



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE
HERRAMIENTAS LEAN EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA SÁNCHEZ
S.A.C”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autoras:

Maria Alexandra Cuba Angulo

Geraldine Mickhol Vallejos Castillo

Asesor:

Ing. César Enrique Santos Gonzales

<https://orcid.org/0000-0003-4679-1146>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Rafael Castillo Cabrera	45236444
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Walter Estela Tamay	16684488
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Alberto Geldres Marchena	18887273
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A mis abuelos, Elena Tejada y Santos Castillo, porque ellos son sinónimo de sabiduría, son quienes me han apoyado siempre en cada paso de mi vida y me han encaminado por el buen sendero.

A mi madre, pues esto también es fruto de su esfuerzo y dedicación, sin ella no lo habría logrado, eres mi motivación constante para alcanzar mis metas.
Geraldine.

Este proyecto va dedicado a mis padres que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un profesional.

Alexandra.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, y a todos mis familiares que han sido participes y me han contribuido
en mi evolución personal y profesional.

Geraldine.

El agradecimiento de este proyecto va dirigido a toda mi familia que siempre estuvo
apoyándome.

Alexandra.

Índice

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
Índice.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Antecedentes.....	13
1.3. Bases Teóricas.....	15
1.4. Formulación del problema.....	28
1.5. Objetivos	28
1.6. Hipótesis.....	28
1.7. Justificación	28
1.8. Aspectos éticos.....	29
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	30
2.1. Tipo de investigación	30
2.2. Población y Muestra	30
2.3. Materiales, instrumentos y métodos	31
Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	31
2.4. Procedimientos.....	32
2.5. Desarrollo de las propuestas de mejora.....	43
2.6. Efecto en la productividad luego del desarrollo de las propuestas de mejora en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C.	71
2.7. Evaluación Económica de la propuesta de mejora	72
CAPÍTULO III. RESULTADOS	80
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	83
REFERENCIAS.....	87
ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
Tabla 2: Instrumentos y métodos de procesamiento de datos	32
Tabla 3: Indicadores actuales y meta.....	36
Tabla 4: Pérdida por falta de planificación de la producción	37
Tabla 5: Pérdida por falta de stock de materiales	38
Tabla 6: Pérdida por falta de orden y limpieza.....	39
Tabla 7: Porcentaje de ítems defectuosos.....	40
Tabla 8: Indicadores actuales de mantenimiento de los equipos de producción	41
Tabla 9: Pérdida por trabajos defectuosos	42
Tabla 10: Propuestas de mejora seleccionadas.....	43
Tabla 11: Reducción de la pérdida por incumplimiento de los plazos de entrega de los trabajos	46
Tabla 12: Máximos y Mínimos de los materiales de la empresa Sánchez S.A.C.	49
Tabla 13: Reducción de la pérdida por falta de stock.....	50
Tabla 14: Clasificación ABC por familias	53
Tabla 15: Cuadro de acción para la frecuencia de uso	53
Tabla 16: Checklist 5S.....	56
Tabla 17: Inversión para las 5S	57
Tabla 18: Reducción de la pérdida por falta de orden y limpieza	57
Tabla 19: Análisis de criticidad de los equipos de producción	60

Tabla 20: Resultados del análisis de criticidad de los equipos de producción	61
Tabla 21: Equipos y herramientas para el desarrollo del plan de mantenimiento	
Preventivo	63
Tabla 22: Reducción de la pérdida por falta de mantenimiento preventivo.....	64
Tabla 23: Presupuesto de capacitación.....	70
Tabla 24: Cronograma de capacitación	70
Tabla 25: Reducción de la pérdida por trabajos defectuosos	71
Tabla 26: Incremento de la productividad.....	72
Tabla 27: Inversión de la propuesta de mejora.....	72
Tabla 28: Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año	77
Tabla 29: Estado de resultados anual	78
Tabla 30: Flujo de caja anual.....	78
Tabla 31: Indicadores económicos	79
Tabla 32: Incremento de la productividad.....	80
Tabla 33: Resultados de las propuestas de mejora	81
Tabla 34: Resultados de la evaluación económica	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diseño de la investigación.	30
Figura 2: Organigrama de la empresa Sánchez S.A.C.	34
Figura 3: Diagrama de Ishikawa de la baja productividad en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C.....	35
Figura 4: Kanban de Producción.	45
Figura 5: Kanban de material	45
Figura 6: Flujo para identificación de materiales	51
Figura 7: Tarjeta roja	51
Figura 8: Tarjeta amarilla..	52
Figura 9: Cronograma de limpieza	54
Figura 10: Formato de seguimiento e inspección.....	55
Figura 11: Plan de mantenimiento propuesto para los equipos de producción.	63
Figura 12: Perdida actual y con la mejora de la CR1	74
Figura 13: Perdida actual y con la mejora de la CR2	74
Figura 14: Perdida actual y con la mejora de la CR3	75
Figura 15: Perdida actual y con la mejora de la CR4	75
Figura 16: Perdida actual y con la mejora de la CR5	76
Figura 17: Incremento de la productividad en la empresa Sánchez S.A.C.	80
Figura 18: Resultado del diagnóstico de la baja productividad en la empresa Sánchez S.A.C.	81

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la propuesta de Implementación de Herramientas Lean en el área de Producción en la productividad de la empresa Sánchez S.A.C.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual del área producción determinando que los problemas principales que afectaban la productividad son: falta de seguimiento de los trabajos realizados, falta de stock de materiales, falta de orden y limpieza, falta de mantenimiento de los equipos de producción y la falta de capacitación al área de producción, lo que generó una pérdida anual de S/. 161,385.20.

Para dar solución a las causas raíces se procedió a aplicar de las siguientes herramientas de ingeniería: Kanban, máximos y mínimos, metodología de las 5S, plan de mantenimiento preventivo y un Cronograma de capacitación, esto generó un beneficio anual para la empresa de S/. 91,594.40, adicional a ello estos beneficios lograron incrementar la productividad la cual fue medida en número de trabajos realizados por operario de 149 a 158.

Para finalizar se realizó una evaluación económica de la propuesta en un horizonte de tiempo de 2 años, determinando que es rentable ya que se obtuvo un VAN de S/. 11,723.00, TIR de 50.4% mayor al costo de oportunidad anual de la empresa de 18% anual, B/C de 1.39 y un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 16.96 meses.

Palabras clave: Herramientas, Lean, Producción, Productividad.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La industria metalmecánica es muy importante para la economía de un país, al ser proveedora de bienes de capital como maquinaria, equipo e instalaciones, así como proporcionar artículos y suministros, para diversos sectores industriales y otros sectores como la minería, construcción, transporte, pesca, electricidad, lo cual convierte a esta industria en una actividad generadora de empleo. (Mariátegui, 2020)

Este sector tiene más de 60 años dentro del sector industrial. Su desarrollo comenzó con la creación de este sector y desde allí se generó todo el avance que comprende: materiales, maquinaria, sistemas de producción, entre otros. Este sector abarca las máquinas industriales y las diferentes herramientas proveedoras de partes a las demás industrias metálicas, siendo el metal y las aleaciones de hierro el insumo básico. (Metalmind, 2017)

El desarrollo de un país depende de la gran cantidad de actividades que hacen crecer su economía, una de las actividades importantes para el desarrollo, es el crecimiento industrial, el cual se ha vuelto muy importante para la progresión económica del país, es por ello que una de las industrias más significativas del Perú, lo constituye la industria Mecánica-eléctrica.

En el Perú, el sector metalmecánico representó, en el 2017, el 13,6% del total de valor agregado del sector manufactura y 1,7% del PBI de la economía peruana. De otro lado, las exportaciones en este mismo año ascendieron a 534 millones de dólares, cifra que representó el 4,6% del valor total de las exportaciones no tradicionales. (Mariátegui, 2020)

El sector metal mecánico del Perú, genera mayor nivel agregado a la industria nacional, creció 10,2% entre enero y octubre de 2018, impulsado por la mayor demanda interna, específicamente por el crecimiento de la inversión pública y privada. Entre las actividades industriales más dinámicas del sector destacan la mayor producción de motores, generadores, transformadores (132,8%), motocicletas (22,8%), partes, piezas y accesorios para vehículos (15,3%), carrocerías para vehículos automotores (8,5%), otros productos elaborados de metal (7,1%), motores y turbinas (6,8%), artículos de cuchillería, herramienta de mano y artículos de ferretería (6,7%), productos metalmeccánico para uso estructural (6,6%), otros hilos y cables eléctricos (6,3%) y pilas, baterías y acumuladores (3,9%).(Mariátegui,2020)

Las exportaciones del sector metalmeccánico se orientan principalmente a satisfacer la demanda de los siguientes países: Estados Unidos, México y otros países de la región como Chile, Ecuador, Bolivia, Colombia y Brasil. (Mariátegui, 2020)

Sin embargo, muchas empresas metalmeccánicas dentro de la región la libertad, no cuentan con técnicas, estrategias, ni condiciones necesarias para realizar una buena eficiencia productiva, además la falta de información y el poco acceso a nuevas tecnologías, hacen que se involucre el deterioro y la pérdida de materiales, equipos y mercancías, dando como resultado la mala distribución, el mal manejo que provocan tiempos muertos en el proceso.

Tal es el caso de la empresa Sánchez S.A.C. la cual es una metalmeccánica de la ciudad de Trujillo.

Esta empresa actualmente ha tenido problemas en el área de producción que ha generado pérdidas económicas tales como:

Debido a la falta de seguimiento de los trabajos realizados, en el año 2021 la empresa tuvo 4.4% de trabajos que fueron entregados fuera del plazo planificado y esto generó una pérdida por penalidades de S/. 13,864.00.

Debido a que la empresa no tiene un método para gestionar de manera adecuada el stock de materiales con los que cuenta en el almacén, es por ello que se genera paros no programados por falta de materiales lo que ocasiono una pérdida anual de S/ 41,142.67.

Debido a que la empresa no tiene un adecuado sentido del orden y limpieza de sus instalaciones y almacén de materiales, es por ello que en el año 2021 se tuvo un total de 4.2% de ítems deteriorados, generándose una pérdida anual de S/ 13,031.00.

La empresa debido a que tiene pocos años en el mercado, no tiene implementado un plan de mantenimiento para los equipos de producción y esto generó una pérdida anual S/.83,808.00.

La falta de capacitación originó que se tenga 4% de trabajos defectuosos lo que generó una pérdida por los materiales y el tiempo invertido en reparar los trabajos por un monto anual de S/.9,540.00.

Cabe mencionar que debido a las causas mencionadas la productividad en el año 2021 fue de 149 trabajos realizados por operario.

Este estudio es de vital importancia ya que trata de dar solución a las causas raíces de la baja productividad y que genera pérdidas a la empresa Sánchez, para ello se aplicará herramientas y técnicas de ingeniería, además este estudio servirá de guía para futuras investigaciones que tengan una problemática y variables similares de una empresa metalmecánica.

1.2. Antecedentes

Como antecedentes de la presente investigación tenemos las siguientes tesis:

Torres (2014). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, en su tesis titulada "Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica" tuvo como objetivo general analizar la situación actual de la empresa, proponer la implementación de las herramientas de manufactura que le permita mejorar la calidad de sus productos, reducir el tiempo de entrega y responder de manera rápida a las necesidades cambiantes del cliente, mejorar su competitividad en el mercado y la satisfacción del cliente. Se utilizó como herramientas de manufactura esbelta: 5S's, SMED y Poka Yoke. Con las herramientas utilizadas se logra aumentar la productividad operativa del área piloto en un 10% y se obtiene un beneficio anual de S/. 5,648.62, además se optimiza los recursos involucrados en la producción como son: maquinas, personal y métodos, por medio de la reducción de tiempos de cambio de productos, limpieza de diversos útiles y reduciendo las distancias que recorre el personal y los materiales.

Vargas y Silva (2019). Pontificia Universidad Católica del Perú, en su tesis titulada "Análisis, Diagnostico y Propuestas de Mejora en el Sistema de Producción de una Empresa Metalmecánica" tuvo como objetivo desarrollar un rediseño del Sistema de Producción en una empresa metalmecánica con el fin de ser una metodología para incrementar la competitividad del sector metalmecánico peruano. Para este trabajo se aplicaron las metodologías de Tecnología de Grupo (GT), la Teoría de Restricciones (TOC), y técnicas de operaciones de procesamiento y ensamblado, entre otras técnicas de ingeniería. Con las propuestas de mejora se logró obtener una productividad promedio de 2.522, superando en 34% la productividad

real acumulada de 1.887 (datos registrados de enero a junio) según los registros de la empresa de estudio.

Mariñas y Vejarano (2019). Universidad Tecnológica del Perú, en su tesis titulada "Aplicación del sistema Lean Manufacturing en el incremento de la productividad en una empresa metal mecánica de producción de ollas de aluminio." tuvo como objetivo aplicar el Lean Manufacturing en el área de producción en la empresa ya que nos permitirá incrementar la productividad, definiendo los procesos y procedimientos en cada área correspondiente. Se utilizó las siguientes herramientas de ingeniería: 5'S y TPM. Con la aplicación de estas herramientas se logró alcanzar un incremento de la productividad mayor del 10% como objetivo teniendo un resultado de 16.23 % que es representado por el 275.07 ollas.

