados

Descripción de actividades	2021	2022
Requisitos cliente	1	1
Envío a producción	1	1
Requisitos de materiales totales	0	1
Planificación de actividades	0	1
Traslado de planchas y tubos	0	1
Corte de planchas	1	1
Corte de tubos	0	1
armado de esqueleto	0	1
Terminado de piso	0	1

Descripción de actividades	2021	2022
Terminado de laterales	0	1
Terminado de techo	0	1
Traslado de chasis	0	1
Verificación de Chasis	0	1
Montaje de estructura	0	1
Pruebas - inspección	0	1
Pintura base	0	1
Pintura base	0	1
Correderas de electricidad, electrónica, sensores aire acondicionado	0	1
Materiales eléctricos, electrónicos instrumentos, equipos tablero de control	0	1
Preinstalación eléctrica	0	1
Preinstalación electrónica	0	0
Instalación de tablero de control	0	1
preinstalación Otros (aire acondicionado, wifi, etc. Según pedido)	0	0
traslado de asientos	0	1
traslado de paredes, techo, y acabados de fibra de vidrio, poliuretano	0	1
instalación de paredes piso final, asientos y demás acabados	0	1
Pruebas Técnicas (agua, evacuación, etc.)	0	1
Prueba de calidad	1	1
Pintado, logotipo y acabados según pedido	1	1
Control de calidad	1	1
Control de especificaciones del cliente	1	1
envió a producto terminado	1	1
Total	8	30

En la tabla 35, para los porcentajes se calcula en base al resultado del número de ítems y el valor máximo de la escala. En este se aprecia que el nivel de operaciones estandarizadas (tanto en papel como en el comportamiento diario) era solo del 25%, tras la aplicación de las herramientas 5S y TPM se logró incrementarlo al 94%.

Tabla 36

Desempeño del indicador % operación a prueba de errores

Área	Descripción de actividades	Días de trabajo con fallos	2021		2022		
			Total días	% de Fallos	Trabajo con fallos	Total días	% de Fallos
Ventas	Requisitos cliente	102	365	27.95%	6	365	1.64%
Gerencia de operación	envió a producción	95	366	25.96%	9	366	2.46%
Compras	Requisitos de materiales totales	96	367	26.16%	9	367	2.45%
Planificación de producción	Planificación de actividades	105	368	28.53%	9	368	2.45%
Almacén	Traslado de planchas y tubos	83	369	22.49%	8	369	2.17%
Corte y maquinado de planchas	Corte de planchas	110	370	29.73%	10	370	2.70%
Corte y maquinado de tubos	Corte de tubos	109	371	29.38%	13	371	3.50%
Construcción metálica	armado de esqueleto	109	372	29.30%	8	372	2.15%
Construcción metálica	Terminado de piso	106	373	28.42%	8	373	2.14%
Construcción metálica	Terminado de laterales	83	374	22.19%	10	374	2.67%
Construcción metálica	Terminado de techo	84	375	22.40%	9	375	2.40%
Almacén	Traslado de chasis	104	376	27.66%	14	376	3.72%
Ensamble	Verificación de Chasis	97	377	25.73%	8	377	2.12%
ensamble	Montaje de estructura	86	378	22.75%	14	378	3.70%
Control de calidad	Pruebas - inspección	95	379	25.07%	8	379	2.11%

Área	Descripción de actividades	2021			2022		
		Días de trabajo con fallos	Total días	% de Fallos	Trabajo con fallos	Días de trabajo con fallos	Total días
Pintura base	Pintura base	100	380	26.32%	5	380	1.32%
Pintura base	Pintura base	93	381	24.41%	7	381	1.84%
Instalación	Correderas de electricidad, electrónica, sensores aire acondicionado	108	382	28.27%	11	382	2.88%
Almacén	Materiales eléctricos, electrónicos instrumentos, equipos tablero de control	103	383	26.89%	13	383	3.39%
Instalaciones	Preinstalación eléctrica	91	384	23.70%	15	384	3.91%
Instalaciones	Preinstalación electrónica	110	385	28.57%	5	385	1.30%
Instalaciones	Instalación de tablero de control	97	386	25.13%	9	386	2.33%
Instalaciones	preinstalación Otros (aire acondicionado, wifi, etc. Según pedido)	88	387	22.74%	6	387	1.55%
Almacén	traslado de asientos	102	388	26.29%	14	388	3.61%
Almacén	traslado de paredes, techo, y acabados de fibra de vidrio, poliuretano	83	389	21.34%	8	389	2.06%
Instalaciones	instalación de paredes piso final, asientos y demás acabados	111	390	28.46%	8	390	2.05%
Control de calidad	Pruebas Técnicas (agua, evacuación, etc.)	105	391	26.85%	5	391	1.28%
Control de calidad	Prueba de calidad	102	392	26.02%	7	392	1.79%
Acabados	Pintado, logotipo y acabados según pedido	83	393	21.12%	9	393	2.29%
Control de calidad	Control de calidad	101	394	25.63%	14	394	3.55%
Control de calidad	Control de especificaciones del cliente	110	395	27.85%	9	395	2.28%
Almacén	envió a producto terminado	95	396	23.99%	6	396	1.52%
Promedio		98	381	25.85%	9	381	2.42%

Tabla 37

Procesos con riesgos de errores prvenidos (%)

