

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA
INCREMENTAR PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE
PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA METAL MECÁNICA,
LIMA 2022”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título

profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Hayme Stefany Beraun Canchumanya

Asesor:

Mg. Ing. Juan A. Ortega Saco

<https://orcid.org/0000-0001-8777-1665>

Lima - Perú

DEDICATORIA

Este trabajo de suficiencia está dedicado a mis abuelitos Policarpo y Luzmila que con su enseñanza han sabido encaminar mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de suficiencia profesional agradezco el apoyo de mi padre Jorge Beraun, mi mamá Luz Canchumanya, mi hermana, familiares y amigos que han sido mi principal motivación. Asimismo, al Ing. Juan Ortega que ha sabido orientarme en el durante todo mi proceso.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN EJECUTIVO.....	8
CAPITULO I INTRODUCCIÓN.....	9
CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	12
CAPITULO III DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	30
CAPITULO IV RESULTADOS.....	83
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS	93
ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales clientes de la empresa metalmecánica.....	11
Tabla 2 Datos de los pedidos retrasados y pedidos totales de la empresa metalmecánica durante el año 2021	36
Tabla 3 Gastos mensuales de los pedidos retrasados durante el año 2021.....	37
Tabla 4 Cantidad de pedidos inspeccionados vs cantidad de pedidos re-inspeccionados..	39
Tabla 5 Gastos incurridos por re - inspección de pedidos en el año 2021.....	40
Tabla 6 Resumen de indicadores en el área de producción.....	41
Tabla 7 Resumen de las causas.....	42
Tabla 8 Matriz de priorización de las principales causas encontradas	44
Tabla 9 Matriz de priorización ordenadas por importancia.....	45
Tabla 10 Análisis de los cinco porques	47
Tabla 11 Comparación de las metodologías.....	50
Tabla 12 Diagrama Gantt de las actividades con el Ciclo de Deming	51
Tabla 13 Resumen del total de maquinaria y equipos	65
Tabla 14 Cronograma de limpieza del área de trabajo.	73
Tabla 15 Gastos incurridos en el 2022	80
Tabla 17: Gastos por implementación 5S.....	88
Tabla 18: Gastos por implementación TPM.....	88
Tabla 19: Flujo de caja	88
Tabla 20: Análisis VAN, TIR y B/C	89
Tabla 21: Resumen de indicadores.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa metalmecánica.....	10
Figura 2 La metodología 5S	22
Figura 3 Ciclo de Deming	24
Figura 4 Cálculo de la productividad	25
Figura 5 Factores para la Satisfacción al cliente	26
Figura 6 Diagrama de Pareto para problemas en botas.	27
Figura 7 Diagrama de Pareto y Diagrama de Ishikawa de los problemas para lavadoras..	28
Figura 8 Pedidos retrasados y Pedidos totales del año 2021	38
Figura 9 Porcentaje de Pedidos retrasados y pedidos totales durante el año 2021.....	38
Figura 10 Pedidos inspeccionados y pedidos re-inspeccionados en el 2021.....	40
Figura 11 Porcentaje de pedidos re - inspeccionados y pedidos inspeccionados en el año 2021	41
Figura 12 Diagrama de Ishikawa de la baja productividad en la empresa metalmecánica.	43
Figura 13 Adaptación de la Casa Toyota	49
Figura 14 Auditoria inicial de las 5S	53
Figura 15 Procedimiento General de producción.....	57
Figura 16 Procedimiento General de Mantenimiento	58
Figura 17 Programa de capacitación para la implementación de las 5S	59
Figura 18: Programa de capacitación para la implementación de TPM	60
Figura 19 Mesa de trabajo del área de producción.....	62
Figura 20 Mesa de trabajo 2 del área de producción.....	62
Figura 22 Máquina de fresado.....	63
Figura 21 Máquina de corte por hilo	63
Figura 23 Máquina rectificadora	63
Figura 24 Máquina de electroerosión.....	64
Figura 25 Tarjeta de inspección 5S	66
Figura 26 Clasificación con las tarjetas visuales.....	66
Figura 27 Clasificación con las tarjetas visuales 2	67
Figura 28 Tarjetas visuales TPM.....	68

Figura 29	Clasificación tarjetas visuales TPM.....	68
Figura 30	Clasificación tarjetas visuales TPM 2.....	69
Figura 31	Implementación de estantes de herramientas.....	70
Figura 32	Implementación de cajones de herramientas	71
Figura 33	Estantes para almacenamiento de herramientas.....	72
Figura 34.	Formato de control de limpieza.	74
Figura 35	Programa Capacitación del Mantenimiento Autónomo.....	76
Figura 36	Comparación de entregas fuera de tiempo.....	78
Figura 37	Pedidos totales y re-inspeccionados en el 2022.....	79
Figura 38	Auditoria de 5S	81
Figura 39	Pedidos retrasados 2022.....	84
Figura 40	Sobrecosto de pedidos atrasados en soles del 2021 y 2022	85
Figura 41	Pedido re-inspección 2022	86
Figura 42	Sobrecosto de pedidos con re-inspección en soles del 2021 y 2022.....	86
Figura 43	Sobrecosto de pedidos atrasados.....	87
Figura 44	Sobrecosto de pedidos que pasan re-inspección	87

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente informe de experiencia profesional tiene como objetivo principal el incremento de la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica aplicando las herramientas de manufactura esbelta como el TPM y 5S. Se identificó las causas directamente relacionadas con los pedidos entregados fuera de tiempo y los pedidos re-inspeccionados; una vez identificado las causas que dan origen a la baja productividad en la empresa se inició con la implementación de las herramientas de manufactura esbelta bajo el ciclo de Deming: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. Se implementaron herramientas de gestión como: un diagrama de flujo de actividades, un procedimiento estándar y reportes de trabajo como parte de la aplicación de las 5S y TPM, además durante la implementación de las 5S como la base para la aplicación de la filosofía de manufactura esbelta en el área de producción de la empresa metalmecánica, tenemos como resultados significativos para el periodo 2022; el índice de pedidos entregados fuera de tiempo y el indicador de piezas con re-inspección se redujo al 9%, teniendo un beneficio económico de S/. 15,363.00 para este periodo. Por ello, logramos obtener una mejor calificación en el cumplimiento de la entrega de nuestros pedidos a nuestros clientes. Finalmente, este trabajo de suficiencia profesional mejoró las condiciones de trabajo, generando un ambiente laborar más grato, así como la implementación del procedimiento de trabajo y mantenimiento de equipos, generó un cambio positivo en el desarrollo de las actividades del equipo de trabajo, además de lograr tener al personal más capacitado para su labor, gracias a las capacitaciones constantes que se promovieron en esta implementación.

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Información General

La empresa en estudio se dedica a la fabricación y comercialización de repuestos para maquinaria industrial, además del servicio de mantenimiento de equipos. Se fundo en el año 2007, brinda servicios a nivel nacional y su sede principal se encuentra en el distrito de San Martín de Porres, atiende clientes a diferentes distritos dentro de Lima.

En el año 2018, la empresa metalmecánica logra consolidarse un poco más en el mercado consiguiendo nuevos clientes como Amcor, Meltranpren, Quimpac. Teniendo este logro, estos clientes tienen mayor exigencia para la fabricación de sus productos, es por ello por lo que todo el personal pasa por capacitaciones para poder brindar un mejor servicio al cliente.

Posteriormente en el año 2019, se solicita pasar por un proceso de homologación para poder seguir manteniéndonos como proveedores a nuestros principales clientes, es por ello que la empresa metalmecánica pasa por este proceso, logrando satisfactoriamente la homologación.

La dedicación y atención de las 24hrs a emergencias que brinda la empresa metalmecánica ha logrado que se pueda consolidar como un proveedor confiable y mantenerse en el mercado que cada vez es más competitivo.

1.1.1. Misión

Ofrecer la fabricación, recuperación y mantenimiento de la más alta calidad, satisfaciendo los requerimientos de nuestros clientes.

1.1.2. Visión

Consolidarnos como empresa en el rubro metalmecánico basados en criterios de precisión y calidad, garantizando a sus clientes un servicio de excelencia.

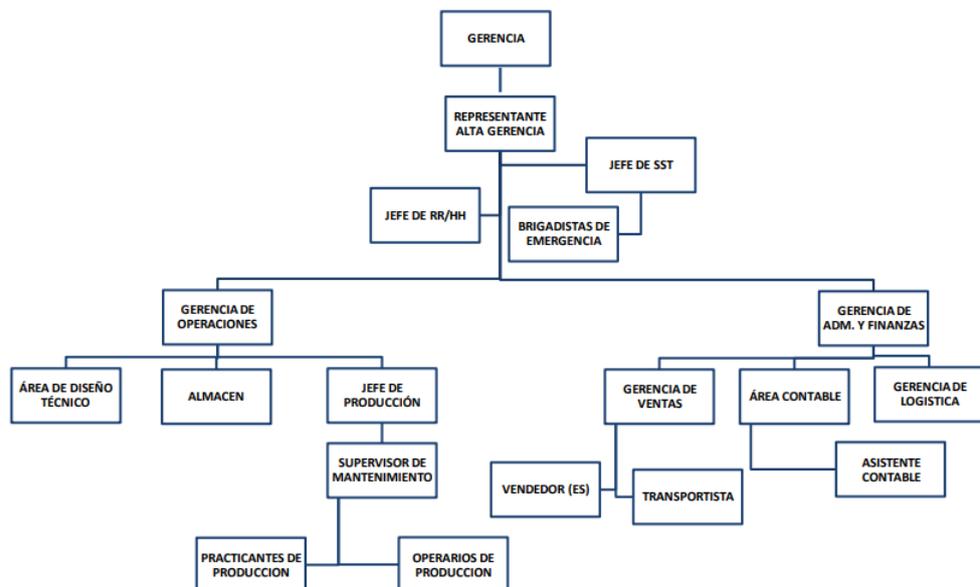
1.1.3. Nuestros valores

- Responsabilidad
- Puntualidad
- Compromiso
- Trabajo en equipo
- Honestidad

1.1.4. Organigrama

Figura 1

Organigrama de la empresa metalmecánica.



Nota: El organigrama fue elaborado por la empresa metalmecánica.

1.1.5. Clientes:

El principal cliente de la empresa desde sus inicios fue Metalpren y Quimpac, quien garantizó nuestro buen trabajo para posteriormente trabajar con nuevos clientes.

Tabla 1: Principales clientes de la empresa metalmecánica.

IT	Clientes	Ubicación
1	Metalpren S.A.	Av. Minerales Nro. 310 - Industrial Wiese
2	Quimpac S.A.	Av. Nestor Gambetta Nro. 8583 - Callao

1.1.6. Principales actividades

- Elaboración de repuestos para máquinas industriales como pistones, bridas, placas guía.
- Control de calidad y pruebas de funcionalidad de los repuestos.
- Diseño de proyectos para la fabricación de conjuntos de repuestos.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Antecedente 1

Aguilar, (2019), sostiene que: el desorden en los implementos de trabajo, desorganización e indisciplina en la limpieza puede limitar el desarrollo del proceso de producción, durante el estudio se descubrieron debilidades en los procesos dentro de las áreas, estas debilidades se convirtieron en reprocesos y a su vez esto se traduce en retraso de fechas de entrega, perdiendo confiabilidad en sus trabajos. Así como en este caso, los desperdicios en el área de producción traen como consecuencia gastos extras.

La aplicación de la herramienta de 5'S y la metodología Lean Manufacturing permite un incremento de la productividad en un 3.23% lo que genera una modificación positiva de producción, reduciendo el desorden en el área de trabajo y creando un clima de organización y mejora continua.

Antecedente 2

Herrera & Sosa (2020), sostiene que: la modificación positiva de los procesos es importante una cultura de orden y limpieza, durante el estudio se descubrieron debilidades en los procesos dentro de las áreas, estas debilidades se convirtieron en reprocesos y a su vez esto se traduce en incumplimiento de fechas de entrega, por lo tanto, se cuestiona la credibilidad de una empresa. Así como en este caso, los reprocesos en la industria de movilidad vertical traen como consecuencia gastos no contemplados.

La aplicación de la herramienta de 5'S y TPM de la metodología Lean Manufacturing en la empresa Mikeysa permite una modificación positiva del proceso de tejido, a partir de la cual se obtiene el incremento de la productividad en un 26% (pág. 44) reduciendo paradas de máquina por falla y el desorden en el área de trabajo.

Antecedente 3

Cahuana & Espiritu (2021), sostiene que: la baja ineficiencia del proceso de producción genera que se reduzcan incidencias de fallas en el proceso, estas debilidades se convirtieron en bajo stock y a su vez esto se traduce en bajo cumplimiento con los clientes, por lo tanto, genera mala imagen institucional de la empresa. Así como en este caso, la baja eficiencia en los procesos en las diferentes industrias trae como consecuencia bajos ingresos por ventas.

La aplicación de la herramienta de 5'S, SMED y TPM de la metodología Lean Manufacturing permite una mejor eficiencia de la producción en un 85.92% incrementando la rentabilidad en un 11% (pág. 44) logrando estandarizar procesos, reducir tiempos de configuración y mejorando el cumplimiento en entrega de pedidos.

Antecedente 4

Juarez, (2020) sostiene que un uso ineficiente de los equipos y maquinas, la falta de orden y limpieza y a poca satisfacción de los clientes internos y externos, generan la baja productividad y por tanto bajos ingresos en la empresa de Agua de Mesa “Las Magnolias”, Así como en este caso, coincide con varias industrias que finalmente traen como consecuencia los bajos ingresos y por ende una mala imagen con los clientes.

La aplicación de las herramientas de manufactura esbelta como Kaisen, JIT y las 5S lograron que la empresa obtenga un incremento de ventas en 49%, así como reducir el tiempo de producción por unidad en 15%, logrando así cliente satisfechos y una buena imanen hacia el cliente.

Antecedente 5

Cumbile (2021), sostiene que los excesos de incidencias de reprocesos, gastos innecesarios en producción generan una baja eficiencia y eficacia el área de carpintería de la empresa inmobiliaria. Así como es el caso, gran cantidad de empresas del mismo sector industrial considerar que estás serían las principales causas de bajos ingresos.

La aplicación del Lean Manufacturing con herramientas como VSM, lograron la reducción del 68% de los inventarios en proceso, logrando la eliminación de las esperas que permiten la mejora incrementar la productividad, logrando producir mayor cantidad de piezas en menor tiempo y generando una buena imagen con los clientes por la atención a tiempo de sus pedidos.

Antecedente 6

Arroyo (2018), sostiene que debido a las altas exigencias de los clientes en términos de costos, calidad y tiempo la empresa busca disminuir o eliminar las pérdidas y aprovechar al máximo de sus recursos disponibles. Así como es el caso de muchas industrias que buscan lo mismo con la finalidad de ser competitivos en el mercado.

La aplicación del Lean Manufacturing con las herramientas de SMED, estandarización de operaciones y el Just in time a cada proceso crítico del proceso productivo, logrando la reducción del tiempo del reproceso de granallado en un 50%, que significaba en una reducción del ciclo productivo del 17% y el incremento de la productividad en un 25%.

Antecedente 7

Galvez (2018), sostiene que la falta de orden y limpieza en el área de trabajo y el alto índice de horas paradas de máquina, lo que está ocasionando muchos desperdicios que terminan en aumento en el costo de producción. Así como es el caso, de varias industrias y finalmente traen como consecuencia poca competitividad en el mercado.

La aplicación de la metodología de manufactura de esbelta con la metodología 5S y TPM (Mantenimiento Productivo Total), lograron que el indicador de OEE sería del 21%, además del incremento de la capacidad productiva, reducción de los costos de mano de obra y un mejor ambiente laboral para el equipo de trabajo.

Antecedente 8

Collantes & Quintanilla (2021), sostiene que los excesos de mermas, los tiempos de parada y procesos que no agregaban valor al flujo de la producción generan una baja productividad. Así como es el caso, de las industrias que tienen varios desperdicios lo que genera un tiempo de producción elevado y por ende un costo de producción alto, lo que ocasiona que no tenga competitividad en el mercado.

La aplicación de la metodología Lean Manufacturing con la metodología SMED y estandarización de procesos operativos se redujo el tiempo operativo en 59% y se mejoró la productividad en un 56%, generando una mejora en los costos de producción por la reducción de paradas de máquina.

Antecedente 9

Triveño (2021), sostiene que el elevado tiempo de producción y paradas de máquina, está ocasionando problemas en la empresa embotelladora de la región de Arequipa, debido que tienen una baja productividad, tal es el caso de otras industrias, que al tener estas mermas generan una baja competitividad en el mercado que genera menores ventas.

La aplicación de la metodología de Lean Manufacturing con el SMED, TPM y los controles visuales, lograron que el operario incrementara su productividad en 51% y el tiempo operativo en 11%, logrando reducir significativamente los costos de producción además de generar un mejor ambiente laboral para el equipo de trabajo.

Antecedente 10

Araujo & Gamarra (2021) sostiene que la inadecuada gestión de mano de obra, materiales, maquinaria y métodos, genera desperdicios en material y tiempo, ocasionando reprocesos. Así como es el caso de muchas empresas que tienen los mismos problemas que les están generando grandes pérdidas económicas.