Díaz. (2018). Universidad Nacional de Trujillo, en su tesis titulada "Aplicación de lean manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Emcosac elaboración, ejecución y mantenimiento S.A.C. 2018" tuvo como objetivo general determinar como la aplicación del Lean Manufacturing mejora la productividad de la empresa EMCOSAC ELABORACIÓN, EJECUCIÓN Y MANTENIMIENTO S.A.C. 2018. Se tomó como población de estudio los proyectos realizados en un periodo de 3 meses, la muestra son los 18 proyectos realizados de agosto a diciembre, se utilizó como herramientas de ingeniería: Value Stream Mapping, Estandarización, y Pokayoke. Esta tesis concluye en que la aplicación de las herramientas de lean manufacturing mejoró la productividad de 75.96% a un 91%.

Hernández. (2018). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada "Aplicación del lean manufacturing para reducir los Costos en el área de producción de la empresa dual Corporación de servicios generales", utilizando las siguientes

herramientas: 5S y mapa de valor y control visual, los cuales permiten estandarizar procesos, reducir los tiempos de fabricación, reducir el inventario de materia prima malogrado, ordenar los espacios del área de producción reduciendo los movimientos innecesarios en la búsqueda de objetos, determinar el número óptimo de operarios reduciendo de esta manera los costos de producción. Esta tesis concluye que: Las herramientas de Lean manufacturing permitieron reducir los tiempos de fabricación en un 11%, además de aprovechar en un 26 % más la capacidad instalada en el área de producción, también permitió reducir la tela inservible en un 43,02 %, lo que llevó a obtener un ahorro del 10 % en los costos de producción es decir se logró ahorrar 13 087 soles anuales.

1.3. Bases Teóricas

A continuación, se presenta definiciones conceptuales:

a) Kanban

La misión del sistema Kanban es el control de los materiales para conseguir que el inventario de producto semiterminado recorra toda la cadena de suministro desde el cliente hasta los proveedores. Cada proceso que ocurre a lo largo de la cadena de suministro de una empresa debe producir al ritmo que se necesitan los productos y hacer reposición de las unidades consumidas.

El sistema Kanban está basado en una serie de principios, los cuales son:

- **Visualización:** Kanban permite tener una visualización total del desarrollo de las tareas de la cadena de producción, lo que facilita la organización y la realización de modificaciones si fuera necesario en el equipo.
- **Calidad:** Es importante que todo lo que se haga se debe hacer bien desde el principio.

- Disminución de los desperdicios: Hacer lo justo y necesario.
- Priorización – flexibilidad: Realizar una gestión adecuada del tiempo con un orden coherente para facilitar el trabajo de todo el equipo. Las tareas se pueden priorizar.
- En proceso: Kanban promueve la continua modificación de las actividades a realizar. (Castellano, 2019)

Objetivos del sistema Kanban

Los objetivos principales que se pretenden conseguir con el sistema Kanban son:

- Establecer una programación en la que se pueda visualizar la producción.
- Controlar el flujo de material.
- Impulsar el mantenimiento de los procesos estandarizados.
- Evitar la sobreproducción.
- Controlar los inventarios. (Castellano, 2019)

b) Lean Manufacturing

El pensamiento Lean, también ha sido una de las técnicas de gestión orientados a objetivos utilizados y establecidos por los directores de las compañías con el fin de llegar a nuevos resultados y objetivos, nos dice Bessette (2012). Así mismo, Guerrero (2016) complementa las ideas antes mencionadas, diciendo que, los clientes sólo quieren pagar por el valor del producto y el valor añadido que tenga; por lo que las cosas no puedan caminar o moverse correctamente, y por lo que un cliente no está dispuesto a pagar.

Kahle (2015), define a Lean como, un enfoque sistemático para la identificación y eliminación de residuos (o actividades no de valor agregado), a través de la mejora

continúa que fluye por los productos o servicios suministrados por la empresa en la atracción de los clientes que se encuentran en la búsqueda de la perfección.

c) Método de Máximos y Mínimos de inventarios

El control preventivo de inventarios o Máximos y mínimos de Inventario es una modalidad del control operativo de stocks que se basa en reposiciones reales ajustadas a las necesidades, evitando así acumulaciones excesivas de materiales o inventario. Un apropiado control preventivo de inventarios debe manejar los siguientes elementos:

- Control Contable: Kardex o software.
- Control Físico: Almacén.

Control de Nivel de Inversión: Índices de Rotación.

La revisión periódica de máximos y mínimos de inventario se debe realizar cada cierto tiempo (periodos), en los cuales se calcula la cantidad de inventario disponible en la empresa y cuanta cantidad se requiere para llegar a un nivel de inventario deseado. Es un sistema opcional para control de inventarios, también conocido como sistema de reorden a intervalos fijos o sistema de reorden periódico (P), en el cual la posición de inventario de un artículo se inspecciona periódicamente y no de modo continuo. Si la compañía tiene escaso personal y con muchos artículos, será muy difícil controlar los niveles diariamente

La cantidad a ordenar corresponde a la diferencia entre la Existencia Máxima calculada y las Existencias Actuales de inventario. Los pedidos que se efectúen fuera de las fechas establecidas de revisión corresponderán a aquellos que busquen reaccionar a una fluctuación anormal de la demanda de unidades que haga que los niveles de inventario lleguen al límite mínimo antes de la revisión. Numerosos sistemas automatizados emplean la técnica de máximos y mínimos calculando

puntos de revisión y solicitando automáticamente órdenes de compra con sus respectivas cantidades a solicitar (Velásquez, (s.f.)).

Teniendo en cuenta que:

Pp: Punto de pedido

Tr: Tiempo de reposición de inventario (en días)

Cp: Consumo medio diario

Cmx: Consumo máximo diario

Cmn: Consumo mínimo diario

Emx: Existencia máxima

Emn: Existencia mínima (Inventario de seguridad)

CP: Cantidad de pedido

E: Existencia actual

Las fórmulas matemáticas utilizadas en la técnica son:

Emn: $Cmn * Tr$;

Pp: $(Cp * Tr) + Emn$

Emx: $(Cmx * Tr) + Emn$;

CP: $Emx - E$. (Velásquez, (s.f.)).

d) Metodología de las 5S

Por su parte, Sweta (2014); complementa la información diciendo que, la implantación del método 5S significa limpiar y organizar el lugar de trabajo en su configuración existente. Por lo general es el primer método lean que cualquier organización puede implementar. Este método anima a los trabajadores para mejorar

sus condiciones de trabajo y les ayuda a aprender a reducir los residuos, el tiempo de inactividad no planificado, y los inventarios en proceso.

La implementación de las 5S daría lugar a reducciones significativas en los pies cuadrados de espacio necesario para las operaciones existentes. También daría lugar a la organización de herramientas y materiales en los lugares de almacenamiento codificados por color y etiquetados, así como "kits" que contienen lo que se necesita para realizar una tarea (Sweta, 2014).

Etapas de la Metodología de las 5S

Como se mencionó anteriormente esta metodología se conforma de 5 fases las cuales se van a mencionar a continuación:

a. Clasificación (seiri): separar innecesarios

Consiste en identificar los elementos que son necesarios en el área de trabajo para luego separarlos de los innecesarios con la finalidad de quedarnos con los objetos necesarios dentro del área de trabajo y posteriormente desechar los objetos innecesarios según lo disponga el equipo de las 5s. Esta identificación de los elementos necesarios prepara las condiciones para la siguiente fase, destinada al orden (seiton). (Velasco, 2014).

b. Orden (seiton): situar necesarios

Consiste en determinar la ubicación adecuada y como deben estar codificados los materiales necesarios. En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con la finalidad de reducir esfuerzos en la búsqueda de materiales y tratando de aprovechar el espacio del almacén (Velasco, 2014).

c. Limpieza (seiso): suprimir suciedad

Esta fase consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, además en esta etapa se realiza acciones para evitar que las áreas de trabajo se vuelvan a ensuciar, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo. (Velasco, 2014).

d. Estandarización (seiketsu): señalar anomalías

Aunque las fases previas de las 5S pueden aplicarse únicamente de manera puntual, en esta etapa (seiketsu) se estandarizar las áreas de trabajo y los programas de limpieza tratando de mantener la limpieza día a día. (Velasco, 2014)

e. Mantenimiento de la disciplina (shitsuke): seguir mejorando

En esta fase se pretende comprobar el cumplimiento de las 5s para ello, si esta etapa se aplica sin el rigor necesario, la herramienta de las 5s pierde su eficacia (Velasco, 2014).

Mediante esta etapa se pretende hacer un seguimiento al cumplimiento de las etapas de las 5s por parte de los operarios (Velasco, 2014).

e) Productividad

Felsing y Runza (2016) señalan que: la productividad del trabajo es una relación entre la producción y el personal, ya que refleja la manera en cómo se esté usando al personal en el proceso productivo.

Para Lora y Pagés (2017) sostienen que la productividad es la principal razón que explica el crecimiento rezagado de Latinoamérica.

Un claro ejemplo es el país de Colombia, en donde Fedecuero, Acicam y Coelho (2013) indican que: Sus procesos de manufacturas demuestran serios aspectos de retrasos en la dirección de sus procesos productivos que avalen ciertamente la

competitividad que exigen el mercado internacional en términos de calidad, capacidad productiva e innovación.

La producción constituye uno de los procesos económicos más importantes dentro de la organización y es el medio a través del cual, el trabajo humano genera capital (Arredondo, 2016).

Del mismo modo Graff (2013) añade: La producción es el estudio de las técnicas de gestión empleadas para conseguir la mayor diferencia entre el valor añadido y el coste incorporado, consecuencia de la transformación de recursos en productos finales.

Es común entender la productividad a través de la eficiencia y eficacia. La primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. Así, buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos; mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado). Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados. Adicionalmente, por efectividad se entiende que los objetivos planteados son trascendentes y éstos se deben alcanzar (Gutiérrez, 2010).

Steingraber y Flávio (2011), refieren que el crecimiento económico se caracteriza por presentar una amplia sinergia con el incremento de productividad de las empresas y el proceso de innovación ya que el incremento de la productividad conduce a la introducción de innovaciones en las empresas que desean volverse más competitivas. Anaya (2017) menciona que: "La mejora de la productividad no es un trabajo de especialistas únicamente, basado en un programa a realizar en un momento puntual,

sino que, por el contrario, debe formar parte del quehacer diario de la empresa, ya que es un proceso continuo de mejora tendente a una utilización óptima de todos los recursos empleados en los procesos productivos (mano de obra, equipos e instalaciones)". (p.155).

Asimismo, Fariñas y Fernández (2014), mencionan que: "Para la supervivencia de la empresa las ganancias de competitividad y productividad son clave". (p.16).

Camino (2017) menciona que: El sector manufacturero es un sector estratégico que se caracteriza por dinamizar la economía a través de mecanismos como la generación de empleo, aportes al valor añadido bruto, etc. En ese sentido, analizar su producción y su productividad resulta de gran importancia para todos los países en general.

Debido al entorno globalizado las pymes manufactureras se ven inmersas en constantes cambios, los cuales exigen incesantes esfuerzos por incrementar la calidad y la productividad, y por reducir los costos y los tiempos de entrega a fin de lograr posiciones ventajosas en el mercado. Es por ello que una de las alternativas para apoyar a las pymes en estas falencias de procesos y humana es la herramienta Lean Manufacturing, la cual motiva la generación de nuevas herramientas de gestión orientadas a reducir la muda de manufactura (aquellas actividades que no agregan valor para el cliente). (Pérez et al., 2011).

La productividad es un indicador que mide la capacidad de un factor productivo para crear bienes y esto significa que al incrementar la productividad también se logra obtener los resultados esperados, tratado de optimizar los recursos empleados. Este indicador se utiliza para medir la situación actual de la gestión empresarial de una organización (Miranda y Toirac, 2010).

La productividad se calcula de la siguiente manera:

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \text{Producción/Insumos}$$

En la fórmula se puede apreciar que la relación entre producción e insumos debe ser mayor o igual a la unidad.

Este indicador puede incrementarse de la siguiente manera:

- Incrementado la producción utilizando los mismos o menos insumos para ello se debe mejorar los procesos de producción.
- Manteniendo el nivel de producción utilizando menos insumos.

Se puede medir productividad con relación a un factor de producción, lo que dará como resultado un indicador parcial de productividad, los más importantes son:

1. La productividad del trabajo.
2. La productividad del capital.
3. La productividad del uso de los materiales. (Miranda y Toirac, 2010).

Este tipo de mediciones no son perfectas, debido a los inconvenientes que presentan, como la variación en el desempeño del operario y las variaciones en productividad por el uso de las diferentes tecnologías, pero proporcionan un punto de partida para llevar el control de la productividad, de manera que los gerentes puedan estar conscientes de sus tendencias (Miranda y Toirac, 2010).