	Descripción de actividades	2021	2022
1	Requisitos cliente	2	3
2	envió a producción	2	3
3	Requisitos de materiales totales	1	3
4	Planificación de actividades	1	3
5	Traslado de planchas y tubos	1	2
6	Corte de planchas	2	3
7	Corte de tubos	2	2
8	armado de esqueleto	2	3
9	Terminado de piso	2	3
10	Terminado de laterales	2	3
11	Terminado de techo	2	3
12	Traslado de chasis	1	2
13	Verificación de Chasis	2	3
14	Montaje de estructura	2	3
15	Pruebas - inspección	2	3
16	Pintura base	2	3
17	Pintura base	2	3
18	Correderas de electricidad, electrónica, sensores aire acondicionado	1	3
19	Materiales eléctricos, electrónicos instrumentos, equipos tablero de control	1	2
20	Preinstalación eléctrica	1	2
21	Preinstalación electrónica	1	2
22	Instalación de tablero de control	1	3
23	preinstalación Otros (aire acondicionado, wifi, etc. Según pedido)	1	2
24	traslado de asientos	1	3
25	traslado de paredes, techo, y acabados de fibra de vidrio, poliuretano	1	3
26	instalación de paredes piso final, asientos y demás acabados	1	3
27	Pruebas técnicas (agua, evacuación, etc.)	1	3
28	Prueba de calidad	2	3
29	Pintado, logotipo y acabados según pedido	2	3
30	Control de calidad	2	3
31	Control de especificaciones del cliente	2	3
32	envió a producto terminado	2	3
	Total	50	89

Nota. (0 ninguno, no hay condiciones de 5S); (1 bajo no cumple condiciones de 5S); (2 Medio, afectado por bajo cumplimiento de 5S); (3 alto, cumple y tiene las condiciones).

En la tabla 37, para los porcentajes se calcula en base al resultado del número de ítems y el valor máximo de la escala. Para el 2021 se obtuvo un 52.08% y para el 2022 un 92.71%.

Productividad 2022

Tabla 38

Productividad promedio equipo mensual 2022

Tolvas	Horas programadas mensuales	Tiempos de parada promedio mensual	Eficiencia de uso
Plasma	247	4.94	98.00%
Cizalla	247	12.35	95.00%
Cizalla	247	2.47	99.00%
Plegadora	247	12.35	95.00%
Plegadora	247	9.88	96.00%
Taladro	247	4.94	98.00%
Taladro	247	4.94	98.00%
Torno	247	9.88	96.00%
Torno	247	2.47	99.00%
Tolvas de soldar	247	2.47	99.00%
Tolva de soldar	247	2.47	99.00%
Tolvas de soldar	247	12.35	95.00%
Tolvas de soldar	247	12.35	95.00%
Tolvas de soldar	247	2.47	99.00%
Tolvas de soldar	247	7.41	97.00%
Tolvas de soldar	247	7.41	97.00%
Diversos de pulido	247	2.47	99.00%
Diversos de pintado	247	7.41	97.00%
Diversos de operaciones mecánicas	247	4.94	98.00%
Diversos de espacio	247	9.88	96.00%
Promedio		6.79	97.25%

En la tabla 38, se aprecia que la productividad promedio de equipos en el área de tolvas que su eficiencia de uso promedio es de 97.25%; y que el tiempo de parada promedio mensual fue de 6.79 horas.

Tabla 39
Producción real promedio mensual 2022

Tolvas	Peso Unitario (Kg)	Cantidad	Peso Total (Kg)
18 m3 pp	4,930.00	9	44,370.00
15 m3 pp	5,390.00	10	53,900.00
15 m3 sc	4,850.00	4	19,400.00
24 m3 sc	8,432.00	16	134,912.00
TOTAL		39	252,582.00

En la tabla 39 se aprecia a la producción promedio real lograda; con un peso total de 252,582.00 kg y con una cantidad total de 39 tolvas.

Tabla 40
Producción planificada promedio mensual 2022

Tolvas	Peso Unitario	Cantidad	Peso Total
18 m3 pp	4,930.00	9	44,370.00
15 m3 pp	5,390.00	10	53,900.00
15 m3 sc	4,850.00	5	24,250.00
24 m3 sc	8,432.00	16	134,912.00
TOTAL		40	257,432.00

Como se aprecia en la tabla 40 la producción planificada fue de 257,432.00 kg; con una cantidad total de 40 tolvas.

Sin embargo, solo se logró terminar 252,582.00 kg, es decir un 98.12% de eficacia en el logro de metas como se muestra a continuación:

$$Eficacia = \frac{\text{Real}}{\text{Planificado}} = \frac{252,582}{257,432} = 98.12\% \quad (3)$$

Tabla 41
Eficiencia de tiempo según nivel laboral - 2022

Tipo de personal	Cantidad	Tiempo de parada	Tiempo usado	Horas Planificado (*)	Horas Usadas
Supervisores y administrativos	7	5.00%	95.00%	1,344	1,277
Técnicos	21	9.50%	90.50%	4,704	4,257
Obreros	9	4.00%	96.00%	2,016	1,935

Tipo de personal	Cantidad	Tiempo de parada	Tiempo usado	Horas Planificado (*)	Horas Usadas
Total	37			8,064	7,469

Nota. (*) 48 horas para supervisores, 56 horas para obreros y técnicos semanales.

La eficiencia del tiempo fue de 92.63%, que relaciona las horas usadas entre las horas planificadas junto al sueldo que se les paga.

$$Eficacia = \frac{Tolvas\ Producidas}{Tolvas\ Planificadas} = \frac{39}{40} = 97.50\% \quad (4)$$

La eficacia del personal es lo que se logró producir, frente a lo que se planificó.

Tabla 42

Impacto de la eficiencia de uso de maquinaria

Maquinaria	2021	2022	Impacto
Promedio	85.50%	97.25%	11.75%

Por otro lado, debido a este aumento en la eficiencia de uso de maquinaria se podrían fabricar más tolvas planeadas.

Tabla 43

Impacto de la eficacia de tiempo laboral

Detalle	Impacto	Unidad Medida
Cantidad de tolvas	9	Unidades
Peso de Tolvas	35,502	Kg

En la tabla 43 se aprecia que el impacto en la eficacia de tiempo laboral en promedio el año 2021 fue menor; con una cantidad de 30 tolvas, que tuvo un peso total de 220,070 kg y en el año 2022 el promedio mensual fue mayor, con una cantidad de 39 tolvas que tuvo un peso total de 252,582.00 kg. Hubo una diferencia de impacto en la cantidad (9 tolvas) y un incremento al peso total de 35,502 kg.