La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, como el VSM y las 5S, lograron reducir a S/ 34 el costo de producción unitario, el desperdicio de merma se redujo en un 2% y el tiempo de producción unitario en 1.89 minutos; con estos resultados la empresa es más competitiva en el mercado y genera un ambiente laboral más agradable para el equipo de trabajo.

2.1.2. Internacional

- ***Antecedente 1***

Campovertte Cerezo, (2021), sostiene que el aumento en el tiempo de producción y el arranque de la máquina, falta de metodologías en el trabajo, generan gran cantidad de pérdida de tiempo. Así como es el caso, coincide con varias industrias, y finalmente traen como consecuencia los bajos ingresos y por ende una mala imagen con los clientes.

La aplicación de la metodología de mejora continua, programas de capacitaciones, el mantenimiento y la reorganización en las instalaciones, lograron que se pueda cumplir la producción ideal de 4,400 unidades. Además, de un incremento de la ganancia por piezas fabricada a US\$ 1.63.

Antecedente 2

Chiriboga & Vélez (2021) sostiene que la falta de controles visuales, desorganización del almacén y procedimientos no estandarizados provocan demoras en los procesos y por ende pérdidas de tiempo y de recursos. Como es el caso en la mayoría de las industrias, debido a que muchas veces no prestan la debida atención al cuello de botella, que trae como consecuencias perdidas de tiempo innecesarias y por ende costos elevados de producción.

La aplicación de la metodología de manufactura esbelta logró un ambiente de trabajo agradable y reducción de costos por mano de obra

Antecedente 3

Gaona & Ahumada (2018), sostiene que la competencia global debido al acelerado cambio tecnológico, ocasiona que el cliente sea más exigente y selectivo. Como es el caso de muchas industrias que tienen la misma problemática, pero lograr adaptarse a la competitividad y constantes cambios en el mercado.

La aplicación de la metodología de Lean Manufacturing, con las herramientas de 5S, TPM, SMED, Heijunka y estandarización, lograron reducir los costos y de desperdicios, generando una flexibilidad en la producción, satisfacción del cliente y un equipo de trabajo mejor capacitado.

Antecedente 4

Carrillo y otros (2018), sostiene que un espacio de trabajo que no sea adecuado, equipos con probabilidad de fallo constantes y una falta de un procedimiento de trabajo ocasiona una falta de motivación por parte del equipo de trabajo y por ende que este sea menos productivo, como es el caso de muchas industrias que prestan poca atención a estos puntos, que pueden ocasionar altos los costos logísticos.

La aplicación de Lean manufacturing por medio de la metodología 5S, logró reducir las fallas en equipos en un 20%, lo cual representa un ahorro significativo, debido a que muchas veces no es posible terminar lo solicitado.

2.3.Fundamento teórico

2.3.1. Lean Manufacturing

Según Tejeda (2011) y varios autores definen la metodología de Lean Manufacturing como necesaria para lograr ser competitivos en el mercado, así como para poder reducir las mudas o desperdicios a los cuales denominan a las paradas de máquina, merma y toda actividad que no aporte valor a la actividad o procesos que se esté realizando. A lo largo de los años se ha podido demostrar que esta metodología no solo es aplicable para la industria automovilística, sino para otras industrias como la industria de la salud, cosméticos, agricultura, entre otros.

Luego de la Segunda Guerra mundial la compañía automovilística más importante de Japón, Toyota, creó un sistema de producción llamado Sistema de Producción Toyota, el cual años más tarde se llamaría Lean

Manufacturing elaborada por los ingenieros Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, el cual se define como una filosofía de trabajo que actualmente viaja por el mundo y ha sido reproducida en diferentes industrias de producción y servicios.

Una de las definiciones más acertadas engloba al Lean Manufacturing como un sistema integrado, debido a que durante su desarrollo logra conectar la tecnología con las personas, socio-tecnológico, generando un mejoramiento en los procesos y teniendo el objetivo principal la disminución de desperdicios en periodos de tiempo cortos e impactando en la mejora de la calidad.

El sistema de Lean manufacturing se caracteriza porque cuenta con personal capacitado, el cual propone mejoras, asigna responsabilidades detecta anomalías y se enfoca en reducir al máximo los costos de producción sin alterar la calidad del producto o servicio, el cual se vuelve un ciclo repetitivo debido a que siempre hay algo que mejorar.

2.3.2. Herramientas de Lean Manufacturing

Para lograr eliminar los desperdicios en las diferentes industrias la metodología de Lean Manufacturing se apoya en diferentes herramientas que fueron diseñadas para tipo de operación.

2.3.3. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Según Cuatrecases & Torrell (2010), sostienen que el TPM “Mantenimiento Productivo Total” no es una función exclusiva del personal o área de mantenimiento, sino de todo el equipo de trabajo de la empresa, debido a que ellos son pieza fundamental para detección de anomalías porque están en la operativa diariamente. Asimismo, es importante que esté involucrado la dirección para lograr un verdadero cambio.

Una gestión basada en el TPM, puede tener varios beneficios a la larga, ya que reduce el costo de producción, debido a que el costo por mantenimiento correctivo para cualquier industria significa una parada en la operación por más de una hora lo cual puede significar una pérdida significativa de acuerdo al tipo de industria.

2.3.4. 5S's

Según Dorbessan (2006), la metodología 5S, es una nueva herramienta para la organización de tareas que busca como principal objetivo mejorar la calidad, productividad, seguridad, el ambiente de trabajo y la comunicación, además permite desarrollar la creatividad y aprendizaje organizacional del equipo de trabajo y a nivel personal permite el crecimiento y desarrolla la autoestima.

La metodología de 5S es originario de Japon, por lo cual la transcripción de sus siglas es;

Seiri – Separar

Mantener solo lo necesario para realizar las actividades asignadas.

Seiton – Ordenar

Mantener las herramientas y equipos en condiciones optimas, en ubicaciones estrategicas para su facil acceso.

Seiso – Limpiar

Mantener el espacio de trabajo limpio para poder desarrolaar las actividades asignadas con pulcritud y de manera fluida.

Seiketsu – Estandarizar

Mantener una ubicación definida para cada cosa para así podara así poder mejorar los logros obtenidos.

Seiketsuke – Autodisciplina

Mantener los pasos anteriores para poder crear una autodisciplina.

Figura 2

La metodología 5S



2.3.5. Mejora de procesos

Según Galloway (2002), define que para lograr una mejora continua de los procesos es necesario la implementación de los diagramas de flujos, los cuales son las técnicas más usadas, las cuales contribuyen para lograr reducir los costos y mejorar la satisfacción tanto del equipo de trabajo como de los cliente, generando que sea más competitiva en el mercado.

2.3.6. Ciclo Deming

Según Aguayo (2011), el ciclo de PHVA o también llamado ciclo PDCA ó ciclo Deming es parte de la mejora continua de procesos enfocados en la calidad, en el cual se definen 4 pasos, que son:

Planificar:

Se define los lineamientos principales para la identificación del problema que se desea analizar, así como se definen los indicadores de control.

Hacer:

De acuerdo con el paso anterior se establece en pasos el plan de acción para el desarrollo de la implementación

Verificar:

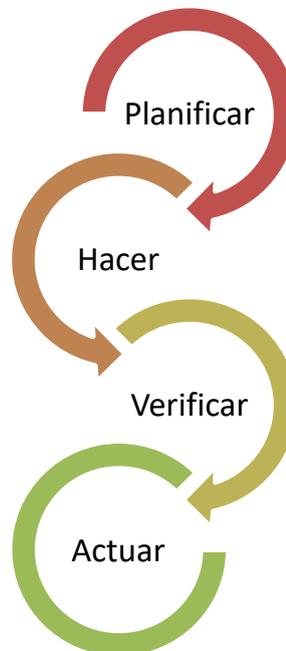
Según los lineamientos ya establecidos en los pasos anteriores se procede a controlar el cumplimiento mediante formatos de control, donde se analizan los indicadores.

Actuar:

Según el paso anterior se procede a analizar y corregir las posibles desviaciones encontradas. Asimismo, se realiza una revisión general de los datos obtenidos en el paso anterior para la estandarización de procesos para obtener mejores resultados. Finalmente, una vez culminado se vuelve al inicio y así se genera el Ciclo Deming.

Figura 3

Ciclo de Deming



2.3.7. Productividad

Según, Gutierrez & De la vara (2009), define la productividad como la relación entre lo producido y los medios utilizados, Los resultados obtenidos podrán medirse en unidades producidas, piezas vendidas, clientes atendidos o en utilidades, mientras tanto en caso de los recursos empleados se cuantifican por medio del número de trabajadores, tiempo total empleado,

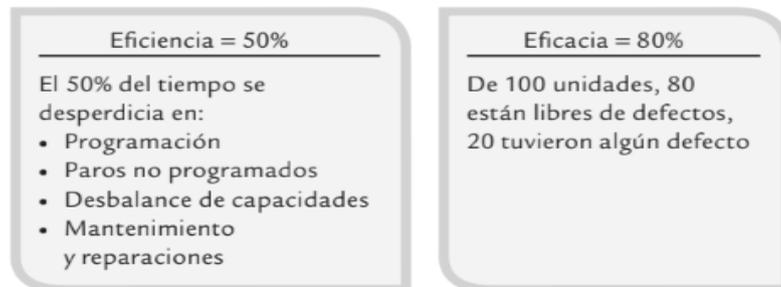
del área de producción de una empresa metalmecánica, Lima 2022 horas-máquina, costos operativos, etc. La productividad se divide en dos componentes que son la eficiencia y la eficacia, la eficiencia se refiere en la relación entre los resultados logrados y los recursos empleados, la mejora radica en la optimización de los recursos. Por otro lado, la eficacia es el grado con el cual las actividades previstas serían realizadas y los resultados planeados se cumplan.

Figura 4

Cálculo de la productividad

Productividad: mejoramiento continuo del sistema.
 Más que producir rápido, producir mejor.
 Productividad = eficiencia × eficacia

$$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo total}} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}} \times \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo útil}}$$



Nota: Adaptado de *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (p.8) por Gutierrez & De la Vara, The McGraw-Hill Companies, Inc.

2.3.8. Calidad

Según, Gutierrez & De la vara (2009), define calidad como la relación con la satisfacción con el cliente, ligado a las expectativas que tendría sobre

el producto o servicio adquirido. Las expectativas son generadas por las necesidades, antecedentes, precio del producto, publicidad, tecnología, imagen empresarial, etc. Por tanto, se deduce que cuando hay satisfacción del cliente por el producto o servicio tenemos calidad.

2.3.9. Satisfacción del cliente

Según, Gutierrez & De la vara (2009), define la satisfacción del cliente por tres aspectos fundamentales, la calidad del producto, el precio y la calidad del servicio que deben ser cumplidas.

2.3.10. Tiempo de entrega

Según, Gutierrez & De la vara (2009), define el tiempo de entrega como una relación con el tiempo de ciclo, por ello iniciaría por etapas, desde que el cliente inicia el pedido hasta que todo ello se convierte en producto en manos del cliente, de esta manera se podrá evidencia el tiempo que tardan las diferentes etapas del proceso y la sincronización o fluidez de las áreas.

Figura 5

Factores para la Satisfacción al cliente



Nota: Adaptado de *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (p.5) por Gutierrez & De la Vara, The McGraw-Hill Companies, Inc.

2.3.11. Herramientas básicas de la calidad

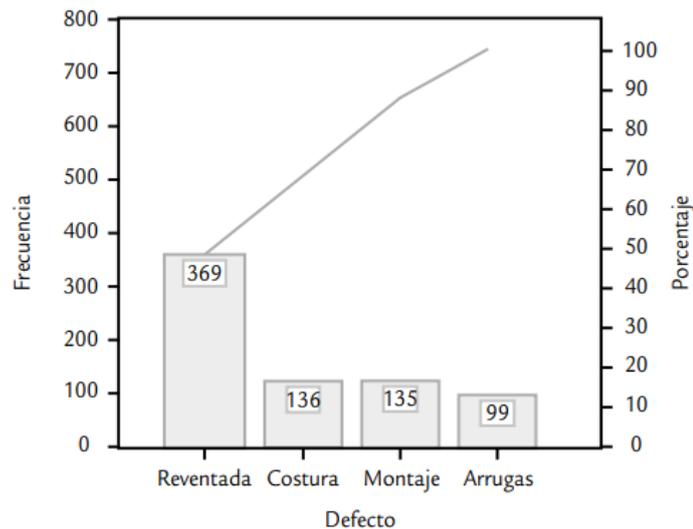
Diagrama de Pareto:

Según, Gutierrez & De la vara (2009), considera al diagrama de Pareto como un método empleado para organizar errores, problemas o defectos. El cual está basado en el principio de Pareto, que indica la “Ley del 80-20” ó “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual tiene como objetivo reconocer que el 20% de elementos generan la mayor parte del efecto del 80%.

En la Figura 5, se da un ejemplo del diagrama de Pareto para problema en la fabricación de botas, de lo cual podemos inferir que el defecto de reventado de la piel es el de más impacto porque representa el 50% del total.

Figura 6

Diagrama de Pareto para problemas en botas.



Nota: Adaptado de *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (p.141) por Gutierrez & De la Vara, The McGraw-Hill Companies, Inc.

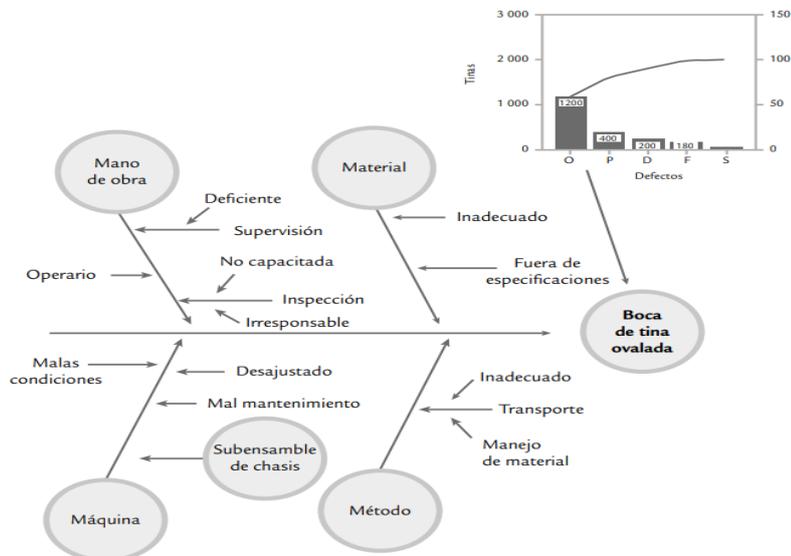
El diagrama de causa – efecto

El diagrama de causa-efecto también es conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado, consiste en determinar las causas o efectos con los factores que posiblemente están generando de un problema. Para ello utiliza, tiene dos tipos, el método de las 6M y el método tipo de flujo del proceso.

Para el método de las 6M, el análisis se realiza de 6 aspectos o factores que son; métodos, mano de obra, medio ambiente, máquinas o equipos, mediciones y materiales. En la Figura 2 se ilustra un problema de control de calidad sobre tiros libres fallados, cada flecha representa un error. (Render, 2009)

Figura 7

Diagrama de Pareto y Diagrama de Ishikawa de los problemas para



Nota: Adaptado de *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (p.153) por Gutierrez & De la Vara, The McGraw-Hill Companies, Inc.

El diagrama de flujo de procesos

Según, Gutierrez & De la vara (2009), el diagrama de flujo de proceso representa las actividades secuencialmente de un proceso, que incluyen inspecciones y los reprocesos.

CAPITULO III DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1.Contexto General

Referente a mi experiencia profesional, en la empresa metalmecánica desde agosto 2020, ingreso a trabajar en la empresa metalmecánica como asistente de ingeniería. La empresa metalmecánica se encuentra ubicada en el distrito de San Martín de Porres, cuenta con más de 8 años en el mercado del sector industrial y está gerenciada por dos socios peruanos, está dedicada a la fabricación de repuestos para maquinaria industrial, así como al servicio de mantenimiento correctivo y preventivo de maquinaria industrial, cuenta con 19 colaboradores y clientes reconocidos a nivel nacional del sector alimentario, textil, pesquero, entre otros.

De acuerdo con mi contrato ingresé a laborar desde el 01 de agosto del 2015 como asistente de ingeniería donde mis funciones principales son presentación de informes semanales del avance de la producción, supervisión de la producción, abastecimiento de EPP a los trabajadores y propuestas de mejora para el área de producción.

Principales funciones y obligaciones:

- Charlas de seguridad y salud en el trabajo durante 5 minutos diariamente.
- Entrega y renovación de EPP
- Designación de trabajos de producción a los operarios.
- Supervisión de las tareas asignadas al personal de operaciones.
- Elaboración de informes semanales sobre el avance la producción
- Identificar oportunidades de mejora continua y presentar un proyecto cada fin de mes.

3.2. Realidad problemática

En la actualidad las empresas industriales para aplicar la mejora continua en sus procesos operativos de fabricación y tener como resultado la optimización de su producción, tienen en cuenta implementar diversos programas de mejora entre los cuales se encuentra el Lean Manufacturing, entre sus herramientas se puede utilizar las 5'S, SMED, TPM, Kanban entre otras, todas siempre en búsqueda de mejorar la eficiencia en una organización (Vargas, Muratalla, & Jiménez, 2018)

Teniendo en cuenta a Sladogna (2017) define que la productividad es el menor uso de los recursos como mano de obra, capital, materiales y otros, con finalidad de ser más eficiente en los procesos. Asimismo, Meller (2019) definió que la productividad es la eficiencia de usar materiales e insumos en un proceso de producción, para obtener la mayor cantidad de productos en un programa de producción.