Tipos de Productividad

- Productividad Parcial: Es el resultado entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo ya sea humano, material, capital, energía, etc.
- Productividad de Factor capital. Es el resultado de la producción neta con la suma de los insumos de mano de obra y capital.
- Productividad Total Es el resultado entre la producción total y la suma de todos los factores de insumo (Pérez, 2013).

La capacidad de inventarios factor de la productividad

El exceso de capacidad favorece la reducción de la productividad, siendo difícil que la capacidad se ajuste a la demanda. Para reducir la capacidad se debe hacer una planeación previa (Pérez, 2013).

Adicional a ello el inventario puede llegar a ser un impedimento o un elemento favorecedor para la productividad empresarial, debido a que poco inventario puede generar una productividad más baja y demasiado inventario generará altos costos de capital y menor productividad (Pérez, 2013).

Factores Internos y Externos en la Productividad

Entre los factores internos se puede mencionar:

- Materiales
- Energía
- Máquinas y equipo
- Recursos Humanos (Pérez, 2013).

Entre los factores externos se puede mencionar:

- Disponibilidad de materiales o materias primas.
- Mano de obra calificada.
- Políticas estatales relativas a tributación y aranceles (Pérez, 2013).

f) SMED

Los orígenes de esta metodología se remontan a los primeros años del sistema de fabricación lean. Aunque la metodología busca reducir los tiempos de setup,

realmente el principal objetivo es permitir al sistema productivo producir lo que realmente solicita el mercado. El SMED sirve para:

1. Reducir el tiempo de preparación y volverlo tiempo productivo.
2. Reducir el tamaño del inventario
3. Reducir el tamaño de lotes de producción.
4. Producir varios modelos o productos el mismo día en la misma máquina o línea de producción (Restrepo, Medina y Cruz, 2009).

Cuando se programa un cambio en la producción se generan unas actividades antes y después de detener la producción. Estas actividades se conocen como externas e internas.

- **Actividades internas:** Son todas las actividades de cambio de producción que se hacen cuando las máquinas están paradas. Por ejemplo, en una prensa solo se podrá montar la matriz si ella está parada.
- **Actividades externas:** Son todas las actividades de preparación que hacen antes del cambio de producción. Estas actividades se realizan con las máquinas en movimiento. Por ejemplo, el alistamiento de la matriz que se requiere para empezar la nueva corrida de producción. (Restrepo, Medina y Cruz, 2009).

Etapas de aplicación de la metodología SMED

Para llegar a los beneficios del sistema SMED se deben ejecutar los siguientes pasos:

- a) Preliminares. Lo que no se conoce no se puede mejorar. En esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:
 - Registrar los tiempos de cambio
 - Conocer la media y la variabilidad.

- Escribir las causas de la variabilidad y estudiarlas.
 - Estudiar las condiciones actuales del cambio.
- b) Primera etapa: Separar las tareas internas y externas En esta fase se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina del trabajo.
- c) Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas. La idea es hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc, fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente (Restrepo, Medina y Cruz, 2009).
- d) Tercera etapa: perfeccionar las tareas internas y externas. El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).

g) TPM

El mal funcionamiento y averías de dispositivos causan productos de mala calidad y las entregas a destiempo como consecuencia. Por lo tanto, una gestión de mantenimiento sistemático y estratégico, tales como TPM, en el mantenimiento de los equipos de la producción es realmente importante para apoyar el éxito de la producción ajustada. Un ejemplo típico de aplicación de la metodología TPM para apoyar la producción ajustada es en las máquinas o equipos en mal estado. A través de una gestión de mantenimiento estratégica, los defectos y variaciones podrían eliminarse en su origen. TPM busca maximizar la efectividad del equipo a lo largo de la vida útil del equipo (Ekar et al., 2015).

El TPM se esfuerza por mantener el equipo en condiciones óptimas con el fin de evitar la ruptura inesperada, pérdidas de velocidad, y los defectos de calidad que se producen a partir de las actividades del proceso.

Los fallos inesperados, el tiempo de inactividad asociado con estos fallos, parada de la línea, la pérdida de producción y, los mayores costos de mantenimiento son los principales problemas en cualquier planta de proceso (Ekar et al., 2015).

El mantenimiento de ayuda en el diseño de una estrategia alternativa para minimizar el riesgo resultante de averías o fallos. Por lo tanto, la toma de decisiones relativas a una selección de una estrategia de mantenimiento usando un enfoque basado en el riesgo es esencial para el desarrollo de políticas de mantenimiento rentables para sistemas mecanizados y automatizados (Ekar et al., 2015).

Digalwar y Nayagam (2014) nos dicen por su parte que, hoy en día, la competencia ha aumentado de manera espectacular, los clientes se centran en la calidad del producto, tiempo de entrega y el coste del producto; debido a estos factores, la empresa debe introducir un sistema de calidad para mejorar y aumentar tanto la calidad, así como la productividad de forma continua. TPM es una metodología que tiene como objetivo aumentar la disponibilidad de los equipos existentes, lo que reduce la necesidad de una mayor inversión de capital. Una vez más, la inversión en recursos humanos puede resultar aún más en una mejor utilización del hardware, mayor calidad del producto y reducir los costos laborales

Los cinco elementos fundamentales o pilares del TPM son:

1. Mejorar la efectividad del equipo dirigido por las grandes pérdidas;
2. La participación de los operadores en el mantenimiento diario, la rutina del equipo;
3. Mejora de la eficiencia y la eficacia de mantenimiento;
4. Formación para todos los involucrados

5. Ciclo de vida de gestión de equipos y diseño de prevención de mantenimiento
(Digalwar, y Nayagam, 2014).

1.4. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la propuesta de Implementación de Herramientas Lean en el área de Producción en la productividad de la empresa Sánchez S.A.C?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la propuesta de Implementación de Herramientas Lean en el área de Producción en la productividad de la empresa Sánchez S.A.C.

1.5.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del área producción de la empresa Sánchez S.A.C.
- Desarrollar la propuesta de implementación de herramientas Lean en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C.
- Realizar una evaluación económica de la propuesta de implementación de herramientas Lean en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C.

1.6. Hipótesis

La propuesta de Implementación de Herramientas Lean en el área de Producción incrementa la productividad de la empresa Sánchez S.A.C.

1.7. Justificación

Justificación aplicativa o práctica

El presente estudio se justifica debido a que actualmente no se tiene una adecuada gestión de producción y esto dificulta la adecuada producción generando cómo impacto la baja productividad en la empresa, es por ello que se propone el uso de

herramientas Lean Manufacturing como: Kanban, máximos y mínimos, metodología de las 5S, plan de mantenimiento preventivo y un Cronograma de capacitación.

Justificación teórica

En lo teórico se justifica pues permitirá aplicar las diferentes técnicas y herramientas de Ingeniería Industrial como las herramientas de Lean Manufacturing buscando lograr mejorar el proceso de producción y la productividad de la empresa.

Justificación valorativa

El presente estudio se justifica, debido a que la mejora del área de producción usando herramientas lean manufacturing permitirá dar solución a las causas raíces de la baja productividad de la empresa trayendo beneficios económicos para la misma.

Justificación académica

El presente estudio se justifica, ya que, la presente investigación trata de dar solución a problemas que se vienen dando en el área de producción de la empresa metalmecánica Sánchez, desarrollando para ello propuestas basadas en las herramientas Lean Manufacturing y esto permitirá incrementar la productividad, asimismo servirá como guía para otros investigadores que requieran dar solución a problemas similares que se adecuen a este mismo sector al cual pertenece la empresa en estudio.

1.8. Aspectos éticos

La información que se recolectó y la que se va a continuar obteniendo mantendrá a los trabajadores de forma anónima para evitar afectar el clima laboral de la empresa. Los datos serán solo de usos exclusivo para el desarrollo del presente trabajo y no serán compartidos con otra empresa.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se presenta es de tipo aplicada, porque se ejecutarán las soluciones dadas para los problemas identificados.

El diseño de la investigación es Pre experimental - Propositiva

La validación de la propuesta es cuantitativa

Diseño de contrastación de hipótesis

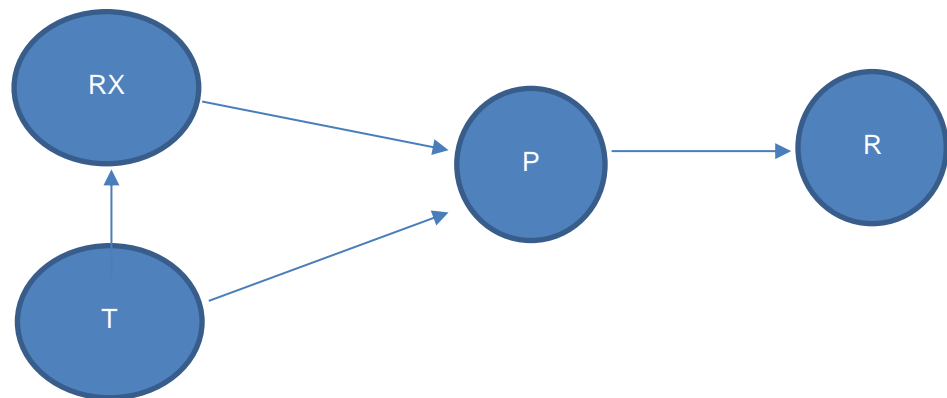


Figura 1. Diseño de la investigación

Fuente: La empresa

Donde:

RX: Productividad antes de la mejora

T: Herramientas de ingeniería para dar solución a causas raíces

P: Propuesta de mejora en el área de producción

R: Productividad después de la mejora

A continuación, en la tabla 1 se presenta la operacionalización de las variables.

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

Todos los procesos de la empresa Sánchez S.A.C.

El proceso de producción de la empresa Sánchez S.A.C.

2.3. Materiales, instrumentos y métodos

Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 1

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Objetivo	Aplicado en:	Justificación	Parámetro	Procedimiento	Instrumentos
Análisis documental	Obtener información de la situación actual de la gestión de producción.	Base de datos de la empresa	Permitió obtener información necesaria para el diagnóstico del área de producción.	Datos del año 2021	Se revisará la información con permiso del jefe de producción.	Microsoft Excel, Microsoft Word, USB, cuaderno de apuntes.
Observación de campo	Identificar problemas del área de producción	Se procedió a realizar la observación del proceso productivo.	Permitió determinar la situación actual del área de producción.	Duración: 2 horas a la semana.	Se observó el proceso de producción.	Cuaderno de apuntes, laptop, lapicero.

Fuente: Elaboración propia

Técnicas de estadística descriptiva

Los datos obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 2

Instrumentos y métodos de procesamiento de datos

Herramienta	Descripción
Diagrama de Ishikawa	Se realizó para diagramar las causas raíces
Diagrama de flujo	Permite tener estructurado el proceso de producción.
Matriz de Indicadores	Se formula indicadores para la medición de las causas raíces principales de la gestión de producción.

Fuente: Elaboración propia

Procesamiento de información

Para el procesamiento de la información se hizo uso de:

- Microsoft Excel en el cual se realizará las tablas y además se desarrollará el cálculo del costeo y del impacto de las mejoras, asimismo se desarrolló una evaluación económica para determinar la rentabilidad de la mejora.

2.4. Procedimientos

2.4.1. Operacionalización de variables y Matriz de consistencia.

En los anexos 1 y 2 se muestran la operacionalización de variables y la matriz de consistencia.

2.4.2. Generalidades de la empresa

a) Datos de la empresa

Empresa metalmecánica trujillana con más de 10 años de experiencia en el diseño, y fabricación de partes y equipos para la industria minera, construcción, pesquera, agroindustria y transporte, lo que le permite ser considerada líder en la industria metal mecánica.

La empresa cuenta con equipos y tecnología para atender diversos trabajos requeridos por sus clientes.

b) Actividad y Sector Económico

Actividad Comercial: Fab. Partes, Piezas y Accesorios. Metal mecánica - CIU: 34303

La empresa se desenvuelve dentro del mercado metal mecánico de la ciudad de Trujillo con una gran gama de clientes demostrando ser una empresa líder en este rubro.

c) Misión y visión

Misión

Brindar soluciones de calidad en diseño y fabricación de estructuras metálicas y componentes de la industria en general, optimizando el uso de los recursos disponibles para dar un buen servicio a un bajo costo

Visión

Llegar a ser en el año 2025 una empresa reconocida a nivel nacional como una empresa metalmecánica que brinda servicios de alta calidad contribuyendo al mejoramiento de las operaciones de nuestros clientes.

d) Principales clientes

A continuación, se detallan algunos de sus principales clientes a los que el brinda sus servicios:

- Laredo
- Casagrande
- Empresas de transportes de carga de caña de azúcar.

e) Organigrama de la empresa

A continuación, en la figura 2 se muestra el organigrama de la empresa Sánchez S.A.C.