Tabla 44
Impacto de la eficiencia de tiempo

Indicador	2021	2022	Impacto
Tiempo utilizado (Horas)	6,676	7,469	793
Eficiencia	82.79%	92.63%	9.83%

En la tabla 44 se aprecia el impacto en la eficiencia de tiempo con un 9.83%, pues las horas mensuales planificadas fueron en base a 8,064.

Tabla 45
Impacto en la eficacia de personal

Eficacia de personal	2021	2022	Impacto
Producido	30	39	9
Planificado	36	40	4
Promedio mensual	83.33%	97.50%	14.17%

En la tabla 45 se aprecia el impacto en la eficacia de personal de 14.17%, también se debe a que para el año 2022, se hizo una demanda diferente a la del 2021, en base a los pedidos promedio, y estos porcentajes se muestra por todos los grupos de trabajo involucrados en la producción de tolvas programadas.

Validación Estadística

Ho: No existe diferencia estadística significativa entre la eficiencia en el año 2021 y la eficiencia en el año 2022.

Ha: Existe diferencia estadística significativa entre la eficiencia en el año 2022 y la eficiencia en el año 2022.

Figura 6

Validación de hipótesis en eficiencia mediante prueba de Wilcoxon

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre Eficiencia_T_2021 y Eficiencia_T_2022 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Nota. Fuente procesamiento de resultados de observación mediante el programa SPSS.

En la figura 6 se aprecia que $p=0.000 < 0.05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa: Existe diferencia estadística significativa entre la eficiencia en el año 2021 y la eficiencia en el año 2022.

Figura 7

Validación de hipótesis en eficacia mediante prueba de Wilcoxon

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre Eficacia_Per_2021 y Eficacia_Per_2022 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,012	Rechazar la hipótesis nula.

Nota. Fuente procesamiento de resultados de observación mediante el programa SPSS.

En la figura 7 se aprecia que $p=0.012 < 0.05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa: Existe diferencia estadística significativa entre la eficacia en el año 2021 y la eficacia en el año 2022.

Evaluación Financiera

Tabla 46

Costo en horas hombre para la implementación de herramienta 5S.

Descripción	Cantidad (H-H)	Costo
Implementación de 5S		
Horas hombre de diseño de clasificación	200	S/ 4,400.00
Horas hombre de implantación de clasificación	60	S/ 1,320.00
Implementación de orden		
Horas de supervisión sobre diseño de orden	120	S/ 2,640.00
horas de implementación de orden	60	S/ 1,320.00
Material para orden		
Adecuación para orden		
horas de implementación Capacitación de orden	180	S/ 3,960.00
Implementación de limpieza		
Reglamento de limpieza	60	S/ 1,320.00
Revisión de procesos para que sean limpios y no causen fatiga	120	S/ 2,640.00
Implementación de estandarización		
Horas de diseño de estandarización	600	S/ 13,200.00
Pruebas de estandarización	240	S/ 5,280.00
Capacitación e implementación	800	S/ 17,600.00
Implementación de disciplina		
Elaboración de manuales de procesos y procedimiento	30	S/ 660.00
Reglamentos e implementación	30	S/ 660.00
Total		S/ 55,000.00

En la tabla 46 se aprecia al costo de implantación con una cantidad total, costo de S/55,000.00.

Tabla 47

Costo de materiales para la implementación de herramienta 5S

Descripción	Cantidad
Eliminación de desperdicios de clasificación	S/ 800.00
Pintura y reparación	S/ 36,000.00
Adecuación de estaciones de trabajo	S/ 105,500.00
Señalética y SST	S/ 62,000.00
Material de limpieza	S/ 1,200.00
Total	S/ 205,500.00

En la tabla 47 se aprecia al costo en materiales para implementación de herramienta 5S con una cantidad total de S/205,500.00.

Tabla 48

Costo en horas hombre para la implementación de herramienta TPM

Descripción	Cantidad	Costo
Horas análisis TPM	120	S/ 2,000.00
Desarrollo de soluciones TPM	30	S/ 500.00
Capacitación	200	S/ 3,000.00
Confección de manuales y guías	50	S/ 700.00
Total		S/ 6,200.00

En la tabla 48 se aprecia al costo en horas hombre para la implementación de herramienta TPM con un costo total de S/ 6,200.00.

Tabla 49

Costo en materiales para la implementación de herramienta TPM

Descripción	Cantidad
Repuestos y Overall de maquinarias	S/ 57,470.00
Herramientas e instrumentos nuevos	S/ 13,247.00
Total	S/ 70,717.00

En la tabla 49 se aprecia al costo en materiales para implementación de herramientas TPM con una cantidad total de S/88,717.00.

Tabla 50

Costo en horas hombre para la implementación de herramienta Poka Yoke

Descripción	Cantidad	Costo
Horas análisis procesos, posibles fallas y errores	120	S/ 1,000.00
Desarrollo de soluciones Poka Yoke	30	S/ 250.00
Capacitación	200	S/ 2,000.00
Confección de manuales y guías	50	S/ 550.00
Total		S/ 3,800.00

Tabla 51

Materiales para implementación de Poka Yoke

Descripción	Cantidad
Compra de herramientas	S/ 26,000.00
Estación de cómputo e impresora	S/ 5,000.00

Descripción	Cantidad
Materiales para impresión de controles y alertas	S/ 1,500.00
Total	S/ 32,500.00

Tabla 52
Resumen de inversiones

Detalle	Inversión
Mano de obra 5S	S/ 55,000.00
Materiales para implementación de 5S	S/ 205,500.00
Mano de obra TPM	S/ 6,200.00
Materiales para implementación de TPM	S/ 70,717.00
Mano de obra Poka Yoke	S/ 3,800.00
Materiales para implementación de Poka Yoke	S/ 32,500.00
Total	S/ 373,717.00

En la tabla 52 se detalla la inversión en soles, recurriendo a un cambio de dólar de 3.50 que sería un total de \$ 106,776.29.