Basado en lo expuesto, actualmente la empresa metalmecánica tiene un problema con el control de los costos operativos que se ocasionaron por la mala administración de los recursos brindados como el recurso humano, equipos, maquinaria y procesos.

Sin embargo, la falta de mantenimiento de la maquinaria y la inexistencia de un procedimiento establecido, según el juicio del jefe de producción ocasionó que la empresa no haya obtenido los resultados esperados, por lo cual en los últimos años los costos de producción fueron elevados sin poder visualizar las causas principales. El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo principal mejorar la productividad, reduciendo las paradas de máquina mejorando la cultura de organización, implementando herramientas de ingeniería sostenibles en el tiempo.

El primer problema es **alto número de entregas fuera de tiempo**, en promedio se genera 28 entregas de pedidos de piezas tipo pistón al mes, siendo enviadas fuera tiempo el 36% de entregas a nuestros clientes, los motivos son:

- Falta de comunicación del proveedor con el cliente
- Falta de conocimiento del proceso de trabajo.
- Paradas de maquina

En promedio cerca del 36% de piezas son entregadas fuera de tiempo durante el año 2021, incurriendo en gastos operativos en mano de obra, viáticos. Estos gastos representan S/. 14,136.00.

El segundo problema es la **alta cantidad de piezas que pasan por re-inspección de calidad**, debido a lo siguiente:

- La falta de estandarización de procesos
- Fallas maquinaria de producción.

En promedio se fabrican 28 piezas tipo pistón al mes, sin embargo, cerca del 21% de piezas pasan por re-inspección, incurriendo en gastos operativos en mano de obra, viáticos. Estos gastos representan S/. 3,960.00 durante el periodo del 2021.

3.3. Problema General

¿Cómo la implementación de herramientas de mejora influye en la productividad del proceso productivo y control de la calidad de las piezas modelo pistón en la empresa metalmecánica?

3.4. Objetivos

3.4.1. Objetivo general

Implementar el plan de mejora de la productividad en el proceso productivo de la empresa metalmecánica para incrementar la productividad de las piezas modelo pistón.

3.4.2. Objetivos específicos

- Determinar un diagnóstico actual en el proceso productivo de las piezas modelo pistón de la empresa metalmecánica para identificar las áreas de mejora
- Seleccionar la propuesta más viable para mejorar la productividad en el proceso productivo de las piezas modelo pistón de la empresa metalmecánica.
- Evaluar el impacto económico de la implementación de la mejora.

3.5.Hipótesis

La aplicación de herramientas de mejora influye en la productividad del proceso productivo y control de calidad de las piezas modelo pistón en la empresa metalmecánica.

3.6.Justificación

- **Académica**

Es presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo demostrar la aplicación de los conocimientos adquiridos con metodología y herramientas necesarias para realizar un correcto diagnóstico de la problemática de la empresa en base la recopilación de data e identificación de los indicadores que permitirán la aplicación de la mejora en la empresa.

- **Empresarial**

En el presente trabajo de suficiencia profesional utilizaremos la metodología de Lean Manufacturing y TPM para poder mejorar los procesos necesarios para lograr mejorar la calidad de los productos, flujo de comunicación y evitando la insatisfacción de sus clientes.

- **Económica**

En el presente trabajo de suficiencia, con la aplicación del Lean Manufacturing y TPM se logrará obtener mejoras económicas, reduciendo los pedidos no entregados y mejorando el nivel de re-inspecciones, logrando miniar las pérdidas económicas.

3.7. Limitaciones

Para la elaboración del trabajo de investigación se encontraron algunas limitaciones:

Información desordenados en los años anteriores para trabajar la base de datos de las variables en estudio.

Pocas horas disponibles para llevar a cabo las capacitaciones al personal técnico.

Falta de compromiso y cumplimiento en la asistencia a las capacitaciones por parte del personal técnico.

Sin embargo, aún con todas las limitaciones mencionadas, se logró cumplir y llevar a cabo este trabajo.

3.8. Identificación de la situación actual de la empresa metalmecánica.

En la actualidad las empresas industriales para aplicar la mejora continua en sus procesos operativos de fabricación y tener como resultado la optimización de su producción, tienen en cuenta implementar diversos programas de mejora entre los cuales se encuentra el Lean Manufacturing, entre sus herramientas se puede utilizar las 5'S, SMED, TPM, Kanban entre otras, todas siempre en búsqueda de mejorar la eficiencia en una organización (Vargas y otros, 2018)

3.9. Diagnóstico de la problemática

Actualmente el desarrollo industrial se ha logrado gracias al avance tecnológico que los países desarrollados están logrando y gracias a la globalización todos podemos tener el acceso.

- Con respecto a la empresa metalmecánica actualmente afronta el problema de altas entregas fuera de tiempo y re-inspecciones. En la actualidad el indicador es de **36%** y **21%** respectivamente, de acuerdo con nuestra evaluación concluimos que esto se

debe a la falta de estandarización de los procesos y la falta de la cultura de orden y limpieza.

•

3.10. Identificación de indicadores del proceso.

Para identificar el desempeño actual del área de producción de la empresa metalmecánica, se procedió a medir bajo indicadores.

Alto número de entregas fuera de tiempo

$$\text{Entregas perfectas (\%)} = \frac{\text{Pedidos retrasados}}{\text{Pedidos totales}} \times 100\%$$

En este indicador hace referencia a los pedidos retrasados entre los pedidos totales durante un periodo establecido en porcentaje

Tabla 2

Datos de los pedidos retrasados y pedidos totales de la empresa metalmecánica durante el año 2021

Mes	Pedidos totales	Pedidos retrasados	% Indicador
Enero	32	12	38%
Febrero	26	10	38%
Marzo	26	9	35%
Abril	22	8	36%
Mayo	29	12	41%
Junio	33	15	45%
Julio	24	11	46%
Agosto	29	12	41%
Setiembre	34	7	21%
Octubre	26	9	35%
Noviembre	33	8	24%
Diciembre	30	10	33%
Total general	344	123	36%

En la Tabla 2, observamos los pedidos retrasados y pedidos totales durante el año 2021 detallado por mes. En promedio anual se retrasa el 36% de los pedidos totales realizados durante el año 2021, en la Tabla 3 se detalló los gastos que inciden los pedidos retrasados, de lo cual podemos determinar que el monto total durante el año 2021 fue de S/. 14,136.00.

Tabla 3

Gastos mensuales de los pedidos retrasados durante el año 2021.

Mes	Pedidos retrasados	Combustible	Alimentación	Costo x HH extra	Sobrecosto
Enero	12	S/ 4.00	S/ 12.00	S/ 15.00	S/ 372.00
Febrero	10	S/ 4.00	S/ 12.00	S/ 15.00	S/ 1,240.00
Marzo	9	S/ 4.00	S/ 12.00	S/ 15.00	S/ 1,116.00
Abril	8	S/ 4.00	S/ 12.00	S/ 15.00	S/ 992.00
Mayo	12	S/ 4.00	S/ 12.00	S/ 15.00	S/ 1,488.00
Junio	15	S/ 4.00	S/ 12.00	S/ 15.00	S/ 1,860.00
Julio	11	S/ 4.00	S/ 12.00	S/ 15.00	S/ 1,364.00
Agosto	12	S/ 4.00	S/ 12.00	S/ 15.00	S/ 1,488.00
Setiembre	7	S/ 4.00	S/ 12.00	S/ 15.00	S/ 868.00
Octubre	9	S/ 4.00	S/ 12.00	S/ 15.00	S/ 1,116.00
Noviembre	8	S/ 4.00	S/ 12.00	S/ 15.00	S/ 992.00
Diciembre	10	S/ 4.00	S/ 12.00	S/ 15.00	S/ 1,240.00
Total general	123				S/ 14,136.00

A continuación, en la Figura 8, detallamos los pedidos retrasados vs los pedidos totales durante el año 2021, de igual forma en la Figura 9, detallamos los pedidos retrasados y totales en porcentajes de lo cual podemos inferir que el indicador debería estar en un rango de 0% a 5%, sin embargo, los valores superan en demasía estos rangos.

Figura 8

Pedidos retrasados y Pedidos totales del año 2021.

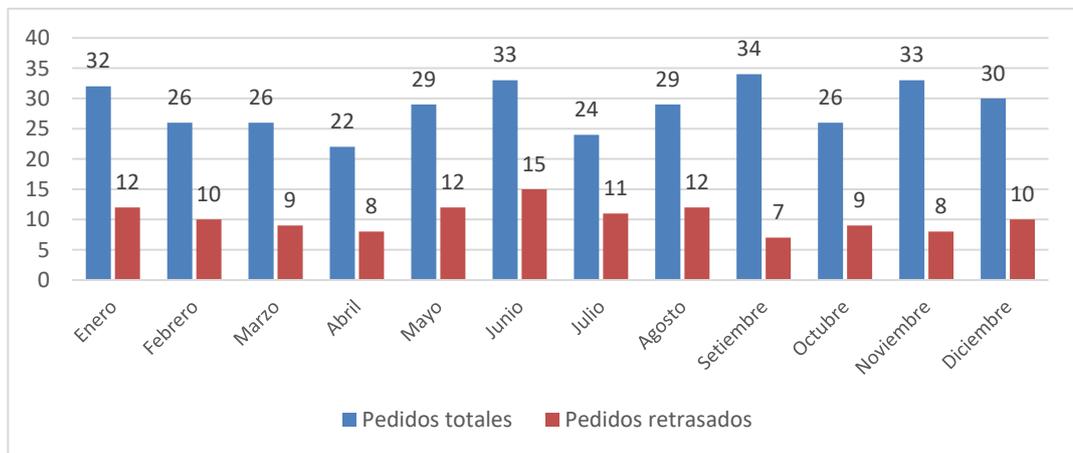
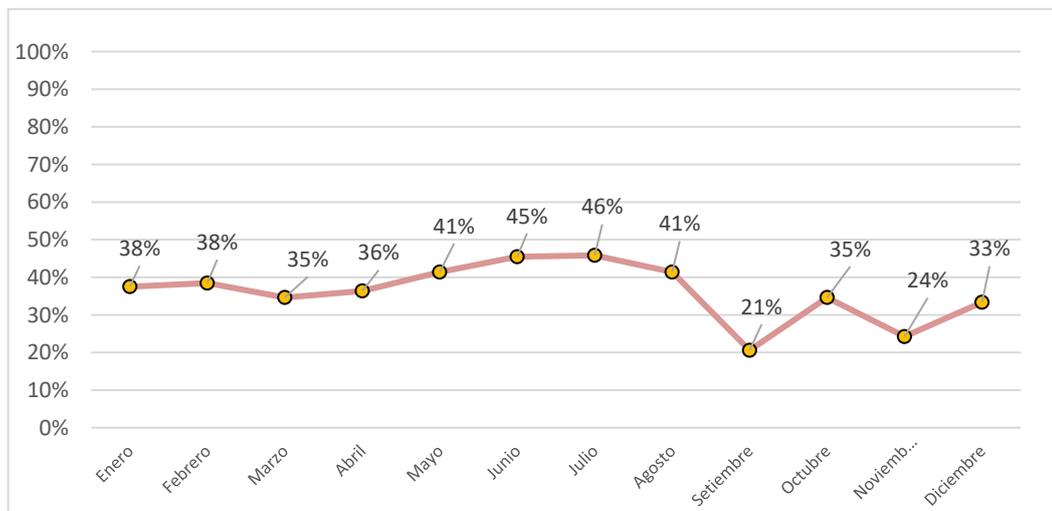


Figura 9

Porcentaje de Pedidos retrasados y pedidos totales durante el año 2021.



Alta cantidad de piezas que pasan por re-inspección de calidad,

$$\text{Pedidos de re – inspección (\%)} = \frac{\text{Pedidos re – inspeccionados}}{\text{Pedidos inspeccionados}} \times 100\%$$

En este indicador hace referencia a los pedidos re-inspeccionados entre los pedidos inspeccionados durante un periodo establecido en porcentaje.

Tabla 4

Cantidad de pedidos inspeccionados vs cantidad de pedidos re-inspeccionados

Mes	Pedidos totales	Pedidos inspeccionados	Pedidos re-inspeccionados	% Pedidos liberados	% Pedidos re-inspección
Enero	32	23	9	72%	28%
Febrero	26	20	6	77%	23%
Marzo	26	18	8	69%	31%
Abril	22	19	3	86%	14%
Mayo	29	20	9	69%	31%
Junio	33	30	3	91%	9%
Julio	24	20	4	83%	17%
Agosto	29	23	6	79%	21%
Setiembre	34	22	12	65%	35%
Octubre	26	20	6	77%	23%
Noviembre	33	29	4	88%	12%
Diciembre	30	28	2	93%	7%
Total general	344	272	72		21%

A continuación, en la Tabla 5, podemos observar los gastos incurridos por la re- inspección de pedidos durante el año 2021 que equivale a un 79% de pedidos liberados y el 21% equivale a los pedidos que pasan por re- inspección.

Tabla 5
Gastos incurridos por re - inspección de pedidos en el año 2021

Cant.	Pedidos re - inspección	Concepto	Costo	Sobrecosto
Enero	72	Transporte	S/ 15.00	S/ 1,080.00
Febrero		Mano de obra (3)	S/ 20.00	S/ 1,440.00
Marzo		Gastos de viáticos.	S/ 20.00	S/ 1,440.00
Total general	72			S/ 3,960.00

Por otro lado, en la Figura 10, se representa los pedidos de re – inspección y pedidos inspeccionados en cantidades durante el año 2021, y en la Figura 9 se representa los pedidos re – inspeccionados y pedidos inspeccionados en porcentajes.

Figura 10
Pedidos inspeccionados y pedidos re-inspeccionados en el 2021

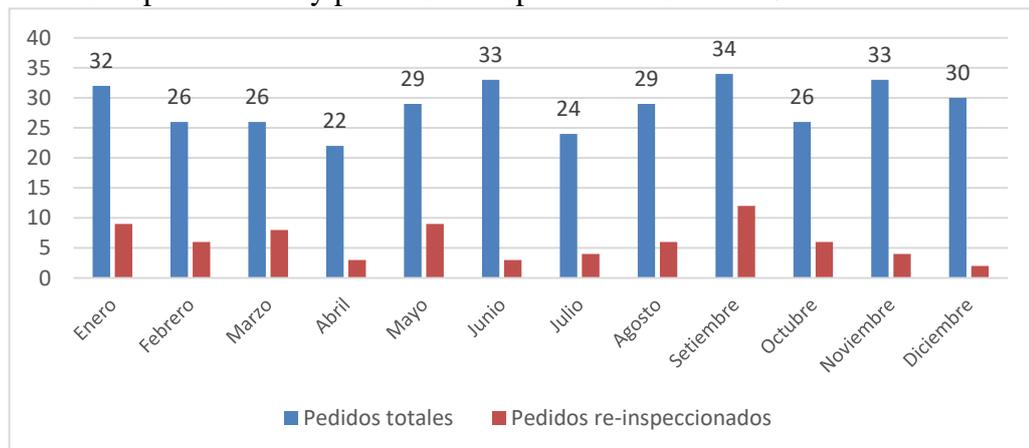


Figura 11

Porcentaje de pedidos re - inspeccionados y pedidos inspeccionados en el año 2021



Finalmente, se realizó una tabla de resumen de los indicadores que utilizaremos para el presente trabajo de suficiencia profesional como podemos observar en la Tabla 6. Por lo cual podemos determinar que el mayor problema lo presentan los pedidos retrasados, debido a que el porcentaje es del 36% y de los pedidos que pasan re – inspección solo representa el 21%.

Tabla 6

Resumen de indicadores en el área de producción.

Indicador	Objetivos	Resultado
Pedidos retrasados	Determinar las entregas perfectas	36%
Piezas con re-inspección	Medir la cantidad de piezas que pasan por re-inspección	21%

3.11. Detallar las causas principales para los pedidos retrasados y pedidos re-inspeccionados del área de producción actual.