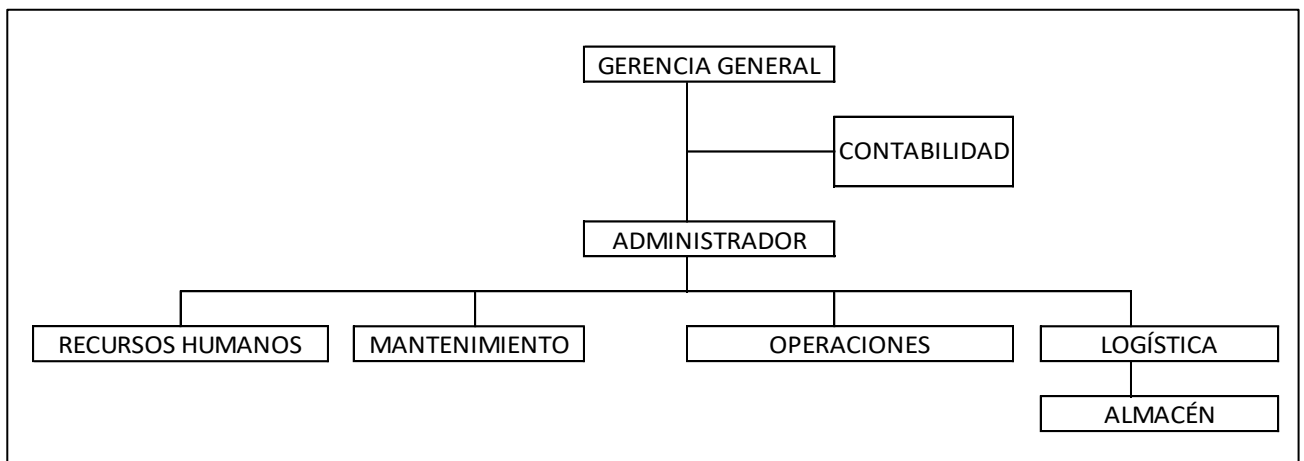


Figura 2. Organigrama de la empresa Sánchez S.A.C.

Fuente: La empresa

f) Identificación de Problemas y Causas Raíces

En la empresa Sánchez S.A.C, se tienen diferentes problemas ocurridos en el área de producción, los cuales son producto de las causas raíces presentadas en el diagrama de Ishikawa (véase la figura 3) y que mencionamos a continuación:

CR1 - Falta de seguimiento de los trabajos realizados

CR2 - Falta de stock de materiales

CR3 - Falta de orden y limpieza

CR4 - Falta de mantenimiento de los equipos de producción

CR5 - Falta de capacitación al área de producción

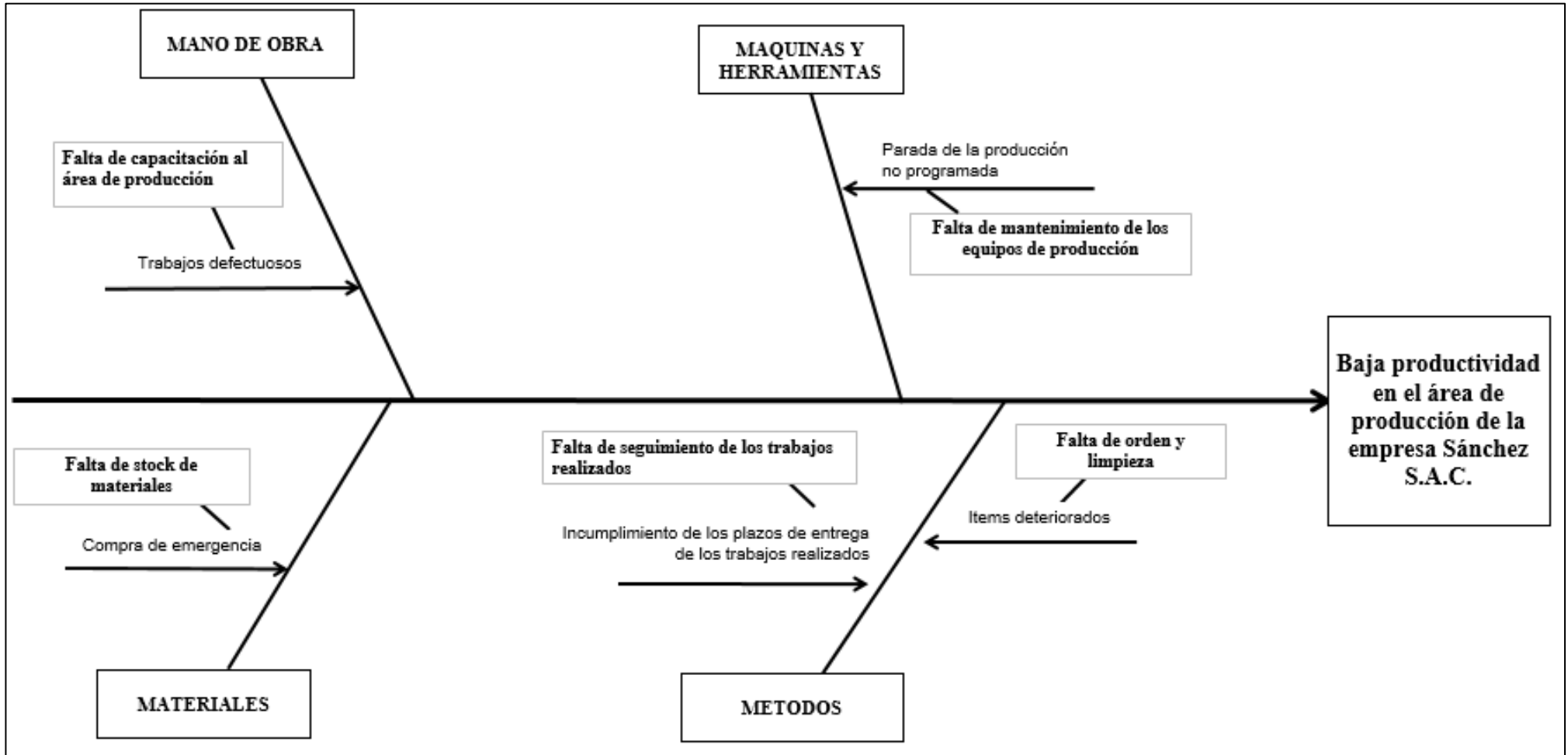


Figura 3. Diagrama de Ishikawa de la baja productividad en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C.

Fuente: Diagnóstico realizado en la empresa Sánchez S.A.C. Elaboración propia

g) Identificación de Indicadores

A continuación, en la tabla 3, se presenta los indicadores actuales y meta

Tabla 3

Indicadores actuales y meta

Causa	Descripción	Indicador	Fórmula	VALOR ACTUAL	Pérdidas actuales (S./anual)	VALOR META	Pérdidas esperadas (S./anual)	Beneficio	Propuesta de mejora
CR1	Falta de seguimiento de los trabajos realizados	% de trabajos entregados fuera de plazo	N° de trabajos realizados fuera de plazo x 100% / N° de trabajos realizados	4.4%	S/ 13,864.0	1.3%	S/ 4,824.10	S/ 9,039.9	Kanban
CR2	Falta de stock de materiales	% de trabajos parados por falta de stock	N° trabajos parados por falta de stock x 100% / N° de trabajos realizados	4.2%	S/ 41,142.7	2.3%	S/ 23,362.12	S/ 17,780.6	Máximos y mínimos
CR3	Falta de orden y limpieza	% de materiales deteriorados por falta de orden y limpieza	Items defectuosos x 100% / Items totales del almacen x	4.2%	S/ 13,031.0	2.5%	S/ 7,818.60	S/ 5,212.4	Metodología de las 5S
CR4	Falta de mantenimiento de los equipos de producción	% Disponibilidad	Tiempo total de funcionamiento x 100% / Tiempo total	87.4%	S/ 83,807.5	91.2%	S/ 29,285.99	S/ 54,521.5	Plan de mantenimiento preventivo
CR5	Falta de capacitación al área de producción	% horas de capacitación al área de producción	N° horas de capacitación en el área de Producción x 100% / N° horas totales de capacitación	0.0%	S/ 9,540.0	100.0%	S/ 4,500.00	S/ 5,040.0	Plan de capacitación
TOTAL					S/ 161,385.2		S/ 69,790.8	S/ 91,594.4	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 3, con la pérdida acumulada y anual es de S/. 161,385.20 y con las propuestas de mejora se espera reducir esta pérdida a S/. 69,790.80.

h) Estimación de los costos de las causas raíces

Luego de establecer los indicadores, se estimaron los costos que generan las causas raíces para posteriormente realizar propuestas de mejora para cada una de ellas.

a) Cr1 –Falta de seguimiento de los trabajos realizados

En el año 2021 la empresa tuvo 1682 trabajos planificados, sin embargo, solo se llegó a realizar 1491 trabajos, de los cuales solo el 4.4% fueron entregados fuera del plazo planificado y esto por retrasos en el proceso de producción, es por ello que se generó una pérdida por penalidades de S/. 13,864.00, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4

Pérdida por falta de seguimiento de los trabajos realizados

DATOS DE PRODUCCIÓN -2021	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
N° de trabajos planificados	172	174	118	143	131	159	170	147	102	107	126	133	1682
N° de trabajos realizados	154	158	102	125	117	144	154	132	88	89	112	116	1491
Trabajos entregados fuera de plazo	6	8	8	6	4	5	5	5	4	5	3	5	64
% de trabajos entregados fuera de plazo	3.9%	5.1%	7.8%	4.8%	3.4%	3.5%	3.2%	3.8%	4.5%	5.6%	2.7%	4.3%	4.4%
N° de trabajos no realizados	18.00	16.00	16.00	18.00	14.00	15.00	16.00	15.00	14.00	18.00	14.00	17.00	191.00
Pérdida por penalidad debido a trabajos no entregados a tiempo	S/. 1,056	S/. 1,188	S/. 516	S/. 888	S/. 1,064	S/. 1,730	S/. 939	S/. 1,505	S/. 1,164	S/. 1,395	S/. 1,014	S/. 1,405	S/. 13,864

Fuente: Elaboración propia

b) Cr2 – Falta de stock de materiales

Actualmente la empresa no tiene un método para gestionar de manera adecuada el stock de materiales con los que cuenta en el almacén, es por ello que se genera paros no programados por falta de materiales lo que genera retrasos en la elaboración de los trabajos planificados.

Es así pues que en el año 2021 se tuvo un total de 62 trabajos parados por falta de stock de materiales, lo que representó un tiempo perdido de 188 horas, al multiplicar por el costo por hora de la empresa de S/ 218.84 dio una pérdida anual de S/ 41,142.67. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5

Pérdida por falta de stock de materiales

Meses	Nº de trabajos realizados	Nº de trabajos parados por falta de stock	% trabajos parados por falta de stock	Nº de horas de paro	Pérdida
Enero	154	6	3.90%	20.0	S/4,376.88
Febrero	158	7	4.43%	13.0	S/2,844.97
Marzo	102	5	4.90%	9.0	S/1,969.60
Abril	125	3	2.40%	15.0	S/3,282.66
Mayo	117	3	2.56%	10.0	S/2,188.44
Junio	144	7	4.86%	12.0	S/2,626.13
Julio	154	7	4.55%	28.0	S/6,127.63
Agosto	132	5	3.79%	21.0	S/4,595.72
Setiembre	88	4	4.55%	15.0	S/3,282.66
Octubre	89	4	4.49%	12.0	S/2,626.13
Noviembre	112	5	4.46%	18.0	S/3,939.19
Diciembre	116	6	5.17%	15.0	S/3,282.66
Total	1491	62	4.16%	188.0	S/41,142.67

Fuente: Elaboración propia

c) Cr3 – Falta de orden y limpieza

Actualmente la empresa no tiene un adecuado sentido del orden y limpieza de sus instalaciones y almacén de materiales.