Ingresos después de la propuesta
Tabla 53
Impacto en los beneficios

N° CR	Causa Raíz	Productividad Inicial	Productividad mejorada	Beneficios
1	Falta de capacitación TPM	S/ 197,719.43	S/ 206,245.09	S/ 8,525.66
2	Falta de KPI productividad de maquinas	S/ 164,898.00	S/ 252,665.66	S/ 87,767.65
3	Planificación inadecuada	S/ 146,529.87	S/ 250,815.00	S/ 104,285.13
4	Propensión a errores debido a diversificación y complejidad de productos	S/ 94,747.15	S/ 238,297.38	S/ 143,550.24
5	Desorganización	S/ 126,540.43	S/ 228,761.38	S/ 102,220.94
6	Inadecuada disciplina organización de trabajo	S/ 158,175.54	S/ 239,042.79	S/ 80,867.25
7	Planificación irrealista por maquinaria	S/ 166,084.32	S/ 231,331.73	S/ 65,247.41
8	Baja estandarización	S/ 148,289.57	S/ 228,761.38	S/ 80,471.81

En la tabla 53 se aprecian los beneficios individuales. En sumatoria, se obtienen como ingresos de S/672,936.09 para el 2022. Para la determinación de ello, se hizo una diferencial entre la productividad mejorada y la productividad inicial. Esta última fue brindada por la empresa metalmeccánica y la otra después de que las herramientas fueran evaluadas.

Flujo de Caja Proyectado

La empresa metalmeccánica cuenta con S/120,000.00 como recurso propio para la propuesta.

Tabla 54

Costos de financiamiento de propuesta mediante crédito

Descripción	Referencia
Valor del préstamo	S/ 253,717.00
TNA (30/360)	37%
Años	1
Frecuencia de Pago	Mensual
N° de pagos por año	12
¿Período de gracia?	Capital
Cantidad de períodos de gracia	0
N° Total de Cuotas	12
Interés equivalente	3.08%
Suma de Cuotas	S/ 307,329.77
Suma de Interés	S/ 53,612.717

Nota. Monto referencial según bancos

En la tabla 54 se aprecia las condiciones referenciales para la financiación del restante por la inversión de la propuesta, con un valor de S/253,717.00.

Tabla 55

Cronograma de financiamiento de la propuesta.

N° de cuota a pagar	Cuota A Pagar	Interés	Capital Amortizado	Capital Vivo
0				S/ 253,717.00
1	S/ 25,610.81	S/ 7,814.48	S/ 17,796.33	S/ 235,920.67
2	S/ 25,610.81	S/ 7,266.36	S/ 18,344.46	S/ 217,576.21
3	S/ 25,610.81	S/ 6,701.35	S/ 18,909.47	S/ 198,666.74
4	S/ 25,610.81	S/ 6,118.94	S/ 19,491.88	S/ 179,174.87

N° de cuota a pagar	Cuota A Pagar	Interés	Capital Amortizado	Capital Vivo
5	S/ 25,610.81	S/ 5,518.59	S/ 20,092.23	S/ 159,082.64
6	S/ 25,610.81	S/ 4,899.75	S/ 20,711.07	S/ 138,371.57
7	S/ 25,610.81	S/ 4,261.84	S/ 21,348.97	S/ 117,022.60
8	S/ 25,610.81	S/ 3,604.30	S/ 22,006.52	S/ 95,016.08
9	S/ 25,610.81	S/ 2,926.50	S/ 22,684.32	S/ 72,331.76
10	S/ 25,610.81	S/ 2,227.82	S/ 23,383.00	S/ 48,948.76
11	S/ 25,610.81	S/ 1,507.62	S/ 24,103.19	S/ 24,845.57
12	S/ 25,610.81	S/ 765.24	S/ 24,845.57	S/ 0.00

En la tabla 55 se aprecia al cronograma de pagos del préstamo de S/ 253,717.00 fraccionado en 12 cuotas.

Tabla 56

Utilidad neta estimada después de mejora

Mes	Planificado	Producido	Utilidad bruta incrementada 5,500 USD	Utilidad neta estimada
Enero	35	34	\$187,000.00	\$71,400.00
Febrero	38	34	\$187,000.00	\$71,400.00
Marzo	43	42	\$231,000.00	\$88,200.00
Abril	37	37	\$203,500.00	\$77,700.00
Mayo	45	44	\$242,000.00	\$92,400.00
Junio	43	42	\$231,000.00	\$88,200.00
Julio	40	39	\$214,500.00	\$81,900.00
Agosto	42	41	\$225,500.00	\$86,100.00
Setiembre	37	37	\$203,500.00	\$77,700.00
Octubre	41	41	\$225,500.00	\$86,100.00
Noviembre	39	39	\$214,500.00	\$81,900.00
Diciembre	40	40	\$220,000.00	\$84,000.00
Total 2022	480	470	\$2,585,000.00	\$987,000.00

Nota. Basado en información recolectada; (*) Utilidad bruta perdida en promedio \$5,500.00 por unidad. La utilidad bruta es diferente de la utilidad neta. La utilidad neta estimada es \$2100.00.

En la tabla 56 se aprecia a los ingresos estimados después de la propuesta de \$987,000.00 anual, con un promedio de \$82,250.00. Se considera 3.50 soles como tipo de cambio. Por lo que, en moneda nacional sería S/287,875.00; pues el promedio total planificado

fue de 40 tolvas y tan solo se produjeron 36 tolvas, determinando una pérdida promedio de S/6,125.00.

Evaluación Económica

Tabla 57

Flujo de caja horizonte 1 año

Año	0	1
Inversión	-S/ 253,717.00	
Amortizaciones		-S/ 307,329.77
Ingresos		S/ 672,936.09
Flujo Neto	-S/ 253,717.00	S/ 365,606.32

En la tabla 57 se aprecia a la evaluación económica en el año 0 flujo neto de S/- 253,717.00. Se toma en cuenta los beneficios totales de la tabla 15 que serán los ingresos respecto a la propuesta presentada.