Detallar las causas principales

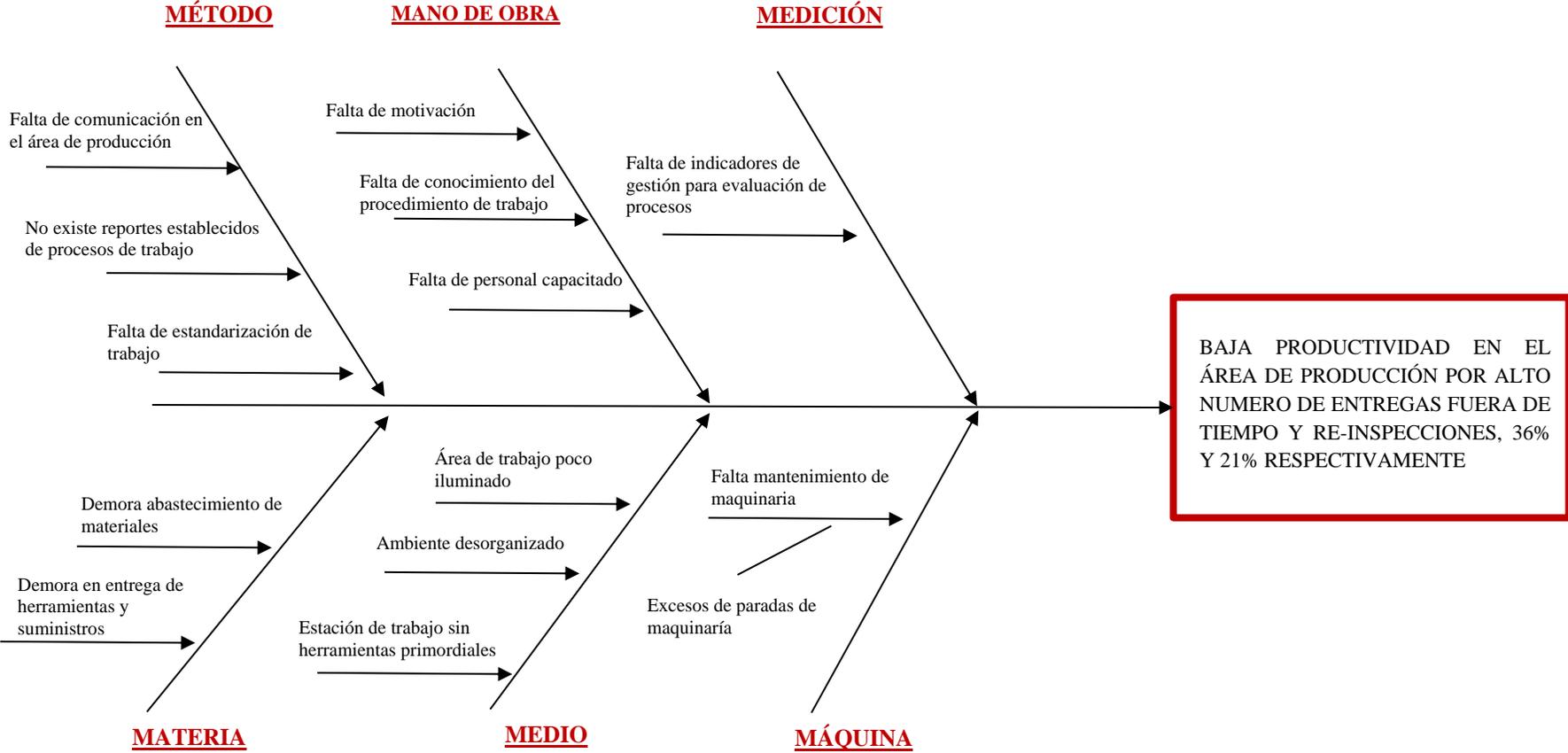
Para poder determinar las causas principales utilizamos el diagrama de Ishikawa como podemos observar en la Figura 12, de igual realizamos la Tabla 7, para detallar el resumen de las causas encontradas.

Tabla 7
Resumen de las causas

Categoría	Causas Encontradas
Método	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de comunicación en el área de producción. 2. No existe reportes establecidos de procesos de trabajo 3. Falta de estandarización de procesos.
Medición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de indicadores de gestión para la evaluación de los procesos
Material	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demoras en abastecimiento de materiales 2. Desorden en el área de trabajo 3. Demora en habilitación del área de trabajo
Mano de obra	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de motivación. 2. Falta de conocimiento del procedimiento de trabajo.
Maquinaria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maquinaria en mal estado.
Medio Ambiente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Área de trabajo poco iluminado. 2. Estación de trabajo sin herramientas primordiales

Figura 12

Diagrama de Ishikawa de la baja productividad en la empresa metalmecánica.



Luego de identificar las principales causas de la baja productividad en el área de producción de la empresa metalmeccánica en el año 2021, realizamos una matriz de priorización donde pudimos determinar cuáles serían las causas primordiales que están ocasionando este problema. En la

Tabla 8

Matriz de priorización de las principales causas encontradas

Item	Principales causas	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Total Fila
A	Falta de indicadores de gestión para evaluación de procesos		1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7
B	Falta de motivación	0		0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
C	Falta de conocimiento del procedimiento de trabajo	1	1		1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
D	Falta de personal capacitado	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
E	Falta de comunicación en el área de producción	0	1	1	0		0	1	1	1	1	0	0	0	6
F	No existen reportes establecidos de procesos de trabajo	1	0	1	0	1		0	0	0	0	0	0	0	3
G	Falta de estandarización de trabajo	1	1	1	0	1	1		1	1	0	0	1	1	9
H	Demora de abastecimiento de materiales	0	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1
I	Demora en entrega de herramientas y suministros	1	0	0	0	1	1	1	0		0	1	0	0	5
J	Área de trabajo poco iluminada	0	1	1	0	0	0	0	0	0		0	0	0	2
K	Ambiente desorganizado	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1		1	1	8
L	Estación de trabajo sin herramientas primordiales	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0		0	3
M	Falta de mantenimiento de maquinaria	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1		7
Total		5	10	8	3	7	4	6	3	3	3	2	3	2	59

Posteriormente, se realizó en la Tabla 9, se ordenó las causas de acuerdo con la importancia y a partir de estos resultados se elaboró una tabla de frecuencias con el objetivo de determinar en porcentajes cuanto representa respecto al total.

Tabla 9

Matriz de priorización ordenadas por importancia.

Item	Principales causas	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Total Fila	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
G	Falta de estandarización de trabajo	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	9	0.15	15%	15%
K	Ambiente desorganizado	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	8	0.14	14%	29%
A	Falta de indicadores de gestión para evaluación de procesos		1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7	0.12	12%	41%
M	Falta de mantenimiento de maquinaria	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	7	0.12	12%	53%
E	Falta de comunicación en el área de producción	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	6	0.10	10%	63%
I	Demora en entrega de herramientas y suministros	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	5	0.08	8%	71%
C	Falta de conocimiento del procedimiento de trabajo	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0.07	7%	78%
F	No existen reportes establecidos de procesos de trabajo	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0.05	5%	83%
L	Estación de trabajo sin herramientas primordiales	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0.05	5%	88%
B	Falta de motivación	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0.03	3%	92%
D	Falta de personal capacitado	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.03	3%	95%
J	Área de trabajo poco iluminada	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0.03	3%	98%
H	Demora de abastecimiento de materiales	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.02	2%	100%
Total		5	10	8	3	7	4	6	3	3	3	2	3	2	59	1.00	100%	

Finalmente, luego de los resultados realizamos un análisis de los 5
Porques en la Tabla 10, para poder determinar la causa raíz del problema.

Tabla 10

Análisis de los cinco porques

PROBLEMA	PORQUE 1	PORQUE 2	PORQUE 3	PORQUE 4	PORQUE 5	ANÁLISIS DE RESULTADOS
<p>BAJA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN POR ALTO NUMERO DE ENTREGAS FUERA DE TIEMPO Y RE-INSPECCIONES, 34% Y 21% RESPECTIVAMENTE</p>	Falta de mantenimiento de maquinaria	Porque el operario no revisa su máquina	El operario no conoce al 100 % su máquina	Porque el operario no tiene capacitaciones Porque el operario no tiene un programa de revisión de maquinaria	Porque no está como una actividad primordial en el área	Implementar un programa de capacitaciones a los operarios sobre el mantenimiento de su maquinaria y establecer un cronograma de revisiones.
	Falta de estandarización de trabajo	Porque no se define los procesos	Porque no hay interés por parte de la empresa	No existe un procedimiento establecido	No se tomó como prioridad la definición de procedimiento principales.	Realizar un análisis de los principales procedimientos y elaborar un flujo de actividades,
	Ambiente desorganizado	El área de producción no contribuye a la organización del espacio de trabajo	Porque no hay un procedimiento o actividad definida	Falta de interés de la empresa	No tenían conocimiento de la importancia de la cultura de orden y limpieza	Capacitar al personal en general sobre la importancia de la cultura de orden y limpieza.
	Falta de comunicación en el área de producción	Por falta personal en el área	Porque el personal encargado no toma importancia la comunicación con su personal	Falta de interés y compromiso con el área de producción	Falta de procedimientos e involucramiento en el área de producción por parte de la empresa	Involucrar más al área de producción en actividades y tarea que se puedan desarrollar en conjunto para mejorar la fluides de comunicación

Resultado del análisis

Finalmente, luego de realizar el análisis podemos determinar que las causas raíz serían cuatro, que son; falta de mantenimiento de maquinaria, falta de estandarización de trabajo, ambiente desorganizado y la falta de comunicación en el área de producción, lo cual está generando la baja productividad en la empresa metalmecánica. Para lo cual aplicaremos la filosofía de TPM bajada en el mantenimiento total, el cual acompañada como base de la implementación de la filosofía 5S, la estandarización del flujo de información y de los procesos mediante formatos de control, con el objetivo de reducir la baja productividad de la empresa metalmecánica.

3.12. Evaluación de las herramientas a utilizar.

Reingeniería de Procesos

Según, Rafolso & Artiles (2011), la reingeniería de procesos consiste en volver a plantear y diseñar los procesos en cada área de trabajo, está mejora conlleva a mejoras tanto en rendimiento como en costo, calidad, servicio, eficiencia y eficacia, logrando así incrementar la productividad y mejorar el flujo de actividades.

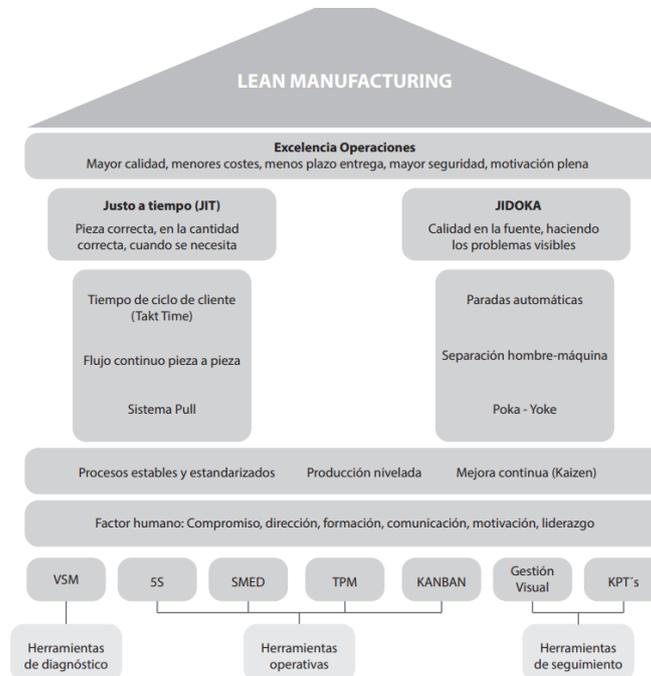
Lean Manufacturing – TPM – 5S

Según, Sarria (2017), define la filosofía Lean Manufacturing como un sistema que permite la organización de las actividades, enfocándose en el sistema de producción que realiza cada empresa. Su principal objetivo se basa en la eliminación de toda actividad que no aporte valor a la cadena de suministro, las cuales son denominadas, mudas, desperdicios; algunos ejemplos serían la sobreproducción, sobretiempo, merma, etc.

El término Lean Manufacturing apareció por primera vez en los años 70 en el libro *La máquina que cambió el mundo* de los autores Womack, Jones y Ross. La obra, que se ha convertido en best seller mundial, fue la primera que sacó a la luz el sistema de producción lean de Toyota. Este contrapone dos sistemas de negocio radicalmente diferentes: producción lean versus producción en masa.

Figura 13

Adaptación de la Casa Toyota



VSM: value stream map; SMED: single-minute exchange of die; TPM: total productive maintenance; KPI: key performance indicator.

Fuente. Hernández y Vizán, (2013, p. 18).

Nota: Adaptado de *Lean manufacturing: concepto, técnicas e implantación* por Hernandez & Vizán, 2013, <https://www.eoi.es/savia/documento/eoi80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

A continuación, detallaremos la comparación de ambas metodologías,

Tabla 11

Comparación de las metodologías

Metodología	Detalle	Alcance	Costo	Tiempo de aplicación
Reingeniería de Procesos	Mejora la cultura del orden y limpieza en el área de trabajo.	Área de producción	Bajo	Mayor a 6 meses
Lean Manufacturing – TPM – 5S	Mejora la productividad de la organización.	Área de producción	Bajo	Mayor a 3 meses

En la Tabla 11 detallamos la comparación de las metodologías que más se adecuarían para la implementación de la empresa metalmecánica, optamos por la implementación del Lean Manufacturing debido a tres puntos importantes, tiene menor costo en la aplicación, la implementación de una filosofía es duradera en el tiempo, esta filosofía tiene principios que están alineados a los objetivos de la empresa. Para lo cual realizamos un cronograma de actividades donde mediante el ciclo Deming se realizará esta implementación durante un periodo de 6 meses.

3.13. Fase Planificar:

Actividad 1: Reunión con Gerencial General para presentación de propuesta de mejora.

En esta actividad ya se había definido propuesta para la implementación en la empresa metalmecánica y se optó por la implementación del Lean Manufacturing – TPM – 5S, debido a tres puntos importantes; tiene menor costo en la aplicación, la implementación de una filosofía es duradera en el tiempo, esta filosofía tiene principios que están alineados a los objetivos de la empresa. De acuerdo con ello se presentó a la Gerencia General la propuesta de mejora y el cronograma de actividades.

Actividad 2: Reunión con las jefaturas del área para el informe final de la propuesta de mejora.

Una vez aprobado la propuesta de implementación se procedió a informar a las jefaturas del área de producción para el conocimiento de esta y también para solicitar su apoyo en el desarrollo de la implementación. Adicionalmente se capacitó en términos básicos se utilizará durante el desarrollo de la implementación, así como los cambios que se darían respecto a actividades extras que se tendrían que realizar.

Actividad 3: Reunión con el personal para informar sobre el proyecto a realizarse e informar las del proyecto y capacitación.

En esta actividad se realizó una presentación y capacitación sobre la implementación de 5S y TPM. Posteriormente, se resolvieron dudas, comentarios y se solicitó el compromiso con el área de trabajo; ya que sin la disposición de ellos no se podrá llevar a cabo la implementación. Además, se procedió a informar sobre los beneficios, el bajo costo y mejor ambiente laboral que generaría.

Actividad 4: Auditoria del área de producción y de las maquinarias.

En esta actividad realizamos la auditoría inicial de las 5S que podemos observar en la Figura 14.