Es por ello que en el año 2021 se tuvo un total de 4.2% de ítems deteriorados debido a la manipulación y a la falta de orden y limpieza, generando una pérdida anual de S/ 13,031.00. Así como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 6

Pérdida por falta de orden y limpieza

MATERIAL	Cantidad	Precio	Pérdida
BRONCE FOSFORICO	8	S/ 50.00	S/ 400.00
REDUCTOR LINEA	8	S/ 9.00	S/ 72.00
SOPORTES	200	S/ 1.20	S/ 240.00
TUBO ZINCADO 60 X 40 X 3	5	S/ 115.00	S/ 575.00
RODAMIENTOS	12	S/ 67.00	S/ 804.00
PERNOS ALLENS	150	S/ 1.80	S/ 270.00
BARRA HIERRO REDONDA LISA	56	S/ 4.00	S/ 224.00
PLANCHA HIERRO NEGRO	4	S/ 115.00	S/ 460.00
PL AL BOBINA 1.27 X 16 MT	5	S/ 250.00	S/ 1,250.00
PLANCHA ACERO GALVANIZADO	5	S/ 25.00	S/ 125.00
ANGULO 1/8 X 1 1/2 (ZOCALO / ANGULO)	5	S/ 86.00	S/ 430.00
ANGULO HIERRO NEGRO	4	S/ 86.00	S/ 344.00
VARILLA REDONDA CORRUGADA	5	S/ 86.00	S/ 430.00
VARILLA CUADRADA	4	S/ 86.00	S/ 344.00
TUBO ESTRUCTURAL GALVANIZADO REDONDO	5	S/ 68.00	S/ 340.00
ENGRANAJES	8	S/ 86.00	S/ 688.00
HUSILLOS	8	S/ 45.00	S/ 360.00
PLATINA 1/8 X 2	5	S/ 86.00	S/ 430.00
SENSORES	10	S/ 250.00	S/ 2,500.00
PORTA ELECTRODO	2	S/ 90.00	S/ 180.00
CHAVETAS	5	S/ 95.00	S/ 475.00
TUBO TRAMPILLA	3	S/ 60.00	S/ 180.00
PALANCA PARA VELOCIDADES	3	S/ 450.00	S/ 1,350.00
POLEA SPB 5 CANAL	3	S/ 45.00	S/ 135.00
BOMBA REFRIGERANTE	5	S/ 85.00	S/ 425.00
Total	528		S/13,031.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Porcentaje de ítems defectuosos

ITEM	2021
N° de ítems defectuosos por falta de orden y limpieza	528
N° de ítems del almacén en el año	12560
Pérdida	S/13,031.00
% de ítems defectuosos	4.20%

Fuente: Elaboración propia

d) Cr4 – Falta de mantenimiento de los equipos de producción

La empresa debido a que tiene pocos años en el mercado, no tiene implementado un plan de mantenimiento para los equipos de producción.

Debido a que no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo el % de horas de mantenimiento preventivo es de 0%, ya que solo tuvo un total de 3774 horas de mantenimiento correctivo en todos los equipos de producción.

Además, la empresa en el año 2021 tuvo un total de 882 fallas lo que generó un tiempo total de reparaciones (TTR) para el mantenimiento correctivo de 3774 horas con lo cual se obtuvo una disponibilidad de 87.4% que a su vez generó una pérdida anual de S/.83,808.00. Así como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8

Indicadores actuales de mantenimiento de los equipos de producción

EQUIPO	N° PARADAS	TTR	TTF	TIEMP O DISP.	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	PÉRDIDA ANUAL
TORNO PARALELO 1	72	280	2216	2496	3.89	31	88.8%	S/. 6,218
TORNO REVOLVER 1	95	410	2086	2496	4.32	22	83.6%	S/. 9,105
TORNO REVOLVER 2	67	430	2066	2496	6.42	31	82.8%	S/. 9,549
DOBLADORA	20	75	2421	2496	3.75	121	97.0%	S/. 1,665
FRESADORA 1	67	389	2107	2496	5.81	31	84.4%	S/. 8,638
TALADRO RADIAL	79	300	2196	2496	3.80	28	88.0%	S/. 6,662
ÉSMERIL DE BANCO 1	83	230	2266	2496	2.77	27	90.8%	S/. 5,108
MÁQUINA DE SOLDAR 1	92	250	2246	2496	2.72	24	90.0%	S/. 5,552
MÁQUINA DE SOLDAR 2	92	280	2216	2496	3.04	24	88.8%	S/. 6,218
MANDRINADORA	70	405	2091	2496	5.79	30	83.8%	S/. 8,994
CORTADORA	60	380	2116	2496	6.33	35	84.8%	S/. 8,438
PRENSA HIDRÁULICA	85	345	2151	2496	4.06	25	86.2%	S/. 7,661
Total	882	3774	26178	2496	4.39	35.84	87.4%	S/. 83,808

Fuente: Elaboración propia

e) **Cr5 – Falta de capacitación al área de producción**

La empresa nunca ha brindado capacitaciones a ninguna de las áreas de la empresa Sánchez S.A.C, es por ello que el % de horas de capacitación en el área de producción es de 0%:

La falta de capacitación originó que se tenga 4% de trabajos defectuosos lo que generó una pérdida por los materiales y el tiempo invertido en reparar los trabajos por un monto anual de S/. 9,540.00, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9

Pérdida por trabajos defectuosos

Meses	N° de trabajos realizados	N° de trabajos defectuosos	% de trabajos defectuosos	Costo por retrabajos
Enero	154	3	2%	S/540.00
Febrero	158	4	3%	S/720.00
Marzo	102	4	4%	S/720.00
Abril	125	6	5%	S/1,080.00
Mayo	117	3	3%	S/540.00
Junio	144	6	4%	S/1,080.00
Julio	154	5	3%	S/900.00
Agosto	132	5	4%	S/900.00
Setiembre	88	5	6%	S/900.00
Octubre	89	4	4%	S/720.00
Noviembre	112	5	4%	S/900.00
Diciembre	116	3	3%	S/540.00
Total	1491	53	4%	S/9,540.00

Fuente: Elaboración propia

2.5. Desarrollo de las propuestas de mejora

A continuación, en la tabla 10 se presenta las propuestas de mejora seleccionadas para dar solución a las causas raíces identificadas en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C.

Tabla 10

Propuestas de mejora seleccionadas

Causa	Descripción	Propuesta de mejora
CR1	Falta de seguimiento de los trabajos realizados	Kanban
CR2	Falta de stock de materiales	Máximos y mínimos
CR3	Falta de orden y limpieza	Metodología de las 5S
CR4	Falta de mantenimiento de los equipos de producción	Plan de mantenimiento preventivo
CR5	Falta de capacitación al área de producción	Plan de capacitación

Fuente. Elaboración propia

a) **CR1 - Falta de seguimiento de los trabajos realizados**

Para dar solución a este problema se procedió a aplicar Kanban en el proceso productivo tratando de reducir el tiempo de realización de los procesos productivos.

La herramienta Kanban fue originalmente desarrollada por la organización Toyota, como manera de manejo del flujo de materiales en una línea de producción.

Objetivo del Kanban en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C.

“Integrar los procesos de producción de tal forma que los materiales lleguen en el tiempo y en la cantidad requerida a cada etapa del proceso productivo”.

Tipo de Kanban a utilizar

El tipo de Kanban a utilizar se elige de acuerdo al tipo de instrucción que el proceso subsecuente envíe al proceso anterior. Si el proceso anterior envía una señal para obtener material se utiliza un Kanban de material; mientras que si el proceso anterior lo que desea enviar es una señal de iniciar la producción se emplea un Kanban de producción. Para efectos prácticos de la representación de las etiquetas Kanban se define lo siguiente:

Kanban de producción: será identificado como Kanban P.

Kanban señalador o de material: será identificado como Kanban S.

Reglas del Kanban

- Regla 1: no se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes

El proceso que ha producido una soldadura defectuosa, lo puede descubrir inmediatamente. El problema descubierto se debe divulgar a todo el personal de producción para evitar que vuelva a pasar.

Si se encuentra un defecto, se deben tomar medidas antes que todo, para que este no vuelva a ocurrir.

- Regla 2: Los procesos subsecuentes requerirán solo lo que es necesario.

- a. No se debe requerir material sin una tarjeta Kanban.
- b. Una etiqueta de Kanban debe siempre acompañar a cada componente.
- c. Enviar únicamente la cantidad solicitada en el Kanban.

- Regla 3: Producir solamente la cantidad exacta requerida

- a. No producir más que el número de kanbanes.
- b. Producir en la secuencia en la que los kanbanes son recibidos (en orden).

- Regla 4: Balancear la producción

Mantener al equipo y a los trabajadores de tal manera que puedan producir materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria.

- Regla 5: Kanban es un medio para evitar especulaciones.
 - a. El proceso subsecuente no puede preguntarle al proceso anterior si podría empezar el siguiente proceso un poco más temprano.
 - b. Los procesos solo pueden enviar la información contenida en las tarjetas Kanban.
- Regla 6: Estabilizar y racionalizar el proceso.

Cumplir siempre las cinco reglas anteriores.

Etiquetas Kanban

A continuación, se presenta las etiquetas de Kanban a utilizar en el proceso de producción:

Descripción del Producto			Proceso
Accesorios			
Medidas			
Cantidad		Unidad de medida	
Área de almacenamiento			
Área de entrega		Tarjeta N°:	

Figura 4. Kanban de Producción

Fuente: Elaboración propia

Descripción del Producto			Proceso predecesor
Accesorios			
Medidas			
Cantidad		Unidad de medida	
Estante de almacenamiento			Proceso subsecuente
Tarjeta N°:			

Figura 5. Kanban de material

Fuente: Elaboración propia

Con la propuesta de mejora del Kanban se espera reducir el tiempo de elaboración de los trabajos planificados, con lo cual se logrará reducir el número de trabajos entregados fuera de plazo de 64 a 20, reduciendo la pérdida por penalidades de S/. 13,864.00 a S/. 4,824, así como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11

Reducción de la pérdida por incumplimiento de los plazos de entrega de los trabajos

DATOS DE PRODUCCIÓN - CON LA PM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
N° de trabajos planificados	172	174	118	143	131	159	170	147	102	107	126	133	1682
N° de trabajos realizados	161	165	109	132	124	151	161	139	95	96	119	123	1575
Trabajos entregados fuera de plazo	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	20
% de Eficiencia	93.6%	94.8%	92.4%	92.3%	94.7%	95.0%	94.7%	94.6%	93.1%	89.7%	94.4%	92.5%	93.5%
% de trabajos entregados fuera de plazo	1.2%	1.2%	0.9%	0.8%	1.6%	1.3%	1.2%	1.4%	2.1%	1.0%	0.8%	1.6%	1.3%
N° de trabajos no realizados	11.00	9.00	9.00	11.00	7.00	8.00	9.00	8.00	7.00	11.00	7.00	10.00	107.00
Pérdida por penalidad debido a trabajos no entregados a tiempo	S/. 352	S/. 297	S/. 65	S/. 148	S/. 532	S/. 692	S/. 376	S/. 602	S/. 582	S/. 279	S/. 338	S/. 562	S/. 4,824

Fuente: Elaboración propia

b) CR2 - Falta de stock de materiales

Para dar solución a esta causa raíz se propone aplicar el método de Máximos y mínimos para los materiales del almacén.

Método de Máximos y Mínimos para el almacén de materiales de la empresa

Sánchez S.A.C.

Para el desarrollo de este método se debe tener en cuenta las siguientes formulas:

Pp: Punto de pedido

Tr: Tiempo de reposición de inventario (en días)

Cp: Consumo medio diario

Cmx: Consumo máximo diario

Cmn: Consumo mínimo diario

Emx: Existencia máxima

Emn: Existencia mínima (Inventario de seguridad)

CP: Cantidad de pedido

E: Existencia actual

Las fórmulas matemáticas utilizadas en la técnica son:

- $Emn: Cmn * Tr$
- $Pp: (Cp * Tr) + Emn$
- $Emx: (Cmx * Tr) + Emn$
- $CP: Emx - E$

Ejemplo de aplicación de máximos y mínimos

Como ejemplo se trabajará con el material PERNOS

Tr: Tiempo de reposición de inventario (en días) = 2 días

Cp: Consumo medio diario = 25 und

Cmx: Consumo máximo diario = 50 und

Cmn: Consumo mínimo diario = 9 und

E: Existencia actual =40 unidades

Existencia mínima (Inventario de seguridad) = Emn = (9 und/día * 2 día) = 18 und

Existencia máxima = Emx = (50 und/día * 2 días) + 18 und = 118 und

Punto de pedido =Pp = (25 und/día * 2 días) + 18 und = 68 und

Cantidad de pedido = CP = (65- 150) = 78 und

Lo cual indica que el punto en el cual se debe emitir una solicitud interna de compra corresponda al punto en el cual el inventario de pernos alcance un mínimo de 68 und (lo cual corresponde a asegurar la satisfacción de la demanda durante 1 día que tarda en arribar el pedido + la cantidad de seguridad).

En cuanto a la cantidad de pedido esta debe recalcularse al alcanzar el Punto de pedido (Pp) teniendo en cuenta que puede variar dependiendo de las existencias en el almacén al momento de emitir la orden.

A continuación, en la tabla 12 se detalla los cálculos realizados para el resto de materiales.

Tabla 12

Máximos y Mínimos de los materiales de la empresa Sánchez S.A.C.