Finalmente, se calcula el VAN, que nos resulta S/13,148.93 y el TIR del que se obtiene un 44.10%. Para ambos casos al ser mayor que 0, la inversión generará rentabilidad, y estos serán mayores a la mínima requerida. Por lo que, en ambos casos se acepta la viabilidad de la propuesta de Lean Manufacturing.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

En la presente investigación se tomó de ejemplo lo realizado por Concha y Barahona (2014), en su tesis denominada “Mejoramiento de la productividad en la Empresa Induacero Cia. Ltda, donde se buscó identificar los principales despilfarros de la línea de producción, lo mismo se realizó en la empresa metalmecánica con un diagnóstico de la situación inicial de la empresa a través de un Diagrama Pareto, identificándose los factores más críticos, los cuales fueron los operadores y las maquinarias.

Charaja (2021), en su tesis titulada “Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en empresas metal mecánica de aluminio”. Aplicaron herramientas como VSM, 5 S’ y TPM para llevarlas a la innovación de la filosofía, mejorando la eficiencia global de los equipos pasó de 54.6% a 70.6%. En concordancia con ello, la aplicación del TPM en la empresa metalmecánica dio como final un 97.25%.

Mientras que, para Salazar (2018), en su tesis “Mejora en la productividad durante la fabricación de cabina cerrada implementando Lean Manufacturing en una empresa metalmecánica” desarrollada en la Universidad San Ignacio de Loyola, utilizó las 5S como principal herramienta, logrando la mejora del orden, organización y limpieza de las áreas. Asimismo, en el presente trabajo se inició con una auditoría de 5S, obteniendo porcentajes de 75%, 75%, 40%, 65% y 35% para cada S, con ello se pudo describir las acciones para que estos porcentajes incrementen desde una ficha de control, se capacito los colaboradores, y se designó actividades que incluyeron a la clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

En cambio, para Angulo y Rodriguez (2020), en su trabajo de investigación “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa metalmecánica Promet E.I.R.L, Trujillo, 2019”, usaron herramientas como el Kaizen y Poka Yoke para reducir la unidades defectuosas respecto a las planchas metálicas obteniendo un aumento del 13.46% en

la productividad, mientras que en este estudio se empleó las 5S y TPM, resultando en aumento del 97.50%, ambas herramientas parte del Lean Manufacturing permiten el incremento en la productividad, tal como resultó en la líneas anteriores descrito.

Por otro lado, para este estudio llevado en la empresa metalmecánica, se empleó como herramienta de diagnóstico al diagrama de Pareto y para Díaz (2018), en su tesis denominada “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa Emcosac elaboración, ejecución y mantenimiento S.A.C. Trujillo, 2018”, usó el VSM, que le permitió identificar los cuellos de botella y así emplear Poka Yoke para disminuir el margen de error en las medidas de las planchas metálicas, aumentando su productividad de 75.96% a 91% y en el presente resultó de 88.24% a 97.5% en la producción de tolvas, empleando TPM y 5S, significando en este último involucre directamente a la maquinaria, y en estudio de Diaz, tuvo que implementar un Poka Yoke. Se demostró que existe una relación entre cada herramienta empleada de manera conjunta o separada que la productividad se puede incrementar.

Finalmente, se buscó la mejora de la productividad en la línea de tolvas de la empresa metalmecánica a través de la propuesta de Lean Manufacturing, aplicando las 5S y el TPM se logró aumentar en 11.75% el indicador. En la misma línea, Yerovi (2017) en el trabajo de grado “Propuesta de mejora del proceso de producción de puertas enrollables de la empresa metalmecánica Hialuvid, aplicando herramientas de la metodología Lean Manufacturing”, buscó la realización de la propuesta que disminuya los tiempos de entrega para aumentar la productividad, utilizando herramientas Lean Manufacturing como 5S, SMED, TPM y KANBAN, logrando aumentar en un 7.4% la productividad.

Conclusiones

Se determinó el impacto de la una propuesta Lean Manufacturing en el incremento de la productividad de la línea de tolvas esta se incrementó en 9 unidades en promedio, la eficiencia en las horas hombre pagadas se incrementó en 9.83%, en la producción de producto se incrementó en 14.17%, demostrándose empíricamente la validez de que las herramientas incrementaron la productividad mediante la prueba de Wilcoxon ($p = 0.000 < 0.05$).

Se diagnosticó los problemas que afectaban la productividad en la línea de tolvas encontrándose un constante falla e imprecisión de maquinaria, falta de KPI de productividad, lo que llevaba a una planificación que no responde a la realidad pues la maquinaria produce errores, retrasos y reprocesos, inadecuada organización que se evidencia en una baja implementación de 5S.

Se realizó la propuesta de Lean Manufacturing en la línea de esta que consto de la implementación de herramienta TPM, 5S y Poka Yoke. La primera consto en un mantenimiento autónomo, que garanticen el funcionamiento previsible garantizando la producción estable, la segunda eliminando todos los desperdicios y mejorando los métodos de trabajo y la tercera una confección de advertencias y controles de producto para ser seguida durante todo su proceso de construcción.

Se evaluó la productividad después de la propuesta de mejora de Lean Manufacturing encantándose una eficacia de producción del 98.12%, una eficiencia de personal del 92.63% y una productividad del 97 %.