Figura 14

Auditoria inicial de las 5S

AUDITORÍA INICIAL DE LAS 5S																																	
Empresa :	Empresa metalmeccánica	Auditor :	Hayme Beraun																														
Area:	Producción	Dia :	10/01/2022																														
Sistema de puntuación 0 Inexistente - No se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado 1 Insuficiente - El grado de cumplimiento es menor del 40% 2 Bien - El grado de cumplimiento es mayor del 40% y menor del 90% 3 Excelente - El grado de cumplimiento es mayor del 90%		<table border="1" style="font-size: small;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Objetivo</th> <th>Real</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1ª s</td><td>12</td><td>3</td></tr> <tr><td>2ª s</td><td>12</td><td>3</td></tr> <tr><td>3ª s</td><td>12</td><td>6</td></tr> <tr><td>4ª s</td><td>12</td><td>3</td></tr> <tr><td>5ª s</td><td>12</td><td>6</td></tr> <tr><td>Total</td><td>60</td><td>21</td></tr> </tbody> </table>		Objetivo	Real	1ª s	12	3	2ª s	12	3	3ª s	12	6	4ª s	12	3	5ª s	12	6	Total	60	21										
	Objetivo	Real																															
1ª s	12	3																															
2ª s	12	3																															
3ª s	12	6																															
4ª s	12	3																															
5ª s	12	6																															
Total	60	21																															
Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio No es más limpio el que más limpia sino el que menos ensucia																																	
1ª s Separar y eliminar innecesarios	<table border="1" style="font-size: x-small;"> <tr><td>1</td><td>Herramientas malogradas y nuevas en la estación de trabajo.</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>Documentación innecesaria y necesaria en la estación de trabajo.</td><td>x</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Máquinaria con fallas y maquinaria sin fallas en el área.</td><td></td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Materiales necesario y no necesarios en la estación de trabajo.</td><td>x</td><td></td><td>x</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: right;">Total</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> </table>	1	Herramientas malogradas y nuevas en la estación de trabajo.	0	1	2	3	2	Documentación innecesaria y necesaria en la estación de trabajo.	x				3	Máquinaria con fallas y maquinaria sin fallas en el área.		x			4	Materiales necesario y no necesarios en la estación de trabajo.	x		x		Total					3		
1	Herramientas malogradas y nuevas en la estación de trabajo.	0	1	2	3																												
2	Documentación innecesaria y necesaria en la estación de trabajo.	x																															
3	Máquinaria con fallas y maquinaria sin fallas en el área.		x																														
4	Materiales necesario y no necesarios en la estación de trabajo.	x		x																													
Total					3																												
2ª s Ordenar e identificar necesarios	<table border="1" style="font-size: x-small;"> <tr><td>1</td><td>En la estación de trabajo las herramientas tienen un espacio definido.</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>En la estación de trabajo la documentación tiene un espacio definido</td><td>x</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Informe sobre estado de la maquinaria</td><td>x</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Los materiales necesarios tienen un espacio definido en la estación de trabajo</td><td></td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: right;">Total</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> </table>	1	En la estación de trabajo las herramientas tienen un espacio definido.	0	1	2	3	2	En la estación de trabajo la documentación tiene un espacio definido	x				3	Informe sobre estado de la maquinaria	x				4	Los materiales necesarios tienen un espacio definido en la estación de trabajo		x			Total					3		
1	En la estación de trabajo las herramientas tienen un espacio definido.	0	1	2	3																												
2	En la estación de trabajo la documentación tiene un espacio definido	x																															
3	Informe sobre estado de la maquinaria	x																															
4	Los materiales necesarios tienen un espacio definido en la estación de trabajo		x																														
Total					3																												
3ª s Suprimir la suciedad	<table border="1" style="font-size: x-small;"> <tr><td>1</td><td>La estación de trabajo está limpia</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>El espacio de trabajo se encuentra iluminado</td><td>x</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>La maquinaria se encuentra limpia y en buen estado</td><td></td><td></td><td>x</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>La merma del material usado se encuentra en un espacio definido</td><td></td><td></td><td>x</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: right;">Total</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td></tr> </table>	1	La estación de trabajo está limpia	0	1	2	3	2	El espacio de trabajo se encuentra iluminado	x				3	La maquinaria se encuentra limpia y en buen estado			x		4	La merma del material usado se encuentra en un espacio definido			x		Total					6		
1	La estación de trabajo está limpia	0	1	2	3																												
2	El espacio de trabajo se encuentra iluminado	x																															
3	La maquinaria se encuentra limpia y en buen estado			x																													
4	La merma del material usado se encuentra en un espacio definido			x																													
Total					6																												
4ª s Estandarización	<table border="1" style="font-size: x-small;"> <tr><td>1</td><td>El flujo de actividades está definido</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>Los procesos de producción están definidos</td><td></td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Cronograma para mantenimiento de equipos</td><td></td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Informe sobre posibles mejoras</td><td>x</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: right;">Total</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> </table>	1	El flujo de actividades está definido	0	1	2	3	2	Los procesos de producción están definidos		x			3	Cronograma para mantenimiento de equipos		x			4	Informe sobre posibles mejoras	x				Total					3		
1	El flujo de actividades está definido	0	1	2	3																												
2	Los procesos de producción están definidos		x																														
3	Cronograma para mantenimiento de equipos		x																														
4	Informe sobre posibles mejoras	x																															
Total					3																												
5ª s Mantener y respetar	<table border="1" style="font-size: x-small;"> <tr><td>1</td><td>Las herramientas y materiales están en un espacio definido</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>La estación de trabajo cuenta con herramientas necesarias e inventariadas</td><td></td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Se mantiene la limpieza y orden en la estación de trabajo</td><td></td><td>x</td><td></td><td>x</td></tr> <tr><td>4</td><td>El personal está motivado en el área de producción</td><td></td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: right;">Total</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td></tr> </table>	1	Las herramientas y materiales están en un espacio definido	0	1	2	3	2	La estación de trabajo cuenta con herramientas necesarias e inventariadas		x			3	Se mantiene la limpieza y orden en la estación de trabajo		x		x	4	El personal está motivado en el área de producción		x			Total					6		
1	Las herramientas y materiales están en un espacio definido	0	1	2	3																												
2	La estación de trabajo cuenta con herramientas necesarias e inventariadas		x																														
3	Se mantiene la limpieza y orden en la estación de trabajo		x		x																												
4	El personal está motivado en el área de producción		x																														
Total					6																												
Evaluación realizada por: <div style="text-align: center; margin-top: 5px;">Hayme Beraun</div> <div style="margin-top: 5px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Firma</td> <td style="width: 50%; text-align: center;"></td> </tr> </table> </div>				Firma																													
Firma																																	

Luego de la realización de la auditoría inicial podemos determinar que el área de producción de la empresa metalmeccánica se encuentra en un 35% respecto al objetivo planteado de cada actividad de las 5S.

Con respecto a la aplicación de la primera S, tenemos un avance del 25%, debido a que el equipo de trabajo no tiene definido aún las herramientas, materiales y maquinaria en buen estado y mal estado.

Con respecto a la aplicación de la segunda S, tenemos un avance del 25%, debido a que el equipo de trabajo aún no tiene definido espacio para cada herramienta de trabajo y material de trabajo. Asimismo, como un informe definido para las fallas de las maquinarias.

Con respecto a la aplicación de la tercer S, tenemos un avance del 50%, debido a que el equipo de trabajo tiene la responsabilidad en limpiar su estación de trabajo, sin embargo, no es constante y no hay una limpieza de su maquinaria.

Con respecto a la aplicación de la cuarta S, tenemos un avance del 25%, debido a que el equipo de trabajo aún no tiene una estandarización en su flujo de actividades y procesos, para lo cual actualmente utilizan apuntes a mano. Asimismo, no cuentan con un cronograma para el mantenimiento de las maquinarias, ni un informe de posibles mejoras en el área de producción.

Finalmente, para la aplicación de la quinta S, tenemos un avance del 50%, debido a que el equipo de trabajo difícilmente mantiene el orden y limpieza en su estación de trabajo, sin embargo, tienen buena disposición para poder mejorar su espacio de trabajo.

3.14. Fase Hacer:

Actividad 5: Implementación de un diagrama de flujo de comunicación.

Una de las causas raíz es la falta de comunicación en el área de producción. Lo cual ha generado varios retrasos en el desarrollo del proceso de producción. Sin

embargo, mediante la herramienta del diagrama de flujo podremos determinar una serie de pasos a seguir durante el proceso. Este procedimiento se informó a Gerencia General quien lo aprobó y se le informó de los beneficios que traería la implementación, además que brindo su compromiso.

El diagrama de flujo de procesos que podemos encontrar en los Anexos se elaboró solo es un primer paso para la mejora continua, que se podrá realizar solo con la colaboración de todas las áreas de la empresa metalmecánica, mantener esta implementación en el tiempo implica un reto que solo podrá realizarse con el apoyo de Gerencia General.

Actividad 6: Implementación de formatos para solicitud de trabajo

Otra de las causas raíz es la falta de estandarización de procesos en el área de producción, que ha generado varios retrasos en el desarrollo de las actividades para desarrollar el proceso de producción.

Mediante la implementación de formatos de control que podemos encontrar en los anexos, se genera un mejor control de cada actividad a realizar y se puede determinar indicadores de gestión, además de recabar información importante para determinar un control cuantitativo y cualitativo de la producción y generar reportería. Además, reduce el tiempo en las coordinaciones debido a que fomenta un criterio a cada colaborador, para que pueda identificar la información necesaria para desarrollar su labor.

Este procedimiento fue validado por Gerencia General, quien tiene el conocimiento de los beneficios que traería la implementación. Además, brindo el compromiso y entusiasmo para el desarrollo de la implementación.

Actividad 7: Elaboración de procedimientos de trabajo

La elaboración del procedimiento de trabajo se realizó como parte del compromiso de la empresa metalmecánica en la mejora continua de sus actividades, donde se estandarizó el flujo de actividades de la empresa. Este procedimiento se compartió con todo el equipo de trabajo luego de la aprobación de Gerencia General. Según la Figura 15 podemos verla primera hoja del procedimiento elaborado.

Figura 15

Procedimiento General de producción

PG-742.01 Rev. 0 Página 1 de 8	PROCEDIMIENTO GENERAL	
	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	

Procedimiento General GESTIÓN DE PRODUCCIÓN

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Documentación Aplicable
4. Responsabilidades
5. Frecuencia de la revisión
6. Descripción de las actividades
7. Anexos
8. Registros

Revisión	Fecha	Modificaciones	Paginas

Fecha de vigencia:	Realizado por:	Revisado y aprobado por:	Responsable de actualizaciones:
03/01/2022	Hayme Beraun	Gerente General	Hayme Beraun

Actividad 8: Implementación de un procedimiento de mantenimiento.

La elaboración del procedimiento de trabajo se realizó como parte del compromiso de la empresa metalmecánica en la mejora continua de sus actividades, donde se estandarizó el flujo de actividades de la empresa. Este procedimiento se compartió con todo el equipo de trabajo luego de la aprobación de Gerencia General.

Figura 16

Procedimiento General de Mantenimiento

PG-742.01 Rev. 0 Página 2 de 6	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO GENERAL	
	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	

1. OBJETO

El objetivo de este procedimiento es que los trabajadores de la empresa metalmecánica tengan conocimiento de los principales lineamientos para el mantenimiento de sus equipos y poder desarrollar satisfactoriamente la labor asignada.

2. ALCANCE

Este procedimiento tiene como aplicación a todos los ordenes de trabajo de fabricación que afecten la calidad del producto.

3. RESPONSABILIDADES

Área de Producción

Realizar el seguimiento del mantenimiento de los equipos según el procedimiento establecido, con la finalidad de evitar averías que conlleven a paradas y pueda afectar el proceso productivo.

Administración

Archivar la documentación importante del control de mantenimiento, además del seguimiento del cronograma de mantenimiento.

Gerencia

Es responsable de la aprobación del cronograma de mantenimientos.

4. FRECUENCIA DE LA REVISIÓN

Este procedimiento se revisará, cuando menos una vez al año, en el mes de junio o julio, antes si hay algún cambio o mejora significativos en el proceso.

5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

La Gerencia de Producción, junto con el jefe de área, realizan la verificación de las maquinarias semestralmente y elaboran un Programa de Mantenimiento Preventivo de los equipos.

El colaborador en su estación de trabajo realiza una verificación inicial, en la cual identifica anomalías, que no estén dentro de las funciones básica que él tiene, que son: limpieza, inspección, lubricación y ajustes de tornillería.

Para la identificación, utiliza las tarjetas visuales y en caso exista una solicitud de Mantenimiento Correctivo, Preventivo o Autónomo se deberá realizar con el "Documento de control de fallas" que será entregado al encargado del jefe del área.

Fecha de vigencia:	Realizado por:	Revisado y aprobado por:	Responsable de actualizaciones:
03/01/2022	Hayme Beraun	Gerente General	Hayme Beraun
			

Actividad 9: Elaboración de cronograma de capacitaciones en 5S y definir el comité

La filosofía Lean Manufacturing, es un sistema que permite la organización de las actividades, enfocándose en el sistema de producción que realiza cada empresa. Su principal objetivo se basa en la eliminación de toda actividad que no aporte valor a la cadena de suministro, las cuales son denominadas, mudas, desperdicios; algunos ejemplos serían la sobreproducción, sobretiempo, merma, etc.

Para poder desarrollar esta implementación es de vital importancia el conocimiento de todo el equipo de trabajo de la empresa sobre los conceptos de la filosofía Lean y la metodología 5S.

Figura 17

Programa de capacitación para la implementación de las 5S

PROGRAMA CAPACITACIONES IMPLEMENTACION DE LAS 5S							
Empresa :	Empresa metalmecánica	Auditor :	Hayme Beraun				
Area:	Producción	Día :	10/01/2022				
Alcance:	Equipo de trabajo de la empresa metalmecánica.						
Objetivo:	En esta primera capacitación se tiene como objetivo que el equipo de trabajo culmine con los conceptos claros sobre la metodología 5S y con conocimiento de las actividades que se realizaran en la implementación.						
Responsable:	Hayme Beraun	Duración:	Semana 4 / Enero				
		Cronograma					
IT	Actividad	Responsable	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1	Presentación del proyecto de implementación de las 5S	Asistente de ingeniería	x	x			
2	Información y desarrollo de los conceptos básicos de la filosofía Lean y las 5S	Asistente de ingeniería		x	x		
3	Informe sobre los nuevos procedimientos del área de producción	Jefe de producción				x	
4	Presentación de oportunidades de mejora y revisión de observaciones	Asistente de producción				x	x
Evaluación realizada por:							
Hayme Beraun							
Firma							
							

Actividad 10: Elaboración de cronograma de capacitaciones en Mantenimiento y definir comité

La filosofía Lean Manufacturing, es un sistema que permite la organización de las actividades, enfocándose en el sistema de producción que realiza cada empresa. Su principal objetivo se basa en la eliminación de toda actividad que no aporte valor a la cadena de suministro, las cuales son denominadas, mudas, desperdicios; algunos ejemplos serían la sobreproducción, sobretiempo, merma, etc.

Para poder desarrollar esta implementación es de vital importancia el conocimiento de todo el equipo de trabajo de la empresa sobre los conceptos de la filosofía Lean y la metodología TPM y su importancia.

Figura 18:

Programa de capacitación para la implementación de TPM

PROGRAMA CAPACITACIONES IMPLEMENTACION DE TPM							
Empresa :	Empresa metalmecánica	Auditor :	Hayme Beraun				
Area:	Producción	Día :	10/01/2022				
Alcance:	Equipo de trabajo de la empresa metalmecánica.						
Objetivo:	En esta segunda capacitación se tiene como objetivo que el equipo de trabajo culmine con los conceptos claros sobre la metodología TPM y con conocimiento de las actividades que se realizaran en la implementación.						
Responsable:	Hayme Beraun	Duración:	Semana 5 / Enero				
			Cronograma				
IT	Actividad	Responsable	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1	Presentación del proyecto de implementación de TPM	Asistente de ingeniería	x	x			
2	Información y desarrollo de los conceptos básicos de la filosofía Lean y TPM	Asistente de ingeniería		x	x		
3	Informe sobre los nuevos procedimientos para el mantenimiento de maquinaria y equipos	Jefe de producción				x	
4	Presentación del mantenimiento autónomo y resolución de observaciones	Asistente de producción				x	x
Evaluación realizada por:							
Hayme Beraun							
Firma							
							

3.15. Implementación de la metodología 5S

Actividad 11: Implementación de Seiri (Clasificar)

En la empresa metalmecánica contamos con estaciones de trabajo por cada tipo de proceso productivo que será necesario para la fabricación de los repuestos, por ejemplo; la estación de rectificado, cortado, esmerilado, etc. Actualmente, se identificó 14 estaciones de trabajo, donde de acuerdo con la especialidad requieren de herramientas y equipos especiales. La empresa cuenta con un pequeño almacén donde se alojan los equipos y repuestos para maquinaria nuevos, debido a que la mayoría de los repuestos se encuentran en la estación de trabajo porque facilita al trabajador para el desarrollo de su labor, además reduce el tiempo de ocio en el desplazamiento hacia el almacén. Sin embargo, muchas veces estas herramientas, equipos y repuestos se encuentran desorganizados, lo cual genera una pérdida de tiempo importante en la búsqueda de herramientas. La herramienta de las 5 S, es de vital importancia para poder crear una cultura de orden y limpieza para la empresa.

Para la implementación de esta primera S, se realizó en dos pasos, el primer paso, consiste en evidencia fotográfica de la situación actual, el segundo paso, consiste en un sistema de gestión visual para clasificar las herramientas y maquinarias encontradas en cada estación de trabajo.

Primer paso: Para el levantamiento de información mediante evidencia fotográfica de la situación actual de cada estación de trabajo.

Figura 19

Mesa de trabajo del área de producción.



Figura 20

Mesa de trabajo 2 del área de producción.



Figura 22

Máquina de corte por hilo



Figura 21

Máquina de fresado



Figura 23

Máquina rectificadora



Figura 24

Máquina de electroerosión



En el área de producción cuentan con 14 máquinas y equipos, los cuales se detallan en la Tabla 13.

Tabla 13

Resumen del total de maquinaria y equipos

IT	DETALLE	CANTIDAD
1	Torno paralelo	2
2	Fresadora universal	1
3	Rectificadora plana	1
4	Amoladora	2
5	Rectificadora cilíndrica universal	1
6	Rectificadora cilíndrica	1
7	Generadora de piñones	1
8	Talladora	1
9	Taladro	1
10	Afiladora	1
11	Corte por hilo CNC (2 ejes)	1
12	Erosionadora CNC	1
13	Equipo de soldadura	1
TOTAL		14

Posteriormente, se clasificó mediante el sistema de gestión visual, que consiste en que cuando el operario encuentre una herramienta y/o materiales que no funcione deberá colocarle una tarjeta visual roja, la cual indica que deberá ser revisada por el encargado de mantenimiento quién deberá tomar la decisión de la forma de descarte y genera la solicitud de una nueva herramienta y/o material.

Figura 25

Tarjeta de inspección 5S

TARJETA DE INSPECCIÓN 5S	
N°	Fecha de tarjeteo
Área y equipo:	Detalle ubicación específica:
Persona que realizó la revisión:	
Fecha de la revisión:	

A continuación, algunas imágenes del proceso de clasificación que se realizó en la empresa metalmecánica.

Figura 26

Clasificación con las tarjetas visuales



Figura 27

Clasificación con las tarjetas visuales 2



También, se procederá a clasificar las maquinaria mediante el sistema de gestión visual, que consiste en cuando el operador encuentra una anomalía en su máquina y ve que esa anomalía no puede ser solucionada por él, y no está dentro de las funciones básica que se le asigna como lo son, limpieza, inspección, lubricación y ajustes tornillería, lo que realizara el operario es colocar un tarjetas visual roja, lo cual indica que esta anomalía no podrá ser solucionada por él y se deberá llamar al encargado del mantenimiento de la maquinaria, en contraste si la tarea de mantenimiento puede ser solucionada por el deberá colocar una tarjeta azul.