Material	Und	Cantidad anual	Tiempo de Reposición (Tr-Días)	Consumo Promedio (Cp-Diario)	Consumo Máximo (CM-Diario)	Consumo Mínimo (Cm-Diario)	Existencia Máxima (EM)	Existencia Mínima (Em)	Existencia Acutal E	Punto de Pedido (Pp)	Cantidad de Pedido	Indicador Comprar	OBSERVACIÓN
PERNOS	Und	1200	2	25	50	9	118	18	40	68	78	COMPRAR	En proceso de Compras
ANILLOS ACERO GALVANIZADO	Und	1020	1	7	11	6	15	6	23	13	-8		Existe stock
PERNO CE GALVANIZADO	Und	980	2	6	7	8	18	16	42	28	-24		Existe stock
BROCA	Und	443	2	5	11	4	30	8	17	18	13	COMPRAR	En proceso de Compras
ANILLOS ACERO GALVANIZADO	Und	425	1	5	9	2	11	2	37	7	-26		Existe stock
ELECTRODO	Und	400	2	5	12	3	30	6	42	16	-12		Existe stock
TORNILLO AUT	Und	396	1	5	8	7	15	7	41	12	-26		Existe stock
PERNOS D/ESPANSI	Und	300	1	5	13	7	20	7	17	12	3	COMPRAR	En proceso de Compras
ANILLOS PLANOS INOXIDABLES	Und	280	2	5	14	2	32	4	36	14	-4		Existe stock
PERNOS	Und	251	1	5	10	5	15	5	22	10	-7		Existe stock
PERFIL CANAL G	Und	250	1	5	13	4	17	4	20	9	-3		Existe stock
PERNOS	Und	250	1	5	10	2	12	2	21	7	-9		Existe stock
BROCA	Und	217	2	5	14	3	34	6	17	16	17	COMPRAR	En proceso de Compras
RODAMIENTOS	Und	200	2	6	10	5	30	10	31	22	-1		Existe stock
SOLDADURA	Und	200	2	4	7	8	30	16	36	24	-6		Existe stock
PERFIL ANG	Und	165	2	5	9	7	32	14	28	24	4	COMPRAR	En proceso de Compras
PERNOS COMPLETOS	Und	161	2	6	9	7	32	14	21	26	11	COMPRAR	En proceso de Compras

Fuente: Elaboración propia

Con la propuesta de mejora del método de Máximos y Mínimos se espera reducir el número de trabajos parados por falta de stock de 62 a 35 con lo cual se espera reducir el % de paradas por falta de stock de 4.16% a 2.35%, y a su vez se espera reducir la pérdida anual de S/ 41,142.67 a S/. 23,362.12, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13

Reducción de la pérdida por falta de stock

Meses	N° de trabajos defectuosos	N° de trabajos parados por falta de stock	% trabajos parados por falta de stock	N° de horas de paro	Pérdida
Enero	154	3	1.95%	10.00	S/2,188.44
Febrero	158	4	2.53%	7.43	S/1,625.70
Marzo	102	3	2.94%	5.40	S/1,181.76
Abril	125	2	1.60%	10.00	S/2,188.44
Mayo	117	2	1.71%	6.67	S/1,458.96
Junio	144	4	2.78%	6.86	S/1,500.64
Julio	154	4	2.60%	16.00	S/3,501.50
Agosto	132	3	2.27%	12.60	S/2,757.43
Setiembre	88	2	2.27%	7.50	S/1,641.33
Octubre	89	2	2.25%	6.00	S/1,313.06
Noviembre	112	3	2.68%	10.80	S/2,363.52
Diciembre	116	3	2.59%	7.50	S/1,641.33
Total	1491	35	2.35%	106.75	S/23,362.12

Fuente: Elaboración propia

a) CR3 - Falta de orden y limpieza

Para dar solución a esta causa raíz se plantea desarrollar la metodología de las 5S dentro del área de almacén.

Metodología 5s

• **Seiri (Clasificación)**

Consiste en la separación de todos los objetos no necesarios de los necesarios para la realización de alguna de las operaciones que son esenciales para continuar con su proceso dado.

Para establecer este punto, se empezará por aplicar la técnica del uso de las tarjetas rojas, las cuales serán puestas a aquellos elementos no necesarios y serán usados para denunciar lo innecesario.

Para facilitar la identificación de los materiales necesarios de los innecesarios se realizó el siguiente flujograma:

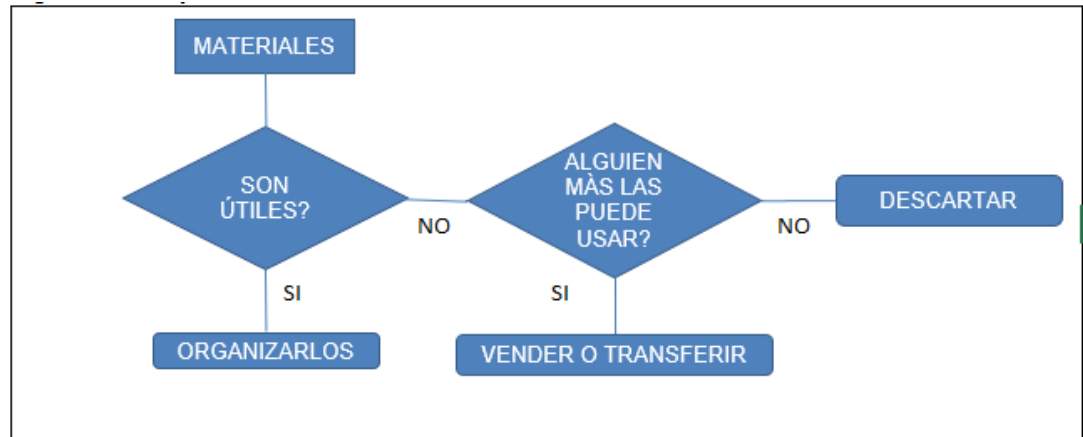


Figura 6. Flujo para identificación de materiales

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la figura 7 se muestra la tarjeta roja, la cual se debe usar para separar los materiales no necesarios en un proceso dado.

SÁNCHEZ S.A.C.	
TARJETA DE CLASIFICACIÓN	
RESOPONSABLE:	
AREA:	FECHA:
NOMBRE DEL ARTICULO:	
DESCRIPCIÓN:	
CANTIDAD:	
MOTIVO:	

Figura 7. Tarjeta roja

Fuente: Elaboración propia

La tarjeta amarilla, de acuerdo al flujo realizado, responde a la pregunta ¿Alguien más lo puede usar?, de ser así, se aplica esta tarjeta.

SÁNCHEZ S.A.C.	
TARJETA AMARILLA	
RESOPONSABLE:	
AREA:	FECHA:
NOMBRE DEL ARTICULO:	
DESCRIPCIÓN:	
CANTIDAD:	
MOTIVO:	

Figura 8. Tarjeta amarilla.

Fuente: Elaboración propia

• Seiton (Organización)

Después de la implementación de Seiri (Clasificación) se debe proceder con el siguiente paso de la metodología de las 5s.

Mediante la aplicación de esta etapa, se mejora la organización del espacio dentro del área de producción para la fácil ubicación y acceso de los materiales.

Para mantener una buena organización dentro del almacén de la empresa Sánchez S.A.C, se realiza la estandarización.

Esto se logra de acuerdo a la frecuencia de uso de cada material presente dentro de cada proceso dado, y se plantea una acción predeterminada a cada frecuencia de uso, el cual facilita a los operarios a determinar la ubicación para los elementos realmente necesarios. Es por ello que a continuación se presenta la clasificación ABC para que tengan en cuenta que las familias con Clasificación A, son las que más salidas tienen y deben estar más cerca de la puerta de acceso.

Tabla 14

Clasificación ABC por familias

Familia	Consumo Anual de unidades	Valor de consumo (%)	Valor de consumo acum. (%)	Clasificación
PERNOS	5818	43.2855%	43%	A
PINTURAS	761	5.6618%	49%	A
PLANCHAS	722	5.3716%	54%	A
PERFILES	794	5.9073%	60%	A
SOLDADURA	755	5.6171%	66%	A
ACERO	668	4.9699%	71%	A
BROCAS	674	5.0145%	76%	A
TUBO	569	4.2333%	80%	A
REPUESTOS	553	4.1143%	84%	B
LIIJA	313	2.3287%	87%	B
PLATINA	262	1.9493%	88%	B
PIÑON	240	1.7856%	90%	B
VARILLAS	218	1.6219%	92%	B
ANGULOS	200	1.4880%	93%	B
RODAMIENTOS	200	1.4880%	95%	B
SOPORTES	195	1.4508%	96%	C
BROCA	188	1.3987%	98%	C
REDUCTORES	102	0.7589%	98%	C
POLEAS	68	0.5059%	99%	C
BRONCE	45	0.3348%	99%	C
HIERRO	44	0.3274%	100%	C
CABLES	31	0.2306%	100%	C
MALLAS	21	0.1562%	100%	C
TOTAL	13441			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Cuadro de acción para la frecuencia de uso

FRECUENCIA DE USO	ACCIÓN
Podría usarse	Colocar etiqueta amarilla
Muchas veces por día	Colocar cerca del proceso
Algunas veces por día	Colocar cerca del usuario
Varias veces por semana	Colocar cerca del area de trabajo
Algunas veces por cada mes	Colocar en areas comunes
Algunas veces al año	Guardar en almacen

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, la señalización es otro paso para la mejora de la organización, pues el simple hecho de delimitar con líneas los pasillos y la ubicación correspondiente para cada familia, hacen que el área tenga completamente una excelente visualización con fácil ubicación.

• Seiso (Limpieza)

Para generar un hábito de limpieza en el almacén, se debe concientizar a todo el personal por igual, debe haber un compromiso por mantener las áreas limpias, de realizar limpieza de manera constante para evitar el polvo y la suciedad que no solo perjudica al personal sino también a los materiales y repuestos.

A continuación, se presenta el cronograma de limpieza, como una alternativa para analizar el cumplimiento semanal de las actividades de limpieza dentro del almacén y la empresa.

ENCARGADO:		CRONOGRAMA DE LIMPIEZA	
SÁNCHEZ S.A.C.			
MES:	LABOR O TAREA	EJECUTADO	NOTAS U OBSERVACIONES
SEMANAS	Limpieza del almacén		
	Limpieza de áreas de procesos en producción		
Semana 1,2,3,4	Desalojo de basura de tachos		
	Barrido de pisos		
	Desalojo de basura de tachos		

Figura 9. Cronograma de limpieza

Fuente: Elaboración propia

• Seiketsu (Estandarizar)

Para la estandarización se establecen responsables encargados de verificar el cumplimiento de lo establecido anteriormente.

Se debe realizar un seguimiento a todas las actividades correspondientes con la metodología y se debe tener claro si se cumple o no con lo establecido.

Para ello se propone un formato en la figura 9, donde se podría establecer encargados de inspeccionar ciertas áreas y actividades presentes.

SÁMCHÉZ S.A.C.		SEGUIMIENTO E INSPECCIÓN		
ÁREA:		FECHA DE INICIO:		
NOMBRE DEL ENCARGADO	ACTIVIDAD A SEGUIR O ZONA A INSPECCIONAR	DÍA		HORA

Figura 10. Formato de seguimiento e inspección

Fuente: Elaboración propia

• Shitsuke (Disciplina)

Para lograr toda la implementación de la metodología en la empresa Sánchez S.A.C, se requiere mucho compromiso y disciplina, es por ello que se debe hacer un cambio para tener una mejora continua constante.

Se requiere responsabilidad para hacer de esto algo constante, al denominar encargados de seguir el proceso, es por ello que a continuación en la tabla 15 se muestra un Check List para que hagan un seguimiento y evaluación del cumplimiento de las 5s.

Tabla 16
Checklist 5S

CATEGORIA	CHECKLIST 5S' ITEM	malo				bueno
		1	2	3	4	5
Seiri (Clasificar)	¿El material encontrado está en orden?					
	¿Hay objetos o materiales innecesarios?					
	¿Todos los materiales se encuentran organizados?					
Seiton (Ordenar)	¿Se logra identificar fácilmente los materiales?					
	¿Todos los objetos necesarios tienen fácil acceso?					
	¿Se almacena correctamente los materiales?					
	¿Existen herramientas o dispositivos en mal estado?					
Seiso (Limpiar)	¿Las paredes o equipos en general necesitan limpieza?					
	¿Se usan los materiales de limpieza de forma correcta?					
	¿Existe presencia de humedad en las áreas?					
Seiketsu (Estandarizar)	¿Se aplican las 3 primeras "S"?					
	¿Se percibe el orden?					
	¿Se cumple con lo establecido?					
	¿Se aplican las 4 primeras "S"?					
Shitsuke (Disciplina)	¿Los trabajadores están correctamente uniformados?					
	¿El área está libre de obstrucciones que impidan el paso?					
	¿Todas las actividades definidas tienen seguimientos definidos?					