Referencias

- Aldavert, J., Vidal, E., Lorente, J. J., & Aldavert, X. (2018). *Guía práctica 5S para la mejora continua: La base del Lean*. Alda Talent.
- Angulo Alva, J. J., & Rodriguez Gonzales, D. S. (2020). Aplicación de lean manufacturing para mejorar la productividad de la empresa metalmecánica Promet E.I.R.L, Trujillo, 2019. *Repositorio Institucional* - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47968>
- Asefeso, A. (2011). *5S LEAN MANUFACTURING (KEY TO IMPROVING NET PROFIT)*.
- Blank, R. (2018). *Cross-Functional Productivity Improvement*. CRC Press.
- Buzón Quijada, J. A. (2019). *Lean Manufacturing*. Elearning, S.L.
- Charaja Aznarán, J. M. (2021). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en empresas metal mecánica de aluminio*.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/18253>
- Concha Guaila, J. G., & Barahona Defaz, B. I. (2014). *Mejoramiento de la Productividad en la Empresa induacero Cia. Ltda. En Base al Desarrollo e Implementación de la Metodología 5s Vsm, Herramientas Dellean Manufacturing*. [bachelorThesis].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3026>
- Conexión ESAN. (2016, junio 20). *¿Cómo identificar y reducir desperdicios a lo largo de la logística?* <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/como-identificar-y-reducir-desperdicios-a-lo-largo-de-la-logistica>
- Conexión ESAN. (2021, enero 11). *ESAN realizará el foro Retos para el desarrollo del sector metalmecánico nacional*. <https://www.esan.edu.pe/sala-de-prensa/2021/01/esan-realizara-el-foro-retos-para-el-desarrollo-del-sector-metalmecanico-nacional/>
- Cruelles Ruíz, J. A. (2013). *Productividad e incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Marcombo.

- Cuatrecasas Arbós, L. (2011). *Gestión de la producción: Modelos de Lean Management*. Ediciones Díaz de Santos.
<https://ebookcentral.bibliotecaupn.elogim.com/lib/upnpe/detail.action?docID=322965>
3.
- Cuatrecasas Arbós, L. (2012). *Gestión de la producción. Modelos Lean Management: Organización de la producción y dirección de operaciones*. Ediciones Díaz de Santos.
- Cudney, E. A., & Agustiady, T. K. (2016). *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE: STRATEGIES AND IMPLEMENTATION GUIDE*. CRC Press.
- Díaz Soto, B. G. (2018). Aplicación de lean manufacturing para mejorar la productividad en la empresa emcosac elaboración, ejecución y mantenimiento s.a.c. 2018. *Universidad Nacional de Trujillo*. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12777>
- Fernandez, S. A., Campo, E. A., & Palacio, D. (2020). Aplicación de DEA en el análisis de la eficiencia del proceso de fabricación de puertas de una empresa metalmecánica en Colombia. *Revista ESPACIOS*, 41(07).
<https://www.revistaespacios.com/a20v41n07/20410701.html>
- Fontalvo Herrera, T., De La Hoz Granadillo, E., & Morelos Gómez, J. (2018). LA PRODUCTIVIDAD Y SUS FACTORES: INCIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL. *Dimensión Empresarial*, 16(1), 47-60.
<https://doi.org/10.15665/dem.v16i1.1375>
- Gestión. (2019, mayo 3). *Exportaciones del sector metalmecánica alcanzaron los US\$ 601 millones en el 2018*. <https://gestion.pe/economia/exportaciones-sector-metalmecanica-alcanzaron-us-601-millones-2018-265853-noticia/>
- Gómez Santos, C. (2011). *Mantenimiento Productivo Total. Una visión global*. Lulu.com.

- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing. Concepto , técnicas e implantación*. EOI. <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/78202/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- Herrmann, N. (2004). *Factors Affecting the Implementation of a Total Productive Maintenance System (TPM): A Case Study*. GRIN Verlag.
- Hirano, H. (2017). *5S para todos: 5 pilares de la fabrica visual* (Vol. 1). Productivity Press. <https://research.bibliotecaupn.elogim.com/c/52iwg2/details/wmukaaqzqj?q=5S%20para%20todos%3A%205%20pilares%20de%20la%20fabrica%20visual>
- Inter-American Development Bank. (2001). *Competitividad: El Motor del Crecimiento: Informe de Progreso Económico y Social en América Latina*. <https://ebookcentral.bibliotecaupn.elogim.com/lib/upnpe/detail.action?docID=3306280>.
- La Cámara. (2019). *METALMECÁNICA ES CLAVE PARA EL DESARROLLO*. 3.
- La Cámara. (2020, julio 20). Urge un cambio de estrategia para el sector metalmecánico. *La Cámara*. <https://lacamara.pe/urge-un-cambio-de-estrategia-para-el-sector-metalmecanico/>
- Lefcovich, M. (2009). *TPM mantenimiento productivo total: Un paso más hacia la excelencia empresaria*. El Cid Editor. <https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/lc/upnorte/titulos/28220>
- López, D. C. (2016). Factores de calidad que afectan la productividad y competitividad de las micros, pequeñas y medianas empresas del sector industrial metalmecánico. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 10(20), 99-107.
- Marín García, J. A., & Martínez, R. M. (2013). Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. *Intangible Capital*, 9(3), 823-853.

- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: Un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38-47.
<https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>
- Mitsuo Kojima Campos, V., Lemos Cotrim, S., Cardoza Galdamez, E. V., & Lapasini Leal, G. C. (2016). Introduction of Lean Manufacturing Philosophy by Kaizen Event: Case Study on a Metalmechanical Industry. *Independent Journal of Management & Production*, 7(1), 151-167.
- Nemur, L. (2016). *Productividad: Consejos y Atajos de Productividad para Personas Ocupadas*. VLeBooks.
<https://www.vlebooks.com/vleweb/product/openreader?id=none&isbn=9781507139400>
- Núñez Carballosa, A., Guitart Tarrés, L., & Baraza Sánchez, X. (2015). *Dirección de operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas*. Editorial UOC.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnpe/detail.action?docID=3222458>
- Oeldorf, G., & Klaus, O. (2018). *Training Material-Logistik*. NWB Verlag.
<https://ebookcentral.bibliotecaupn.elogim.com/lib/upnpe/detail.action?docID=5518953>.
- Peng, K. (2012). *Equipment management in the post-maintenance era: A new alternative to total productive maintenance (TPM)*. CRC Press.
<https://research.bibliotecaupn.elogim.com/c/52iwg2/details/jveskzjrvz?q=Equipment%20Management%20in%20the%20Post-Maintenance%20Era%3A%20A%20New%20Alternative%20to%20Total%20Productive%20Maintenance>
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2011). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Ediciones Díaz de Santos.