Figura 28

Tarjetas visuales TPM

TARJETA DE INSPECCIÓN TPM	
N°	Fecha de tarjeteo
Persona que encontró la falla / defecto:	
Área y equipo:	Detalle ubicación específica:
Descripción de falla / defecto:	
Acción correctiva / contramedida:	
Persona que efectuó la acción correctiva:	
Fecha de acción correctiva:	

TARJETA DE INSPECCIÓN TPM	
N°	Fecha de tarjeteo
Persona que encontró la falla / defecto:	
Área y equipo:	Detalle ubicación específica:
Descripción de falla / defecto:	
Acción correctiva / contramedida:	
Persona que efectuó la acción correctiva:	
Fecha de acción correctiva:	

A continuación, se realizó la clasificación de las máquinas con las tarjetas visuales.

Figura 29

Clasificación tarjetas visuales TPM



Para la ubicación se tomó en cuenta la funcionalidad de las herramientas y/o equipos encontrados, por ello se determinó que todas las estaciones de trabajo deben contar con; Herramientas de corte, Herramientas de calibración, Herramientas complementarias (brocas, etc) y Herramientas de pulido.

Segundo paso: Luego se procedió a adquirir algunos estantes para que las herramientas y equipos puedan tener una ubicación adecuada, además mediante los letreros informativos se definió la ubicación específica y de fácil acceso.

Figura 31

Implementación de estantes de herramientas



Figura 32

Implementación de cajones de herramientas



Figura 33

Estantes para almacenamiento de herramientas



Actividad 13: Implementación de Seiso (Limpiar)

El procedimiento de limpieza fue un reto, debido a que el equipo de trabajo de la empresa metalmecánica tiende a realizar actividades consecutivamente y muchas veces no tienen el hábito de limpiar su espacio de trabajo antes de realizar otra actividad, por ello se trabajó juntamente con el área de seguridad y salud en el trabajo, lo cual nos permita tener mayor impacto en el cumplimiento de la realización de las tareas.

Iniciamos el procedimiento con la asignación de cada persona del equipo de trabajo y se difundió el cronograma de limpieza del área de trabajo, posteriormente como segundo paso se solicitó al equipo de trabajo que realicen la limpieza de la estación de trabajo durante la mañana antes de iniciar su labor y al finalizar su turno de trabajo; utilizaron el Formato de control de limpieza según la Figura 34.

En caso de asignación de trabajo se realizó de acuerdo con la Tabla 14, donde se determinó quién sería el responsable de cada actividad.

Tabla 14

Cronograma de limpieza del área de trabajo.

AREA	RESPONSABLE	FRECUENCIA	ACTIVIDAD
ZONA 1	VIVANCO RODRÍGUEZ, ARMANDO	Diaria	Limpieza de pisos
ZONA 2	CONZA HUAHUATICO, KLEMBERT RODOLFO	Diaria	Clasificación de desperdicios
ZONA 3	TORRES CAMPOS, MICHEL	Diaria	Lubricación de herramientas
ZONA 4	MORALES CHUNGA, WALTER JESÚS	Diaria	Limpieza de pisos
ZONA 2	JULIÁN HERRERA MARCOS EMANUEL	Diaria	Limpieza de mesas de trabajo

Figura 34.

Formato de control de limpieza.

FORMATO DE CONTROL DE LIMPIEZA							
Empresa :	Empresa metalmecánica	Auditor :	Hayme Beraun				
Area:	Producción	Día :					
Alcance:	Limpieza del área de trabajo						
Objetivo:	Fomentar una cultura de orden y limpieza.						
Responsable:	Hayme Beraun	Duración:	Diariamente				
		Cronograma de control					
IT	Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Comentarios
1	Limpieza de pisos						
2	Clasificación de desperdicios						
3	Lubricación de herramientas y equipos						
4	Limpieza de mesa de trabajo						
Realizado por:		Auditado por:					
Firma		Hayme Beraun					
		Firma					
							

Actividad 14: Implementación de Seiketsu (Estandarización)

Para cada área se le asignó al Gerente de Producción como el responsable de velar por el cumplimiento de las tres primeras “S” y el desarrollo correctamente. Asimismo, el equipo de trabajo está comprometido para el cumplimiento para dejar limpio y ordenado su espacio de trabajo.

Seiri: Durante la implementación del control visual mediante las tarjetas de control es importante entender su funcionalidad, ya que este entendimiento proporciona una mejor clasificación que generará un espacio de trabajo con solo lo necesario, de manera que el trabajador podrá concentrarse en su labor y tendrá a la mano todo lo necesario.

Seiton: Es importante tener en cuenta esta frase para la implementación de esta S, “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”, el determinar un lugar apropiado para cada elemento, que este bien clasificado en la cantidad necesaria permitirá mantener un espacio de trabajo ordenado.

Seison: Para la implementación de esta S, es importante tener en cuenta la frase: “más limpio es el que menos ensucia”, determinar métodos de limpieza, tener un orden de las herramientas de limpieza e inspeccionarlo continuamente permitirá que nuestro espacio de trabajo se mantenga limpio.

Actividad 14: Implementación de Shitsuke (Control de mejora)

La disciplina en un valor complicado de medir, sin embargo, el compromiso del equipo de trabajo de la empresa metalmecánica se reflejó en la voluntad con la cual están cumpliendo con lo encomendado durante el desarrollo de la implementación.

El objetivo del Shitsuke es mantener el espacio de trabajo limpio y ordenado de acuerdo con las tres primeras “S”, promoviendo la filosofía de las 5 S y generando un ambiente de trabajo basado en el respeto al espacio de trabajo, a uno mismo y al equipo de trabajo.

El beneficio principal será poder generar un impacto positivo en los trabajadores, desarrollando una cultura de orden y limpieza que genere un ambiente de trabajo acogedor en la empresa metalmecánica.

Actividad 15: Introducción al personal sobre el Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo, se refiere a la designación de cada trabajador como responsable de la maquinaria que utiliza en su estación de trabajo, el cual debe encargarse de monitorias e inspeccionar y alertar oportunamente de cualquier posible anomalía, debido a que cada trabajador deberá conocer cada parte y pieza su maquinaria, así como de realizar un control semanal de: el ajuste de tornillos, lubricación y limpieza.

Para poder desarrollar esta implementación es de vital importancia el conocimiento de todo el equipo de trabajo de la empresa sobre estos conceptos y puedan entender la importancia de este.

Figura

Programa Capacitación del Mantenimiento Autónomo

PROGRAMA CAPACITACIONES IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO														
Empresa :	Empresa metalmecánica	Auditor :	Hayme Beraun											
Area:	Producción	Día :	18/04/2022											
Alcance:	Equipo de trabajo de la empresa metalmecánica.													
Objetivo:	En esta segunda capacitación se tiene como objetivo que el equipo de trabajo culmine con los conceptos claros sobre la metodología TPM y la relación del mantenimiento autónomo. Así como la presentación e inicio del plan piloto de mantenimiento.													
Responsable:	Hayme Beraun	Duración:	Semana 16 / abril - Semana 17 / mayo											
IT	Actividad	Responsable	Cronograma (Semana 16)					Cronograma (Semana 17)						
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
1	Presentación del proyecto de implementación de Mantenimiento Autónomo	Asistente de ingeniería	x											
2	Información y desarrollo de los conceptos básicos del Mantenimiento Autónomo	Asistente de ingeniería		x	x									
3	Informe sobre los nuevos procedimientos para el mantenimiento de maquinaria y equipos, y del mantenimiento Autónomo. Presentación de las Políticas del Mantenimiento en la empresa metalmecánica.	Jefe de producción				x	x		x					
4	Presentación del plan piloto de implementación e inicio de ejecución.	Asistente de producción					x		x	x	x	x	x	
Evaluación realizada por:														
Hayme Beraun														
Firma														
														

Actividad 16: Presentación de plan de mantenimiento preventivo y y correctivo.

Una vez aprobado del plan de mantenimiento preventivo y correctivo, se procedió a informar a las jefaturas del área de producción para el conocimiento de esta y también para solicitar su apoyo en el desarrollo de la implementación. Adicionalmente se realizó la presentación con todo el equipo de trabajo, así como los cambios que se darían respecto a actividades que se deberán realizar.

3.16. Fase Verificar:

•

Actividad 17: Auditoria del área de producción y de las maquinarias.

En la fase de verificar, se realizó la evaluación de los indicadores iniciales para evaluar el efecto de la implementación.

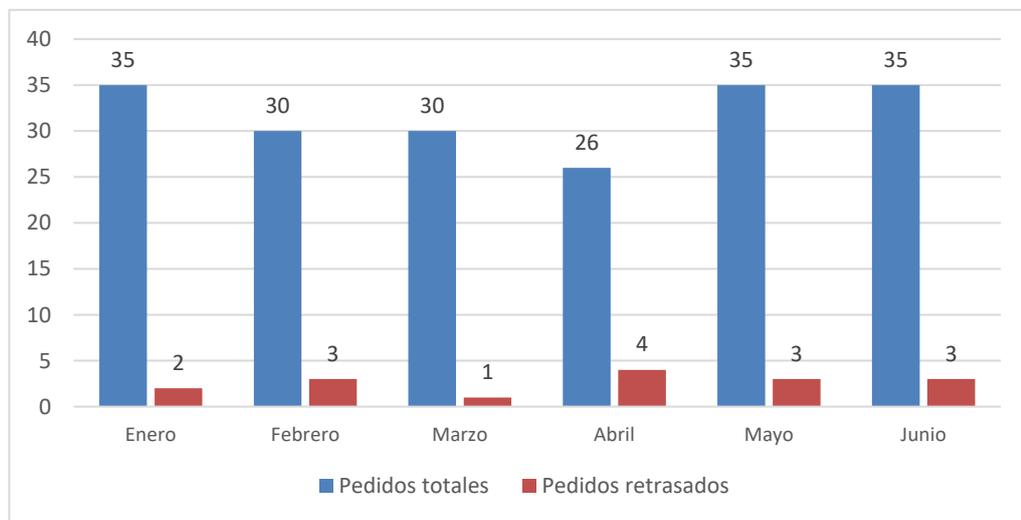
Los indicadores considerados son:

- Cantidad de entregas fuera de tiempo.
- Cantidad de pedidos que pasan re-inspecciones.
- Auditorias 5S
- Auditoria de TPM

En la Figura 36, se observa la cantidad de entregas realizados fuera de tiempo en lo que va del año 2022, hasta el mes de junio tenemos en promedio de 34 pedidos entregados fuera de tiempo de manera mensual, lo que equivale en porcentaje a 8%, a diferencia del año 2021 en el cual se tuvo un 34% de pedidos retrasados.

Figura 36

Comparación de entregas fuera de tiempo



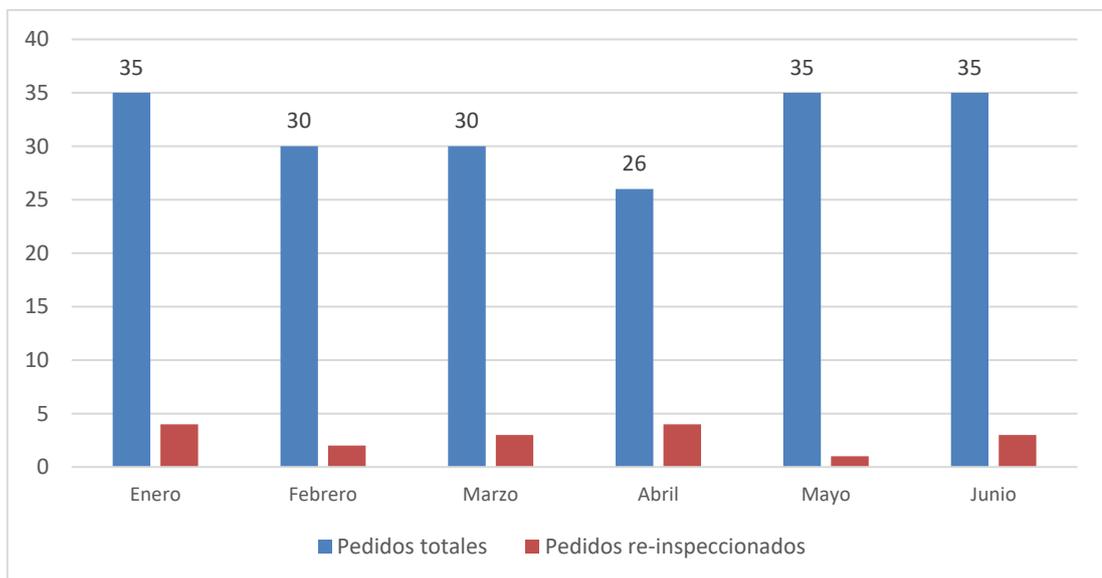
Los resultados mostrados indican que la estandarización de los procesos de producción, la implementación de las 5S y TPM, redujeron el retraso de pedidos en un 28%.

Los principales motivos del retraso de los pedidos son los cambios continuos que existen durante el desarrollo de la fabricación, lo cual es gestión de Gerencia General en el cual se sugirió consideración la gestión del cambio al momento de solicitud de los servicios de fabricación para controlar las modificaciones que puedan existir y mantener informado al cliente sobre el cambio de fechas de entrega.

En la siguiente Figura 37, se observa la cantidad de pedidos programados mensualmente en el periodo 2022 y la cantidad de pedidos que pasan una re-inspección 17 pedidos a comparación del periodo 2021 que fueron de 72 pedidos.

Figura 37

Pedidos totales y re-inspeccionados en el 2022



Parte del problema de las re-inspecciones hacen referencia a los cambios existente durante la producción, después que los pedidos hayan pasado los controles de calidad, nos responsabilizaban de haber manipulado la pieza durante el ensamblaje, con la implementación de reporte de trabajo se deja una evidencia que en el ensamblaje las piezas quedan en óptimas condiciones, para el periodo 2022 no hemos asumido el costo de reclamo por ello, solo por las observaciones que sean aceptadas por el Gerente de producción.

Tabla 15

Gastos incurridos en el 2022

Cant.	Pedidos re - inspección	Concepto	Costo	Sobrecosto
Enero	17	Transporte	15	S/ 255.00
Febrero		Mano de obra (3)	20	S/ 340.00
Marzo		Gastos de viáticos.	20	S/ 340.00
Total general	17			S/ 935.00

En la tabla 15 se observa que durante lo que va del periodo 2022 los gastos incurridos por fallas después de los trabajos son de S/. 935.00 soles, a diferencia del periodo 2021, que se llegó a gastar S/. 11,800.00 soles, por re-inspección.

Se programo auditorias de 5S de manera bimestral debido a que al inicio se obtuvo un puntaje bajo, esta acción es para ver más a detalle en que se puede mejorar. Se propone que después de este año, las auditorias sean de manera trimestral.

Figura 38

Auditoria de 5S



3.17. Fase Actuar:

Según la metodología usada para el desarrollo de este trabajo, la última fase es “Actuar”. En esta fase lo que se busca es que las acciones tomadas e

implementadas sean sostenibles a lo largo del tiempo y sea una constante de mejora para la empresa.

La administración de la empresa y los técnicos se comprometen en dar seguimiento y hacer cumplir con las mejoras implementadas.

CAPITULO IV RESULTADOS

En este capítulo detallaremos las mejoras obtenidas en la empresa metalmecánica, que pudimos obtener durante el periodo de implementación, se detallará las herramientas utilizadas, el análisis y la comparación de los indicadores.

5.1. Pedidos retrasados

Los pedidos retrasados de tipo de producto de pistones antes de la implementación tenían un valor de 36%, lo cual es un valor significativo que equivale a pedidos. El objetivo que planteamos fue poder reducir significativamente este porcentaje, el cual fue logrado en el periodo 2022, donde solo se realizaron pedidos retrasados, equivaliendo al 8%.

En términos monetarios la implementación de la mejora durante el periodo del año 2022 representa un ahorro de S/. 12,338.00 soles.

Para la implementación de la mejora se utilizaron las herramientas de Lean Manufacturing, que en este caso se utilizó el TPM, que consiste en reducir los desperdicios para poder lograr un proceso de manufactura esbelto, esta herramienta acompañada con la estandarización de los procesos nos permitió mejorar la comunicación con el equipo de trabajo, mejorar la comunicación y tener mayor control de las actividades prioritarias.

Tabla

Resumen de pedidos retrasados en porcentajes

Mes	% Pedidos retrasados 2021	% Pedidos retrasados 2022
Enero	38%	6%
Febrero	38%	10%
Marzo	35%	3%
Abril	36%	15%
Mayo	41%	9%
Junio	45%	9%
Promedio	39%	9%

En la Tabla 16, se muestra la comparación en porcentaje de los pedidos retrasados durante el periodo del 2021 y 2022.