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo de las 5s se hará necesario realizar la una inversión de S/.8,070,00, así como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17
Inversión para las 5S

INVERSIÓN PARA LAS 5S									
Ítem	Costo unitario		Unidades requeridas		Costo total		Vida util	Depreciación mensual	
Pintura para demarcación	S/	45.00	S/	3.00	S/	135.00			
Extintor	S/	350.00	S/	1.00	S/	350.00	5.00	S/	5.83
Material informativo	S/	15.00	S/	3.00	S/	45.00			
Letreros y señalización	S/	15.00	S/	5.00	S/	75.00			
Escobas	S/	3.00	S/	3.00	S/	9.00			
Recogedores	S/	3.00	S/	2.00	S/	6.00			
Andamios grandes	S/	1,800.00	S/	4.00	S/	7,200.00	10.00	S/	120.00
Contenedores de basura	S/	250.00	S/	1.00	S/	250.00	5.00	S/	4.17
Total					S/. 8,070.00			S/	130.00

Fuente. Elaboración propia

Con la propuesta mejora de las 5S se espera reducir el % de ítems deteriorados de 4.20% a 2.52% asimismo la pérdida anual por los ítems defectuosos se redujo de S/. 13,031.00 a S/. 7,818.60, así como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18
Reducción de la pérdida por falta de orden y limpieza

ITEM	2021	CON LA MEJORA
N° de ítems defectuosos por falta de orden y limpieza	528	317
N° de ítems del almacén en el año	12560	12560
Pérdida	S/13,031.00	S/7,818.60
% de ítems defectuosos	4.20%	2.52%

Fuente: Elaboración propia

b) CR4 - Falta de mantenimiento de los equipos de producción

Para dar solución a esta causa raíz se procedió a realizar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción como parte de uno de los principios del TPM.

Para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo se tendrá que determinar a qué equipos es necesario realizar el plan de mantenimiento preventivo es por ello que se procedió a realizar un análisis de criticidad de los equipos de producción de la empresa Sánchez S.A.C.

1) Análisis de criticidad de los equipos

Para determinar a qué equipo se les va a realizar el plan de mantenimiento preventivo se tuvo que realizar un análisis de criticidad de los equipos.

Al realizar este análisis de criticidad se tuvo en cuenta los siguientes factores:

A. Factor de velocidad de manifestación de la falla

Período P-F (Potencial failure – Funcional failure): es el tiempo que puede transcurrir entre el momento en que se detecta una falla potencial y el momento en que esta se transforma en falla funcional.

B. Factor de seguridad del personal y del ambiente

El foco es evaluar las consecuencias que la falla podría ocasionar sobre las personas y su impacto sobre el ambiente.

C. Factor de costos de parada de producción

Permite establecer criterios para la categorización de los equipamientos conforme a las consecuencias sobre el proceso de producción y satisfacción de la demanda.

D. Factor de costos de reparación

Permite determinar criterios de clasificación de las fallas de acuerdo con los costos directos de reparación.

Cabe mencionar que estos factores tienen un determinado peso, el cual se muestra a continuación:

- Velocidad de manifestación de falla: 30%
- Seguridad del Personal y Ambiente: 10%
- Costos de la parada de producción: 30%
- Costos de Reparación: 30%

Luego de sumar todos los factores por equipo se procede a determinar la criticidad en base a los siguientes criterios:

- Crítico: Si obtiene un puntaje mayor a 80.
- Semi crítico: Si obtiene un puntaje entre 50 y 80.
- No crítico: Si obtiene un puntaje menor a 50.

En la tabla 19 se muestra el análisis de criticidad desarrollado en los equipos de producción:

Asimismo, en la tabla 20, se muestra que luego del análisis de criticidad se obtuvo que de los 12 equipos con los que cuenta la empresa sólo 3 son no críticos, 1 semi-críticos y 8 son críticos.

Tabla 19

Análisis de criticidad de los equipos de producción

NOMBRE DEL EQUIPO	VELOCIDAD				SEGURIDAD				COSTO DE PARADA			COSTO DE REPARACIÓN		
	Muy corto, no da tiempo para detener la máquina.	Corto, es posible detener la máquina.	Suficiente, es posible programar la intervención.	Sin consecuencias	Efecto temporal sobre personas, no afecta el ambiente	Efecto temporal sobre las personas y ambiente.	Efecto irreversible sobre las personas	Efecto irreversible sobre las personas y ambiente	No implica demora en la entrega	Implica demora de corto tiempo en la entrega	Implica demora y pérdida de clientes	Clasificación A: RELATIVAMENTE BAJO	Clasificación B: MEDIANO	Clasificación C: ELEVADO
TORNO PARALELO 1	1				1						1			1
TORNO REVOLVER 1	1				1						1			1
TORNO REVOLVER 2	1				1						1			1
DOBLADORA		1			1						1	1		
FRESADORA 1	1				1						1			1
TALADRO RADIAL		1			1						1	1		
ÉSMERIL DE BANCO 1		1			1						1	1		
MÁQUINA DE SOLDAR 1	1				1						1			1
MÁQUINA DE SOLDAR 2	1				1						1			1
MANDRINADORA	1				1						1			1
CORTADORA	1				1						1			1
PRENSA HIDRÁULICA		1			1						1	1		
Factores	1	0.5	0.2	0.2	0.4	0.6	0.9	1	0.1	0.3	1	0	1	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Resultados del análisis de criticidad de los equipos de producción

Resultado de Criticidad		
TORNO PARALELO 1	94	CRITICO
TORNO REVOLVER 1	94	CRITICO
TORNO REVOLVER 2	94	CRITICO
DOBLADORA	64	Semi-crítico
FRESADORA 1	94	CRITICO
TALADRO RADIAL	49	No crítico
ÉSMERIL DE BANCO 1	49	No crítico
MÁQUINA DE SOLDAR 1	94	CRITICO
MÁQUINA DE SOLDAR 2	94	CRITICO
MANDRINADORA	94	CRITICO
CORTADORA	94	CRITICO
PRENSA HIDRÁULICA	49	No crítico

Fuente: Elaboración propia

2) Elaboración de un programa de Mantenimiento Preventivo

A continuación, se procedió a realizar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos Críticos.

Este programa de mantenimiento preventivo fue realizado teniendo en cuenta las recomendaciones de los proveedores y el mecánico de la empresa.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA SÁNCHEZ S.A.C.																	
MAQUINA / EQUIPO	DESCRIPCION	FRECUENCIA	2020												N° OT		
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC			
TORNOS PARALELO Y REVOLVER	Lubricación de ruedas de cambio	semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	48
	Lubricación de motores	trimestral															4
	Cambio de aceite	trimestral					■										4
	Limpieza de filtros de lubricación	trimestral												■			4
	Revisión parte mecánica	trimestral															4
	Revisión parte eléctrica	trimestral					■										4
	Revisión general	anual								■							1
FRESADORA	Lubricar tornillos de traslación de mesas	semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	48
	Lubricar caja transmisora de cardán	mensual															12
	Cambio de aceite	trimestral															4
	Aplicar grasa a los cojinetes del motor	trimestral															4
	Revisión parte mecánica	trimestral															4
	Revisión parte eléctrica	trimestral															4
	Revisión general	anual															1
MÁQUINA DESOLDAR	Limpieza y revisión de estructura	Semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	48
	Revisión parte mecánica	trimestral															4
	Revisión parte eléctrica	trimestral															4
	Revisión general	anual															1
MANDRINADORA	Lubricación de rodamientos	semestral															2
	Lubricación de pivote de puerta	semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	48
	Lubricación de motor	trimestral															4
	Cambio de aceite	trimestral															4
	Limpieza de filtros de lubricación	trimestral															4
	Revisión parte mecánica	trimestral															4
	Revisión parte eléctrica	trimestral															4
	Revisión general	anual															1

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA SÁNCHEZ S.A.C.																	
MAQUINA / EQUIPO	DESCRIPCION	FRECUENCIA	2020												N° OT		
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC			
CORTADORA	Limpieza del equipo	semanal	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	48
	Cambio de aceite	cada 3000 horas						█									1
	Aplicar grasa a los cojinetes del motor	cada 3000 horas						█									1
	Revisión parte mecánica	trimestral	█			█					█			█			4
	Revisión parte eléctrica	trimestral	█			█					█			█			4
	Revisión general	anual							█								1
REVISABLE CADA 3 MESES																333	

Figura 11. Plan de mantenimiento propuesto para los equipos de producción

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Equipos y herramientas para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo

EQUIPOS	COSTO	CANTIDAD	TOTAL
Vibrómetro	S/. 1,500.00	S/. 1.00	S/. 1,500.00
Termógrafo	S/. 1,200.00	S/. 1.00	S/. 1,200.00
Viscosímetro	S/. 500.00	S/. 1.00	S/. 500.00
Laptop	S/. 1,500.00	1	S/. 1,500.00
Andamio para herramientas	S/. 1,200.00	1	S/. 1,200.00
Banco de trabajo de metal	S/. 800.00	1	S/. 800.00
Tornillo de Banco	S/. 450.00	1	S/. 450.00
Juego de llaves STANLEY	S/. 250.00	2	S/. 500.00
Set de herramientas eléctricas	S/. 350.00	3	S/. 1,050.00
TOTAL			S/. 8,700.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21, se describe los equipos y herramientas que serán necesarios para el desarrollo óptimo y adecuado del plan de mantenimiento preventivo propuesto, se consideró necesario una inversión de S/.8,700.00.

Adicional a ello, con el plan de mantenimiento propuesto se espera incrementar la disponibilidad inicial de los equipos de 87.4% a 91.2%, con lo cual se redujo la pérdida anual de S/.83,808.00 a S/.29,286.00, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 22

Reducción de la pérdida por falta de mantenimiento preventivo.

CON EL PLAN DE MANTENIMIENTO								
DESCRIPCIÓN	N° PARADAS	TTR	TTF	TIEMP O DISP.	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	PÉRDIDA ANUAL
TORNO PARALELO 1	50	196	2300	2496	3.89	46	92.1%	S/. 4,352
TORNO REVOLVER 1	67	287	2209	2496	4.32	33	88.5%	S/. 6,373
TORNO REVOLVER 2	47	301	2195	2496	6.42	47	87.9%	S/. 6,684
DOBLADORA	14	53	2444	2496	3.75	175	97.9%	S/. 1,166
FRESADORA 1	47	272	2224	2496	5.81	47	89.1%	S/. 6,047
TALADRO RADIAL	55	210	2286	2496	3.80	41	91.6%	S/. 4,663
ÉSMERIL DE BANCO 1	58	161	2335	2496	2.77	40	93.5%	S/. 3,575
MÁQUINA DE SOLDAR 1	64	175	2321	2496	2.72	36	93.0%	S/. 3,886
MÁQUINA DE SOLDAR 2	64	196	2300	2496	3.04	36	92.1%	S/. 4,352
MANDRINADORA	49	284	2213	2496	5.79	45	88.6%	S/. 6,296
CORTADORA	42	266	2230	2496	6.33	53	89.3%	S/. 5,907
PRESA HIDRÁULICA	60	242	2255	2496	4.06	38	90.3%	S/. 5,363
Total	617	2642	27310	2496	4.66	65	91.2%	S/. 29,286

Fuente: Elaboración propia

c) CR5 - Falta de capacitación al área de la producción

Para dar solución a esta causa raíz se procedió a elaborar un plan de capacitación para los operarios de producción con la finalidad de mejorar sus habilidades y aptitudes en el desarrollo de sus labores y con ello reducir el % de trabajos defectuosos.

A continuación, se presenta el cronograma de capacitaciones propuesto:

Plan capacitación para el área de producción de la empresa Sanchez S.A.C.

Este plan de capacitación se desarrollado con el objetivo de mejorar el nivel de la productividad de la empresa Sánchez S.A.C.

La empresa Sánchez S.A.C., ubicada en la ciudad de Trujillo se dedica la fabricación de piezas de metalmecánica. A la gerencia de la empresa se le expuso la propuesta del pan de capacitación y fue esta quien tomó la decisión de que la capacitación sea brindada a el personal de producción según el plan elaborado.

La formación es de vital importancia porque permite emplear estrategias educativas de forma organizada. Esto permite a los trabajadores desarrollar nuevas destrezas y conocimientos en relación con sus tareas de trabajo, y también cambiará sus conductas en relación a la forma en que se desempeñan en beneficio tanto de la empresa. Este plan es considerado como la opción más ideal para desarrollar en el área de producción de la empresa, ya que conlleva a alcanzar la incorporación del personal, la mejora y mantenimiento de su crecimiento profesional y personal, generando que realicen eficientemente las tareas u operaciones que se les asignen.

Las capacitaciones son un aspecto esencial con el que debe contar un trabajador para ejecutar de forma correcta y eficiente sus actividades y, al mismo tiempo, buscar la mejora de la productividad.

Justificación

Dado que la forma en la que se realizan las operaciones es la razón principal por la que se determina la calidad de la producción de la empresa, la correcta ejecución de las actividades repercute en toda la organización. Dado que el comportamiento y el rendimiento de los colaboradores repercuten directamente en la calidad de los productos elaborados en la metalmecánica, es por ello que se debe dar prioridad al personal de la empresa.

Dado que todos trabajarán para el mismo fin, el éxito y el cumplimiento de los objetivos de la empresa se lograrán si los colaboradores están motivados, en un ambiente de trabajo positivo y con compañeros colaborativos. También son muy importantes los conocimientos y destrezas del personal en relación con la función que realizan. Esto es especialmente cierto en los trabajadores del área de producción, ya que las calidades de los productos elaborados se verán directamente afectados dependiendo del grado de conocimientos y habilidades.