- Rey Sacristán, F. (2005). *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. FC Editorial.
- Rivas Roque, R. (2009). *Ergonomía en el diseño y la producción industrial*. Nobuko.
<https://ebookcentral.bibliotecaupn.elogim.com/lib/upnpe/detail.action?docID=319533>
2.
- Salazar Bozzeta, M. E. (2018). *Mejora en la productividad durante la fabricación de cabina cerrada implementando Lean Manufacturing en una empresa privada metalmecánica*.
<https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/7ef68983-a394-4fe0-9195-9f826cbc1c69>
- Socconini, L. V. (2019). *Lean Manufacturing: Paso a paso*. Marge Books.
<https://ebookcentral.bibliotecaupn.elogim.com/lib/upnpe/detail.action?docID=5885237&query=POKA+YOKE>
- Socconini Pérez Gómez, L. V., & Barrantes Verdín, M. A. (2020). *El proceso de las 5'S en acción*. Marge Books.
<https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/lc/upnorte/titulos/167423>
- Sociedad Nacional de Industrias. (2019, enero 6). *Industria metalmecánica creció 10,2%*.
<https://www.sni.org.pe/sni-industria-metalmecanica-crecio-102/>
- Tantaleán Odar, R. M. (2016). Tipología de las investigaciones jurídicas. *Derecho y Cambio Social*, 13(43), 10.
- Tian Xiang, Z., & Jeng Feng, C. (2021). Implementing total productive maintenance in a manufacturing small or medium-sized enterprise. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.3926/jiem.3286>
- Tisbury, J. (2013). *Your 60 Minute Lean Business—5S Implementation Guide—Softcover*. Lulu.
- Torres Hernández, Z. (2015). *Planeación y control*. Grupo Editorial Patria.
<https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/lc/upnorte/titulos/39408>

- Tous Zamora, D., Guzmán Parra, V. F., Cordero Tous, M., & Sánchez Teba, E. M. (2019). *Sistemas de Producción. Análisis de las actividades primarias de la cadena de valor*. ESIC.
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). La Investigación Aplicada: Una Forma De Conocer Las Realidades Con Evidencia Científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165.
- Vargas Hernández, J. G., Muratalla Bautista, G., & Jiménez Castillo, M. T. (2018). SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPETITIVOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA LEAN MANUFACTURING. *Ciencias administrativas*, 11, 81-95.
- Vargas Rodríguez, H. (2016). *Manual de implementación del programa 5S*. Juan Carlos Martínez Coll.
- Velásquez de Naime, Y., & Rodríguez Monroy, C. (2014). Percepción De La Gerencia Sobre Los Factores Que Afectan La Productividad En La Pyme Del Sector Metalúrgico Y Minero De Venezuela. *Interciencia*, 39(10), 704-711.
- Venkatesh M, P., & d Saravana Natarajan, P. S. (2019). *Improvement of Manpower and Equipment Productivity in Indian Construction Projects*. 14(2), 404-409.
- Vicent A., A. (2007). *A Practitioner's Guide to Lean Manufacturing* (5.^a ed.). Lean Manufacturing Consulting Inc.
- Yerovi Huaca, M. A. (2017). *Propuesta de mejora del proceso de producción de puertas enrollables de la empresa metalmecánica Hialuvid, aplicando herramientas de la metodología lean manufacturing* [bachelorThesis].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6327>

Anexos

ANEXO N° 1. AUDITORÍA 5S - SEIRI

ANEXO 01: AUDITORÍA 5S - SEIRI			
Fecha	Revisado	Aprobado	Elaboración: Carlos García Loren Martín
31/12/2021	10/01/2022		
Área:	TOLVAS		Guía de
			0 Nunca
			1 Casi Nunca
			2 A veces
			3 Casi Siempre
			4 Siempre
1. CLASIFICACIÓN (SEIRI):			
N°	CRITERIOS A EVALUAR	PUNTAJE	OBSERVACIONES
1.1	¿Todas las herramientas que se encuentran en las estaciones de trabajo son útiles?	2	Existen herramientas que ya no son necesarias, puesto que las máquinas reemplazan sus funciones.
1.2	¿Se cuenta con materiales y herramientas a disponibilidad inmediata?	2	Se tiene que ir a almacén desde la estación de trabajo, esperar para que se le entregue lo pedido.
1.3	¿Las herramientas y materiales están clasificados según su función en las estaciones de trabajo?	2	Cuentan con una mesita donde guardan las herramientas, más no están clasificadas según su función.
1.4	¿Existe un espacio físico para los residuos de la producción?	2	Están en el proceso de ampliar los espacios para estos residuos, van 1 de 3.
1.5	¿Los pasillos se encuentran libres de herramientas que dificultan el tránsito?	4	
TOTAL		12	BASE= 20 puntos

ANEXO N° 2. AUDITORÍA 5S - SEITON

ANEXO 02: AUDITORÍA 5S - SEITON

Fecha	Revisado	Aprobado	Elaboración:	Carlos García Camilo
31/12/2021	10/01/2022			Loren Martín Rodríguez
Área:	TOLVAS		Guía de calificación	
			0	Nunca
			1	Casi Nunca
			2	A veces
			3	Casi Siempre
			4	Siempre

2. ORDEN (SEITON):

N°	CRITERIOS A EVALUAR	PUNTAJE	OBSERVACIONES
2.1	¿Se cuenta con un espacio físico para b recepción de materia prima y materiales?	4	
22	¿Las herramientas y materiales se encuentran dentro del campo visual de los colaboradores?	0	Los materiales que usan para limpieza de sus herramientas y maquinarias no están a disposición inmediata.
23	¿A culminar el hogar de trabajo, las herramientas y materiales utilizados son ordenados?	1	Los colaboradores no alcanzan a terminar este indicador porque a las 5 pm culminan sus labores.
24	¿La ubicación de las maquinas, estaciones de trabajo y materiales evitan los movimientos innecesarios?	1	La ubicación de las máquinas de corte y dobléz juntas a la de tolvas debería mejorar para evitar deslizamientos.
25	¿Existen señalizaciones marcadas y respetadas en las áreas de trabajos?	4	
	TOTAL	10	BASE= 20 puntos