Figura 39

Pedidos retrasados 2022

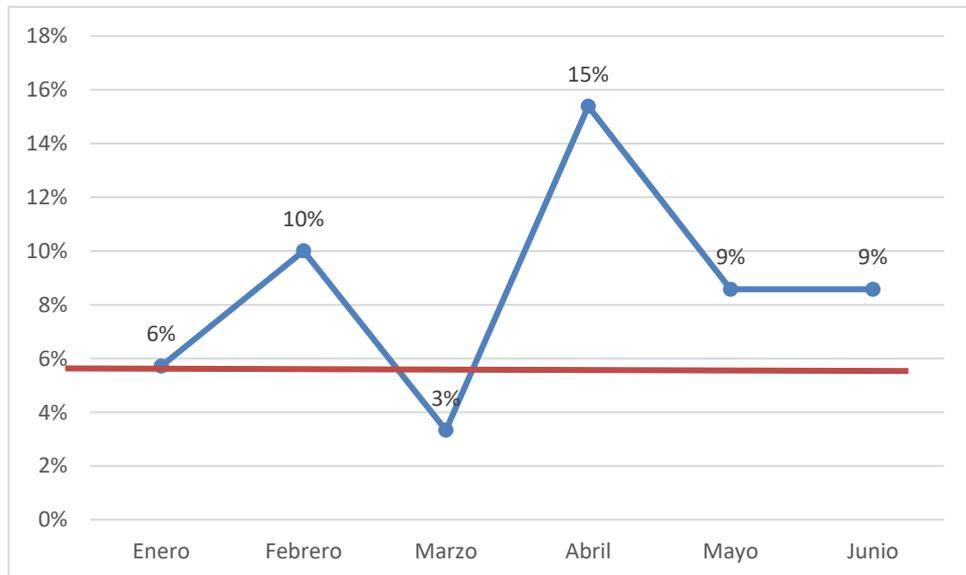
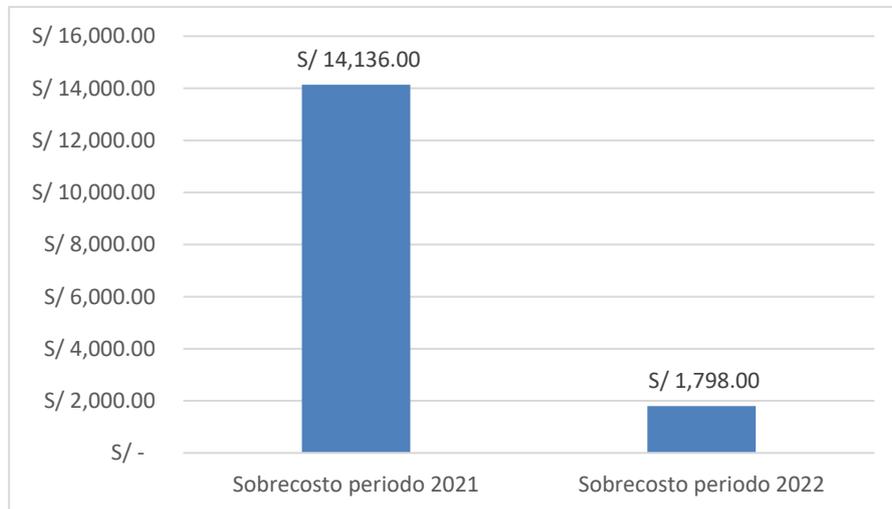


Figura 40

Sobrecosto de pedidos atrasados en soles del 2021 y 2022



5.2. Costos incurridos por las re-inspección

Los pedidos que pasan por re-inspección de tipo de producto de pistones antes de la implementación tenían un valor de 21%, lo cual es un valor significativo que equivale a 72 pedidos que pasan por re-inspección. El objetivo que planteamos fue poder reducir significativamente este porcentaje, el cual fue logrado en el periodo 2022, donde solo se realizaron pedidos que pasan por re-inspección equivaliendo al 9%.

En términos monetarios la implementación de la mejora durante el periodo del año 2022 representa un ahorro de S/. 3,025.00 soles.

Para la implementación de la mejora se utilizaron las herramientas de Lean Manufacturing, que en este caso se utilizó el TPM, que consiste en reducir los desperdicios para poder lograr un proceso de manufactura esbelto, esta herramienta acompañada con la estandarización de los procesos nos permitió mejorar la

comunicación con el equipo de trabajo, mejorar la comunicación y tener mayor control de las actividades prioritarias.

Figura 41

Pedido re-inspección 2022

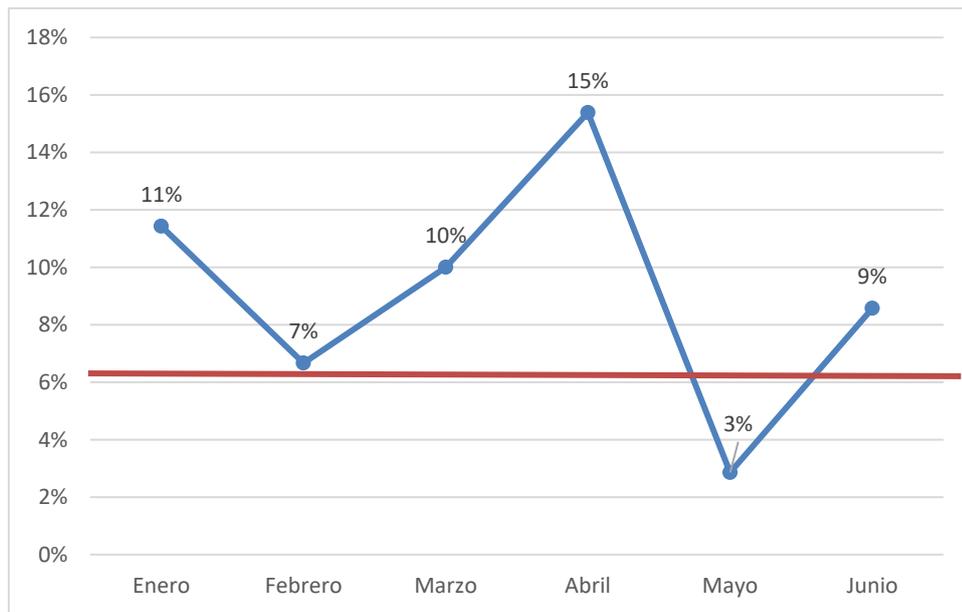
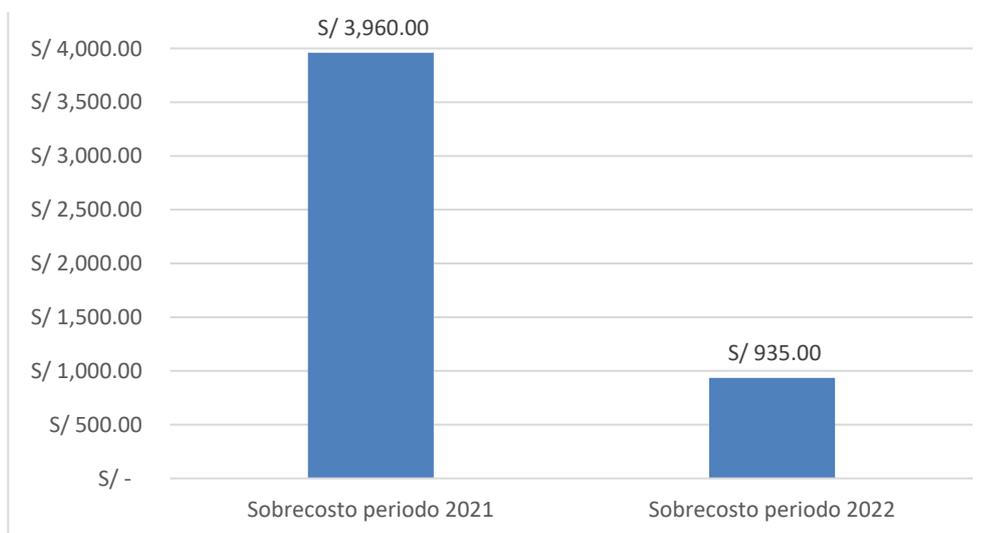


Figura 42

Sobrecosto de pedidos con re-inspección en soles del 2021 y 2022



5.3. Análisis económico de la implementación

Figura 43

Sobrecosto de pedidos atrasados

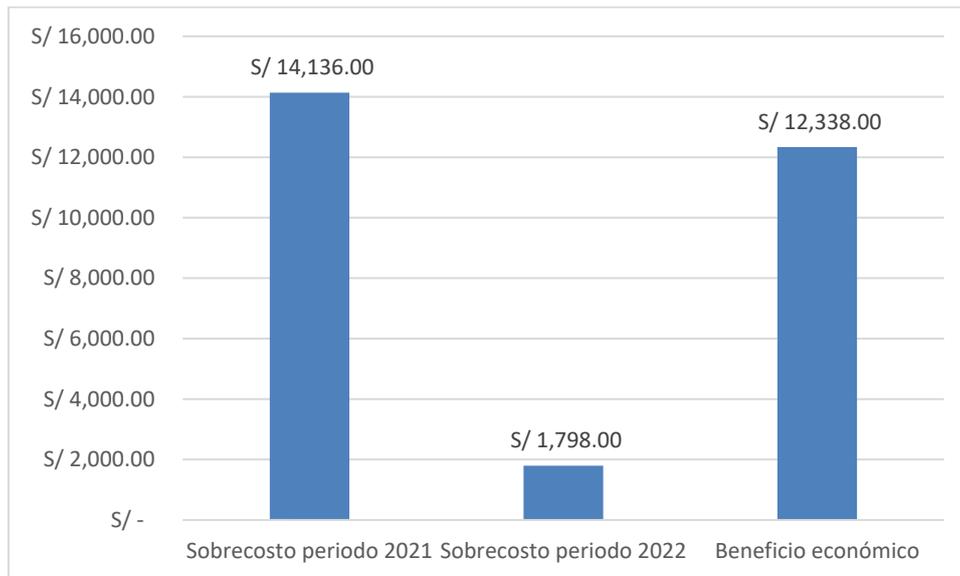
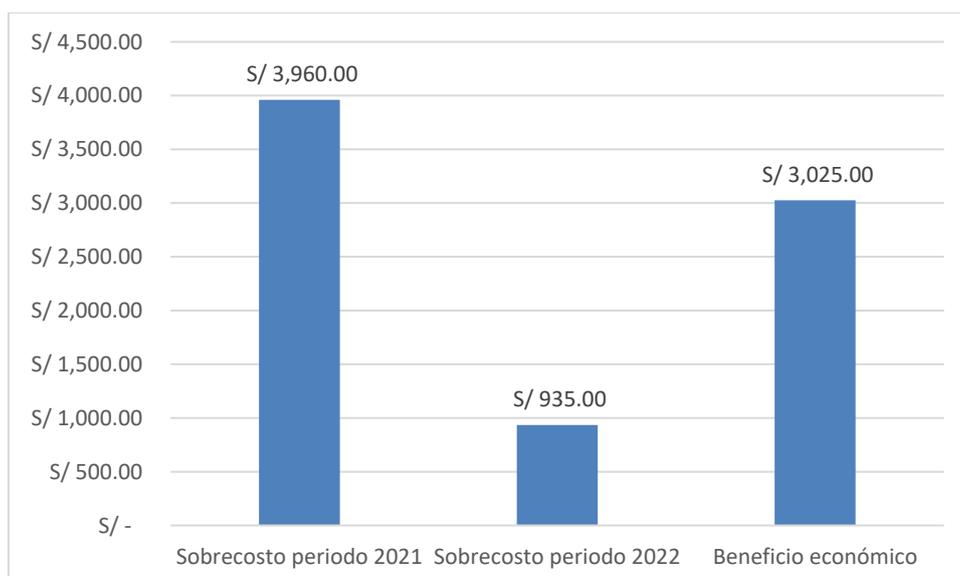


Figura 44

Sobrecosto de pedidos que pasan re-inspección



- Resumen del beneficio económico después de la implementación de la mejora.

-
-
-

5.4. Evaluación económica

-

Tabla 16: Gastos por implementación 5S

Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Etiquetas	50	S/ 6.00	S/ 300.00
Supervisor	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Capacitación	10	S/ 100.00	S/ 1,000.00
Total			S/ 2,800.00

-
-

Tabla 17: Gastos por implementación TPM

Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Etiquetas	50	S/ 6.00	S/ 300.00
Estantes	4	S/ 300.00	S/ 1,200.00
Artículos de limpieza	6	S/ 150.00	S/ 900.00
Supervisor	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Capacitación	10	S/ 100.00	S/ 1,000.00
Total			S/ 4,900.00

-

Tabla 18: Flujo de caja

Anual	0	1	2	3
Ingreso		S/ 45,000.00	S/ 48,600.00	S/ 46,350.00
Egreso	-S/ 46,200.00			
Flujo de caja	-S/ 46,200.00	S/ 45,000.00	S/ 48,600.00	S/ 46,350.00

Tabla 19: Análisis VAN, TIR y B/C

VAN	S/ 69,697.82
TIR	84%
COSTO	
BENEFICIO	2.51

En la Tabla 20, se analizó los ratios financieros, de lo cual podemos determinar que el VAN es de S/. 69,697.82 y la ta interna de retorno es del 84%, finalmente la relación beneficio costo es de 2.51, por lo que decimos que por cada sol invertido en esta implementación podemos obtener 1.51 soles de ganancia. Por tanto, se concluye que la implementación realizada es económicamente viable

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El siguiente trabajo de suficiencia profesional realizado en la empresa metalmecánica, se realizó con el objetivo principal implementar el plan de mejora de la productividad en el proceso productivo y así poder incrementar la productividad. Las principales causas que se identificaron fueron el alto índice de pedidos entregados fuera de tiempo y los pedidos con re-inspección durante el año 2021, para ello se planteó aplica herramientas que permitan mejorar los indicadores y así lograr el objetivo planteado.

Para el diagnóstico de la situación actual para el modelo de producto de pistones, se realizó una auditoria inicial al área de producción. De cual se determinó que en el periodo del 2021 la empresa alcanzo el 36% de pedido con entrega retrasada. Con respecto a los pedidos con re-inspección se logró determinar que representan el 21%.

Luego del análisis de las herramientas a utilizar, se determinó que la herramienta que más se adecua en esta situación es la filosofía de 5S y el TPM, para la implementación nos basamos en la metodología del ciclo Deming y luego se definió actividades principales: (a) La implementación de un diagrama de flujo de comunicaciones, que permitió mejorar el tiempo de respuesta del equipo de trabajo. (b) La elaboración de un procedimiento de trabajo, donde se detalló cada actividad y formato de control que se debe de emplear para mejorar el flujo de actividades. (c) la implementación de la herramienta de mejora continua 5S, con la finalidad de generar

una cultura de orden y limpieza. (d) Implementación de la herramienta de mejora continua TPM, con la finalidad de generar una mejora mantenimiento a sus equipos y poder detectar a tiempo las anomalías.

Se concluye que, con la aplicación de las herramientas de ingeniería propuestas, que son el TPM y 5S, se pudo lograr mejorar los indicadores como podemos apreciar en la Tabla 19.

Tabla 20: Resumen de indicadores

Indicador	Objetivos	Resumen de indicadores (antes de la mejora)	Resumen de indicadores (después de la mejora)
Pedidos retrasados	Determinar las entregas perfectas	36%	8%
Piezas con re-inspección	Medir la cantidad de piezas que pasan por re-inspección	21%	9%

Finalmente, se concluye luego de realizar la evaluación económica de la implementación que luego de la aplicación de las herramientas de ingeniería propuestas la empresa metalmeccánica logró obtener indicadores financieros como el VAN, TIR y Beneficio/Costo, que nos dan una visión global de la dimensión del problema que puede generar la falta de estatización de procesos. Con este resultado se demostró que la implementación de nuestro trabajo de investigación es factible y económicamente viable.

RECOMENDACIONES

En este trabajo de suficiencia profesional, se recomienda que luego de utilizar las herramientas de ingeniería para la reducción de los indicadores, lo cual beneficiará a la empresa metalmecánica, es importante que el equipo de trabajo tenga de conocimiento la importancia de estas herramientas de ingeniería, las cuales nos permitirán reducir los indicadores y mejorar el tiempo de respuesta para cualquier solicitud. para que pueda evaluar la

REFERENCIAS

- Aguayo, R. (2011). *El Sistema Deming*. Millennia Management Associates Ltd.
- Aguilar Over, R. (2019). *Herramientas Lean Manufacturing para la Mejora Continua de la productividad del área de producción del Molino Castillo S.A.C. Lambayeque 2018*. Universidad Señor de Sipán, Lambayeque.
- Araujo Huanaco, R., & Gamarra Alcantara, A. (2021). *Uso de la metodología Lean Manufacturing para la mejora del proceso de producción de la empresa Cotton Life Textiles EIRL, 2019*. Lima.
- Arroyo Paredes, N. A. (2018). *Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Cahuana Rios, B. R., & Espiritu Bravo, J. (2021). *Modelo para mejorar la eficiencia del proceso de producción con herramientas Lean Manufacturing en una PYME metalmecánica de Lima-Perú*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Campovert Cerezo, D. Y. (2021). *"Propuesta de un plan de mejora basado en la Implementación de Lean Manufacturing para el área de envasado cosméticos línea de proceso Doypack en la empresa La Fabril S.A."*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Carrillo Landazabal, M., Alvis Ruiz, C., Mendoza Álvares, Y., & Cohen Padilla, H. (2018). *Lean manufacturing: 5s y TPM, herramientas de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia*. Universidad Santo Tomás, Cartagena, Colombia.

- Chiriboga Barzola, M. Y., & Vélez Torres, R. (2021). *Implementación de la metodología 5S como estrategia de la productividad en la mecánica Tecni Auto*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Collantes Zazarburu, L. F., & Quintanilla Inga, C. (2021). *Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la producción en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques*. Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Cuatrecases Arbós, L., & Torrell Martínez, F. (2010). *TPMN en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva*. Barcelona: Profit Editorial.
- Cumbile Garcia, L. V. (2021). *Propuesta de mejora mediante Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de carpintería de una empresa mobiliaria*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. f
- Dorbessan, J. R. (2006). *Las 5S, herramientas de cambio*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Universitaria de la U.T.N. <https://doi.org/9789504200765>
- Galloway, D. (2002). *Mejora continua de procesos*. Gestión 2000.com.
- Galvez Mora, M. C. (2018). *"Mejora de la productividad en la unidad de desarrollo de producto en una empresa de confecciones mediante herramientas Lean Manufacturing"*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Gaona Montenegro, D. R., & Ahumada Bohorquez, E. (2018). *Evaluación y mejora de la productividad en la empresa Impresos Proarli S.A.S. a partir de la implementación de la metodología Lean Manufacturing*. Universidad de Cundinamarca, Soacha, Colombia.

- Gutierrez Pullido, H., & De la vara Salazar, R. (2009). *Control Estadístico de la calidad y Seis Sigma*. Mexico, D.F., México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. <https://doi.org/978-970-10-6912-7>
- Gutiérrez, H. (2005). Calidad y Productividad. 2da. Edición. En *Calidad y Productividad. 2da. Edición*. McGraw Hill. México.
- Herrera Mucha, K. S., & Sosa Arias, C. (2020). *Propuesta de Implementación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el proceso de tejido de la empresa Mileysa E.I.R.L.* Universidad Tecnológica del Perú, Lima.
- Juarez Ordinola, A. S. (2020). "Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad y competitividad en la empresa de agua de mesa "Las Magnolias" - Las Lomas - Piura". Universidad Nacional de Piura, Piura.
- Meller, P. (2019). Productividad, competitividad e innovación: Perspectiva conceptual. *Ceplan*, 1-60.
- Rafolso Pomar, S., & Artiles Visbal, S. (2011). *Reingeniería de procesos: conceptos, enfoques y nuevas*. Instituto de Información Científica y, La Habana, Cuba.
- Render, B. (2009). "Principio De La Administración De Operaciones". *Septima edición*. Mexico: Person educación.
- Sarria Yépez, M. P. (2017). *Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing*. Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, Bogota.
- Sladogna, M. (2017). Productividad, definiciones y perspectivas para la negociación colectiva. *Relats*, 1-15.

Tejeda, A. S. (2011). *Mejoras de Lean Manufacturing en los istemas productivos*. Instituto Tecnologico de Santo Domingo, Santo Domingo, Republica Dominicana .

Triveño Dias, K. C. (2021). *Propuesta de Implementación del Lean Manufacturing para la mejora de la li¿ínea productiva en una emresa embotelladora en la Región Arequipa*. Universidad Nacional San Agustin de Arequipa, Arequipa.

UNIVERSITARIA®, A. C. (s.f.). *La Mejora Continua*.

Vargas, J., Muratalla, G., & Jiménez, M. (2018). Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta lean manufacturing. *Revista digital - Ciencias Administrativas*, 6(11), 81-95.

PG-742.01 Rev. 0 Página 7 de 8	PROCEDIMIENTO GENERAL	
	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	

Figura 4

Formato de Documento de Compra

DOCUMENTO DE COMPRA		N°
Datos Generales		
Cliente:		Fecha:
Prioridad:		Encargado:
Fecha de entrega:		Supervisor:
Datos para compra		
Item	Cantidad	Concepto
Observaciones:		
Información importante a considerar:		
Encargado por:	Aprobado por:	
Firma	Firma	

Fecha de vigencia:	Realizado por:	Revisado y aprobado por:	Responsable de actualizaciones:
03/01/2022	Hayme Beraun	Gerente General	Hayme Beraun

PG-742.01 Rev. 0 Página 6 de 8	PROCEDIMIENTO GENERAL	
	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	

Figura 3

Formato de Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO		N°
Datos Generales		
Cliente:		Fecha:
Prioridad:		Encargado:
Fecha de entrega:		Supervisor:
Datos del servicio de producción:		
Equipo para montaje:		
Observaciones:		
Información importante a considerar:		
Incluye orden de trabajo, plano de fabricación, diagrama de operaciones elaborado por el ingeniero a cargo.		
Se entrega lo solicitado según el Documento de compra.		
Supervisado por:	Aprobado por:	
Firma	Firma	

Fecha de vigencia:	Realizado por:	Revisado y aprobado por:	Responsable de actualizaciones:
03/01/2022	Hayme Beraun	Gerente General	Hayme Beraun

PG-742.01 Rev. 0 Página 5 de 8	PROCEDIMIENTO GENERAL	
	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	

9. ANEXOS

En los anexos se adjunta los formatos que se usarán en el procedimiento.

Figura 2

Formato de pedido de servicio de fabricación.

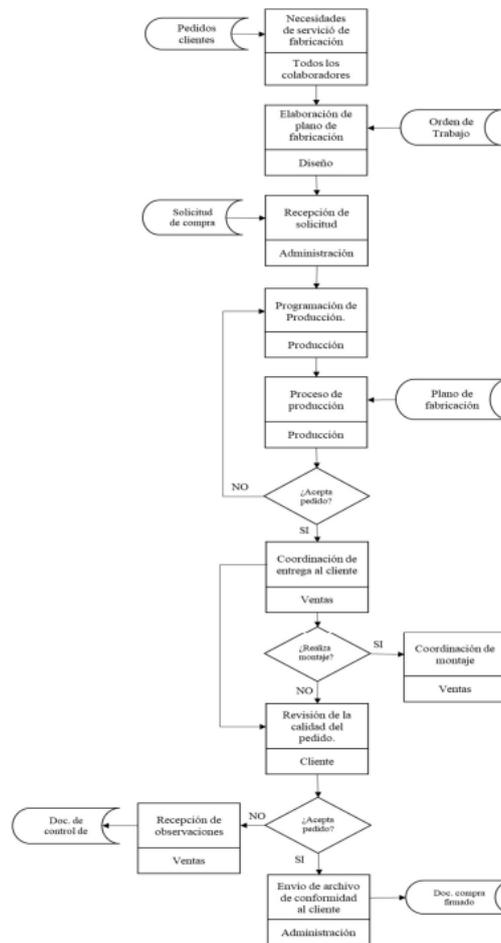
PEDIDO DE SERVICIO DE FABRICACIÓN		N°	
Datos Generales			
Cliente:		Cotizado por:	
Prioridad:		Fecha de solicitud:	Hora:
Fecha de validez:		Fecha de entrega:	
Datos del servicio:			
Equipo y montaje:			
Detalle del servicio:			
Comentarios:			
Condiciones generales:			
Los trabajos serán realizados teniendo en cuenta las normas de Higiene, Seguridad industrial y Gestión Ambiental			
La empresa metalmecánica, dispone de mano de obra especializada para el desarrollo y supervisión de los trabajos y las buenas prácticas de ingeniería.			
En caso se solicite el montaje, en el presupuesto considera los seguros del personal SCTR, capacitaciones en trabajos en caliente, altura, etc., examen médico ocupacional básico.			
En caso se genere alguna demora en la ejecución del montaje ajenos a las actividades que se esté realizando, tendrá un costo adicional de \$200.00 por día.			
Al finalizar el servicio, se hará entrega de un informe detallado de los trabajos realizados, observaciones y mejoras para el funcionamiento del equipo.			
Supervisado por:	Aprobado por:		
Firma	Firma		

Fecha de vigencia:	Realizado por:	Revisado y aprobado por:	Responsable de actualizaciones:
03/01/2022	Hayme Beraun	Gerente General	Hayme Beraun

PG-742.01 Rev. 0 Página 4 de 8	PROCEDIMIENTO GENERAL	
	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	

8. DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS ACTIVIDADES

Figura 1
Diagrama de flujo de las actividades



Fecha de vigencia:	Realizado por:	Revisado y aprobado por:	Responsable de actualizaciones:
03/01/2022	Hayme Beraun	Gerente General	Hayme Beraun

PG-742.01 Rev. 0 Página 3 de 8	PROCEDIMIENTO GENERAL	
	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	

El Área de Administración, gestiona la compra de acuerdo con el “**Procedimiento General de Gestión de Compras**”, la Gerencia lo revisará para dar su visto bueno para ser entregado al Área de Producción.

El Gerente de Producción recibe lo solicitado de compra; define el programa de producción, diagrama de operaciones y designa al colaborador encargado del pedido.

Antes de la ejecución, el colaborador recibe el plano de fabricación, diagrama de operaciones, la “**Orden de Trabajo**” y lo solicitado según “**Documento de Compra**”.

Una vez culminado la orden de trabajo, la Gerencia de Producción lo revisará para dar su visto bueno. El encargado realiza el empaque y embalaje del pedido; e informa al Área de ventas para que coordine la entrega al cliente.

Según el requerimiento de entrega especificado en el pedido, se realiza la entrega y montaje en la maquinaria.

El cliente lo revisará para dar su visto bueno. Para observaciones, según el formato adjunto de “**Documento de control de calidad**”, la Gerencia de Producción y Gerencia lo revisará para dar su visto bueno.

6. ANEXOS

- Pedido de Servicio de Fabricación.
- Orden de Trabajo
- Documento de Compra
- Documento de control de calidad

7. REGISTROS

- Pedido de servicio de fabricación
- Plano de fabricación
- Orden de trabajo
- Documento de compra
- Plano de fabricación
- Fotografías

Fecha de vigencia:	Realizado por:	Revisado y aprobado por:	Responsable de actualizaciones:
03/01/2022	Hayme Beraun	Gerente General	Hayme Beraun

PG-742.01 Rev. 0 Página 2 de 8	PROCEDIMIENTO GENERAL	
	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	

1. OBJETO

El objetivo de este procedimiento es que los trabajadores de la empresa metalmecánica tengan conocimiento de los principales lineamientos para poder desarrollar satisfactoriamente la labor asignada.

2. ALCANCE

Este procedimiento tiene como aplicación a todos los ordenes de trabajo de fabricación que afecten la calidad del producto.

3. RESPONSABILIDADES

Ventas

Realizar la recepción del pedido, además del seguimiento a la entrega y mantener informado al cliente sobre el estado de su pedido.

Diseño y Área de Producción

Realizar el diseño del plano de fabricación según lo solicitado por el cliente, manufacturar el producto.

Administración

Archivar la documentación importante del pedido con el cliente, además del seguimiento de la compra de herramientas y materia prima.

Gerencia

Es responsable de la aprobación de los pedidos y revisar documentación de compras.

4. FRECUENCIA DE LA REVISIÓN

Este procedimiento se revisará, cuando menos una vez al año, en el mes de junio o julio, antes si hay algún cambio o mejora significativos en el proceso.

5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

En la empresa metalmecánica todo pedido de clientes será realizados según modelo de formato adjunto: “**Pedido de Servicio de Fabricación**”, que luego de la validación del cliente, se genera el documento según el formato adjunto: “**Orden de Trabajo**”, que se llenará de manera escrita, en caso de urgencias se transmiten la información por teléfono y posteriormente se deberá regulariza en el formato.

Para definir las características del pedido, el Área de Diseño realiza el plano de fabricación de acuerdo con la información obtenida en la orden de trabajo y la información adicional brindada por el cliente.

Con el plano de fabricación, genera el “**Documento de Compra**” para materia prima y herramientas necesarios para su ejecución.

Fecha de vigencia:	Realizado por:	Revisado y aprobado por:	Responsable de actualizaciones:
03/01/2022	Hayme Beraun	Gerente General	Hayme Beraun

ANEXO 2: PROCEDIMIENTO GENERAL DE MANTENIMIENTO

PG-742.01 Rev. 0 Página 2 de 6	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO GENERAL	
	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	

1. OBJETO

El objetivo de este procedimiento es que los trabajadores de la empresa metalmecánica tengan conocimiento de los principales lineamientos para el mantenimiento de sus equipos y poder desarrollar satisfactoriamente la labor asignada.

2. ALCANCE

Este procedimiento tiene como aplicación a todos las ordenes de trabajo de fabricación que afecten la calidad del producto.

3. RESPONSABILIDADES

Área de Producción

Realizar el seguimiento del mantenimiento de los equipos según el procedimiento establecido, con la finalidad de evitar averías que conlleven a paradas y pueda afectar el proceso productivo.

Administración

Archivar la documentación importante del control de mantenimiento, además del seguimiento del cronograma de mantenimiento.

Gerencia

Es responsable de la aprobación del cronograma de mantenimientos.

4. FRECUENCIA DE LA REVISIÓN

Este procedimiento se revisará, cuando menos una vez al año, en el mes de junio o julio, antes si hay algún cambio o mejora significativos en el proceso.

5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

La Gerencia de Producción, junto con el jefe de área, realizan la verificación de las maquinarias semestralmente y elaboran un Programa de Mantenimiento Preventivo de los equipos.

El colaborador en su estación de trabajo realiza una verificación inicial, en la cual identifica anomalías, que no estén dentro de las funciones básica que él tiene, que son: limpieza, inspección, lubricación y ajustes de tornillería.

Para la identificación, utiliza las tarjetas visuales y en caso exista una solicitud de Mantenimiento Correctivo, Preventivo o Autónomo se deberá realizar con el "Documento de control de fallas" que será entregado al encargado del jefe del área.

Fecha de vigencia:	Realizado por:	Revisado y aprobado por:	Responsable de actualizaciones:
03/01/2022	Hayme Beraun	Gerente General	Hayme Beraun
			

PG-742.01 Rev. 0 Página 3 de 6	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO GENERAL	
	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	

De acuerdo, al sentido de urgencia se comunicará a Gerencia de Producción y según el formato adjunto “**Documento de solicitud de Mantenimiento Correctivo y Preventivo**”, verifica la situación del equipo y decidirá si es necesario solicitar el apoyo del Ingeniero de mantenimiento para un mantenimiento correctivo y/o preventivo.

Mantenimiento correctivo

Según la evaluación del Gerente de Producción, se informa a Gerencia General y se envía la solicitud.

Gerencia General revisará la solicitud y dará su visto bueno. Luego, Administración realiza las coordinaciones según el “**Documento de solicitud de Mantenimiento Correctivo y Preventivo**”, para la ejecución del mantenimiento al equipo.

El encargado acompaña con la supervisión al Gerente de Producción durante la ejecución del mantenimiento correctivo. De ser necesario realiza consultas específicas sobre el funcionamiento de algunas partes del equipo.

El Gerente de Producción recibe el informe final, y realiza un nuevo cronograma para el mantenimiento preventivo del equipo considerando lo indicado por el especialista.

Mantenimiento preventivo

Según evaluación el Gerente de Producción, se informa a Gerencia General para efectuar la solicitud.

Gerencia General revisará la solicitud y dará su visto bueno. Luego, Administración realiza las coordinaciones según el “**Documento de solicitud de Mantenimiento**” para la ejecución del mantenimiento al equipo.

Según el cronograma de programación, el encargado acompaña con la supervisión al Gerente de Producción durante la ejecución del mantenimiento preventivo y realiza consultas específicas sobre el funcionamiento de algunas partes del equipo.

El Gerente de Producción recibe el informe final, y realiza un nuevo cronograma para el mantenimiento preventivo del equipo considerando lo indicado por el especialista.

6. ANEXOS

- Documento de control de fallas
- Documento de solicitud de mantenimiento

Fecha de vigencia:	Realizado por:	Revisado y aprobado por:	Responsable de actualizaciones:
03/01/2022	Hayme Beraun	Gerente General	Hayme Beraun
			

PG-742.01 Rev. 0 Página 5 de 6	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO GENERAL	
	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	

8. ANEXOS

En los anexos se adjunta los formatos que se usarán en el procedimiento.

DOCUMENTO DE CONTROL DE FALLAS		N°
Datos Generales		
Sitio o Lugar:		Fecha:
Persona que reporto:		Hora de ocurrencia:
Persona que se le notificó:		
Información del equipo:		
Equipo:		Serie Motor:
Marca:		Serie Equipo:
Modelo:		Año:
Reporte de falla:		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
Revisado por: Firma		Aprobado por: Firma

Fecha de vigencia:	Realizado por:	Revisado y aprobado por:	Responsable de actualizaciones:
03/01/2022	Hayme Beraun 	Gerente General 	Hayme Beraun 

PG-742.01 Rev. 0 Página 6 de 6	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO GENERAL	
	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	

DOCUMENTO DE SOLICITUD DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y/O PREVENTIVO		N°						
Datos Generales:								
Sitio o Lugar:		Fecha:						
Persona que reporto:		Hora de ocurrencia:						
Persona que se le notificó:								
Información del equipo:								
Equipo:		Serie Motor:						
Marca:		Serie Equipo:						
Modelo:		Año:						
Datos de la falla:								
Tipo de falla:								
Mecánico	<input type="checkbox"/>	Otro:						
Electrico-Electronico:	<input type="checkbox"/>	Detallar:						
Descripción de la falla y el motivo por el cual se solicita el servicio:								
1								
2								
Datos del servicio:								
Tipo de servicio:								
Mantenimiento Correctivo:	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento Preventivo						
Diagnostico y solución:								
Descripción servicio requerido								
1								
2								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Solicitado por:</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Aprobado por:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Firma</td> <td style="padding: 5px;">Firma</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </table>		Solicitado por:	Aprobado por:	Firma	Firma			
Solicitado por:	Aprobado por:							
Firma	Firma							

Fecha de vigencia:	Realizado por:	Revisado y aprobado por:	Responsable de actualizaciones:
03/01/2022	Hayme Beraun	Gerente General	Hayme Beraun
			

ANEXO 3: IMPLEMENTACIÓN DE 5S