ANEXO N° 3. AUDITORÍA 5S - SEISO

ANEXO 03: AUDITORIA LIMPIEZA 5S- SEISO			
Fecha	Revisado	Aprobado	Elaboración: Carlos García Camilo
31/12/2021	10/01/2022		Loren Martín Rodríguez
Área:	TOLVAS		Guía de calificación
			0 Nunca
			1 Casi Nunca
			2 A veces
			3 Casi Siempre
			4 Siempre
3. LIMPIEZA (SEISO)			
N°	CRITERIOS A EVALUAR	PUNTAJE	OBSERVACIONES
3.1	¿Existe un programa de limpieza definido respecto al espacio físico y maquinarias?	1	Programa interno no tiene, puesto que tercerizan servicios de limpieza los domingos solo para el espacio físico
3.2	¿Se le asignó responsabilidades de limpieza de las estaciones de trabajo a los colaboradores?	0	Los mismos colaboradores son quienes limpian el espacio que necesitan en el momento.
3.3	¿Las estaciones de trabajo se encuentran libres de los residuos metálicos, herramientas, materiales y...	3	La estación de tolvas es 13 más eficiente de las otras dos. pues ahí se ensambla y necesitan de ello.
3.4	¿Todos los colaboradores participan en la limpieza de sus estaciones de trabajo y maquinaria asignada?	2	Se limitan a limpiar su espacio de manera rápida.
3.5	¿Se realizan inspecciones de limpieza en la estación de trabajo y maquinaria?	2	Los supervisores no lo realizan de manera periódica, pues se atienden a la limpieza general los fines de semana.
TOTAL		8	BASE= 20 puntos

ANEXO N° 4. AUDITORÍA 5S – SEIKETSU

ANEXO 04: AUDITORÍA 5S - SEIKETSU			
Fecha	Revisado	Aprobado	Elaboración: Carlos García Camilo
31/12/2021	10/01/2022		Loren Martín Rodríguez
Área:	TOLVAS		Guía de calificación
	4. ESTANDARIZACIÓN (SEIKETSU)		0 Nunca
			1 Casi Nunca
			2 A veces
			3 Casi Siempre
			4 Siempre
N°	CRITERIOS A EVALUAR	PUNTAJE	OBSERVACIONES
4.1	¿Existen indicadores para medir el cumplimiento de las 3S' anteriores?	0	Carece de indicadores para ello.
42	¿B colaborador está capacitado para la realización de las operaciones con un método de trabajo definido?	1	Los nuevos ingresantes tienden a trabajar junto a los experimentados para poner en práctica el método de trabajo.
43	¿Todos los colaboradores usan equipos de protección de seguridad?	4	
44	¿Existe un manual de Organización y Funciones junto al Reglamento de Organización y Funciones?	4	
45	¿Se realizan auditorias regularmente en 13 empresa?	1	Por factores externos como la pandemia. no se ha realizado una desde 2020. puesto que lo hacían de manera anual.
TOTAL		10	BASE= 20 puntos

ANEXO N° 5. AUDITORÍA 5S – SHITSUKE

ANEXO 05: AUDITORÍA 5S - SHITSUKE			
Fecha	Revisado	Aprobado	Elaboración: Carlos García Camilo
31/12/2021	10/01/2022		Loren Martín Rodríguez
Área:	TOLVAS		Guía de calificación
	5. DISCIPLINA		0 Nunca
	(SHITSUKE)		1 Casi Nunca
			2 A veces
			3 Casi Siempre
			4 Siempre
N°	CRITERIOS A EVALUAR	PUNTAJE	OBSERVACIONES
5.1	¿Se mantiene en actualización los indicadores de las anteriores S'?	0	Al no tener indicadores, evidentemente no los actualizan.
5.2	¿Los colaboradores han sido capacitado y entrenados para poder realizar de manera correcta las etapas de las 5S'?	2	Han realizado capacitaciones sobre la cultura años anteriores y tienen conocimiento de ello, pero no el actualizado.
5.3	¿Se aplica la cultura de las 5S' en la empresa?	1	Los nuevos ingresantes son quiénes cumplen con ello. En cambio, los experimentados solo se centran en el compromiso de producir y no con lo demás.
5.4	¿Se fomenta y orienta el compromiso de los colaboradores?	2	Las reuniones que tienen se orientan a comentarles lo que deben alcanzar y enseguida a realizar sus operaciones.
5.5	¿Se realizan reuniones semanales y/o diarias sobre los resultados obtenidos?	2	Sen realizan reuniones semanales, pero no se muestran indicadores reales para la mejora.
TOTAL		7	BASE= 20 puntos

ANEXO N° 6. MANTENIMIENTO DE TORNO

Maquinaria	Torno	Firma	Observación anterior			
Fecha:						
Operario:						
Jefe:						
N°	¿Dónde limpiar?	Método	Estándar	¿Qué inspeccionar?	Estándar	Si no cumple el estándar
1	Carro transversal	Calibración del carro	Libre de obstrucción	Estado de la viruta	Viruta limpia	Limpieza de la viruta
3	Caja Norton	Con un trapo limpiar el exceso de grasa	Libre grasa	Funcionamiento de los engranajes	Desgaste de los engranajes	Sustituir engranajes
4	Usillo	Con una brocha especializada retirar polvo	Libre de polvo	Planchadores	Planchadores lubricados	Cambiar de marca de lubricador
5	Cabezal	Lubricación correcta de las poleas	Lubricación y ajuste	Desgaste de las poleas	Desgaste o corrosión en las poleas	Reemplazar poleas
6	Llave general	Lubricar con un aceite especializado	Lubricación	Rodamientos de eje central	Rodamientos lubricados	Cambiar de marca de lubricador

Observaciones del turno.