La mayoría de empresa metalmecánicas en el Perú, no dan prioridad a la formación de su capital humano, ni en lo que se refiere a cómo mantener a sus empleados comprometidos ni a cómo garantizar que conozcan las responsabilidades que implica su puesto de trabajo. Si se le diera mayor importancia a la formación, sería posible impartir nueva información a la al personal, así como el desarrollo de nuevas aptitudes. Además, los trabajadores compartirían la formación entre ellos en cualquier área a la que perteneciera; de esta manera, sería posible obtener un mayor reconocimiento de acuerdo con las contribuciones del personal para la productividad, para los puestos y los beneficios para poder ser más competitivos en el rubro.

De acuerdo a lo expuesto, la mejor decisión es proporcionar a los empleados una formación centrada en el elemento principal de modificar o mejorar los comportamientos y actitudes del personal dentro de la empresa, con el objetivo de mejorar la productividad y el rendimiento laboral.

Es por ello, que se propone la implementación de un plan de capacitación con la intención de mejorar la productividad y reducir los trabajos defectuosos de la empresa metalmecánica Sánchez SAC.

Objetivos

- **General:**

El objetivo de esta formación es dotar al personal del área de producción de los conocimientos y recursos necesarios para optimizar y mejorar el desarrollo de sus actividades y por ende la productividad de Sánchez SAC.

- **Específicos**

- Orientar e informar sobre la empresa, sus operaciones, reglas y normas, así como sobre la propia organización.

- Mantener las habilidades del personal en constante mejora y adquirir nuevas habilidades necesarias para mejorar la productividad de la empresa.

- Integrar con éxito al personal de producción y hacer que trabajen juntos.

Meta

Formar al 100% de los trabajadores del área de producción de la empresa Sánchez SAC, tanto operarios como personal administrativo.

Estrategias

Las estrategias que se aplicarán durante el plan de capacitación son las siguientes:

- La presentación de información diversas técnicas para la mejora de la productividad del área.
- Realización de casos prácticos de sus operaciones habituales.
- Talleres interactivos para la integración del personal y mayor entendimiento de la teoría.
- Debate sobre el material tratado en la formación.

Temario

- Planificación y control de la producción

Competencias

Desarrollar la capacidad de plantear, elaborar, aplicar, administrar y mejorar sistemas integrados de abastecimiento de los materiales requeridos para la producción.

Contenido temático

- Planificación agregada y programación de la producción
- Planificación de necesidades de materiales (MRP)
- Filosofía de producción Justo a Tiempo (JIT)
- Programación temporal de proyectos (PERT/CPM)
- Control de la función de producción
- Gestión de mantenimiento de los equipos industriales

Competencias

Poder identificar fallas en los equipos y lograr realizar un mantenimiento básico de estos.

Contenido temático

- Definición de la gestión de mantenimiento de los equipos industriales
- Los tipos de mantenimiento dentro de la gestión de mantenimiento de los equipos industriales
- Importancia y beneficios de la gestión de mantenimiento
- La mejora de la gestión de mantenimiento de los equipos industriales
- Metodología 5s

Competencias

Se logra un mayor nivel de orden y limpieza del área, una disminución de los gastos tanto de tiempo como de energía y, por último, una mejora de las condiciones de trabajo y de la moral de los trabajadores.

Contenido temático

- Definición de la metodología 5s
- Aplicación de Seiri – clasificación
- Aplicación de Seiton – orden
- Aplicación de Seiso – limpieza
- Aplicación de Seiketsu – estandarización
- Aplicación de Shitsuke - disciplina
- Indicadores de la producción

Competencias

Se desarrolla el análisis y control de indicadores del rendimiento de la empresa y sus equipos, contrastándolos con un conjunto de objetivos o resultados esperados en un período de tiempo específico.

Contenido temático

- Introducción a los indicadores de la producción
- Implementación de indicadores en la producción
- Tipo de indicadores en la producción
- Evaluación y seguimiento de los indicadores de la producción
- Resolución de casos prácticos

Recursos

- Capital humano: Estará conformado el personal del área de producción y ponentes de una empresa de asesorías especializadas la mejora de la productividad para empresas del rubro.
- Materiales:
 - Infraestructura: Todas las actividades del plan deben realizarse en un lugar propicio para el aprendizaje, el cual es la sala de reuniones de Sánchez SAC.

- Enseres, equipos y demás: escritorio, mesas, sillas, proyector, bolígrafos, lápices, gomas de borrar, papel y carpetas.
- Certificación: Certificación que se otorga a quienes han completado con éxito el plan de formación.

Presupuesto

El costo del plan de capacitación será cubierto en su totalidad por la empresa Sánchez SAC, es por ello que se realizó el presupuesto de la propuesta. Para elaborar el presupuesto, se ha realizado un examen exhaustivo de los gastos que implica su implementación. El desglose de los costes puede verse en la tabla 23.

Tabla 23

Presupuesto de capacitación

PRESUPUESTO DE CAPACITACIÓN				
Detalle	Cantidad	UM	Costo Unitario	Costo Total
Charlas de capacitación	16	hrs	S/ 625.00	S/ 10,000.00

Cronograma

Tabla 24

Cronograma de capacitación

N°	TEMA DE CAPACITACIÓN	CRONOGRAMA				HORAS	COSTO
		Ene	Mar	Jun	Sep		
1	Planificación y control de la producción	X				4	S/. 2,500
2	Gestión del Mantenimiento de los equipos industriales		X			4	S/. 2,500
3	Metodología de las 5S			X		4	S/. 2,500
4	Indicadores de producción				X	4	S/. 2,500
	TOTAL					16	S/. 10,000.00

El cronograma presentado en la tabla 26, consta de 4 capacitaciones de 4 horas cada una y tendrán un costo total para la empresa Sánchez S.A.C. de S/.10,000,00. Con el plan de capacitación se espera reducir el % de trabajos defectuosos de 4% a 1.7%, con lo cual se logra reducir la pérdida anual de S/.9,540.00 a S/.4,500.00, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 25

Reducción de la pérdida por trabajos defectuosos

Meses	N° de trabajos realizados	N° de trabajos defectuosos	% de trabajos defectuosos	Costo por retrabajos
Enero	154	2	1.3%	S/360.00
Febrero	158	2	1.3%	S/360.00
Marzo	102	2	2.0%	S/360.00
Abril	125	2	1.6%	S/360.00
Mayo	117	2	1.7%	S/360.00
Junio	144	2	1.4%	S/360.00
Julio	154	2	1.3%	S/360.00
Agosto	132	2	1.5%	S/360.00
Setiembre	88	3	3.4%	S/540.00
Octubre	89	2	2.2%	S/360.00
Noviembre	112	2	1.8%	S/360.00
Diciembre	116	2	1.7%	S/360.00
Total	1491	25	1.7%	S/4,500.00

Fuente: Elaboración propia

2.6. Efecto en la productividad luego del desarrollo de las propuestas de mejora en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C.

Adicional a ello estos beneficios lograron incrementar la productividad de la empresa Sánchez S.A.C. la cual fue medida en número de trabajos realizados por operario de 149 a 158, así como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26

Incremento de la productividad

PRODUCTIVIDAD	ANTES DE LA MEJORA	CON LA MEJORA
N° de trabajos realizados	1491	1575
N° de operarios	10	10
Productividad (n° trabajos realizados por operario)	149	158

Fuente: Elaboración propia

2.7. Evaluación Económica de la propuesta de mejora

a) Inversión para la propuesta de mejora

Para el desarrollo de las propuestas de mejora en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C, es necesario realizar la inversión que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 26

Inversión de la propuesta de mejora

INVERSIÓN PARA LAS MEJORAS						
Inversión Kanban y Máximos y Mínimos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida Útil (años)	Depreciación anual
Impresiones de tarjetas Kanban	Und	1000	S/. 0.10	S/. 100.00		
Impresora	Und	1	S/. 550.00	S/. 550.00	5	S/. 110.00
Papel	Millar	2	S/. 10.00	S/. 20.00		
			Total	S/. 650.00		S/. 110.00
Inversión para el plan de mantenimiento preventivo	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida Útil	Depreciación anual
Vibrómetro	Und	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00	5	S/. 300.00
Termógrafo	Und	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	5	S/. 240.00
Viscosímetro	Und	1	S/. 500.00	S/. 500.00	5	S/. 100.00
Laptop	Und	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00	5	S/. 300.00

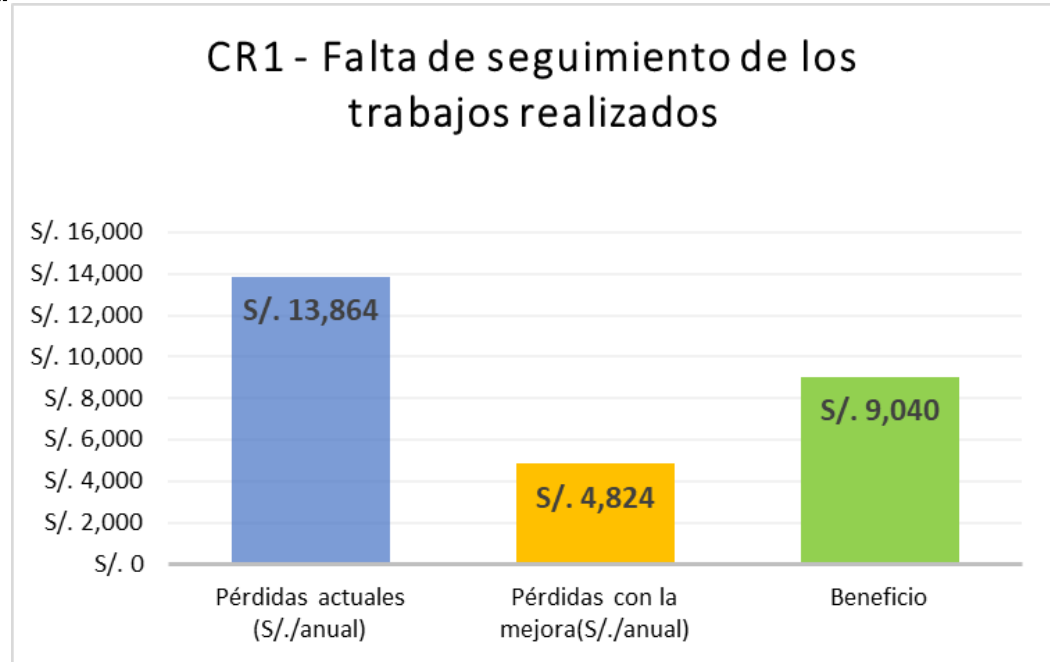


Figura 12. Perdida actual y con la mejora de la CR1

Fuente: Elaboración propia

- Con la propuesta de mejora del método de Máximos y Mínimos se espera reducir el número de despachos no atendidos por falta de stock de 62 a 35 con lo cual se logra reducir el % de paradas por falta de stock de 4.16% a 2.35%, y a su vez se redujo la pérdida anual de S/ 41,142.67 a S/ 23,362.12, así como se muestra en la figura 13.

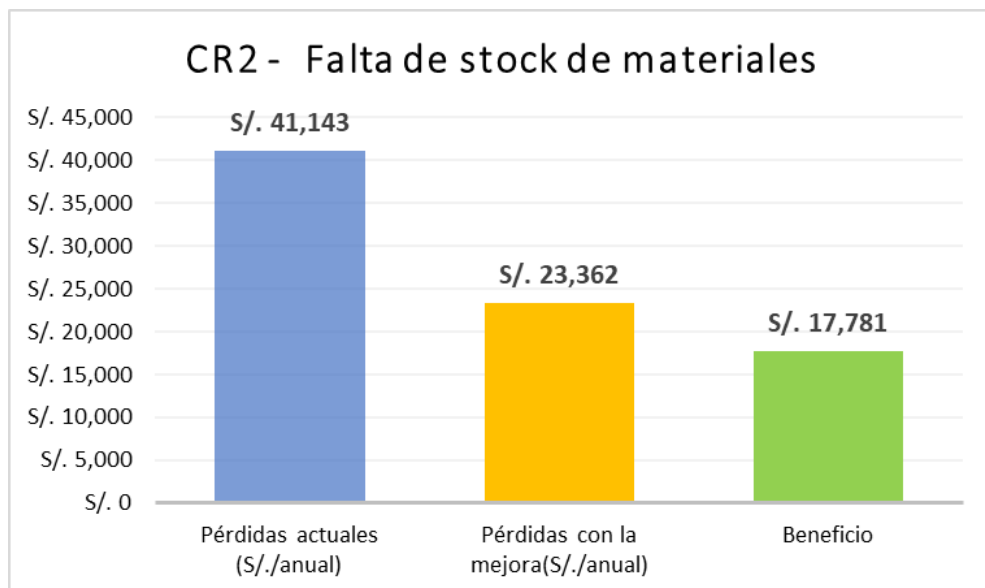


Figura 13. Perdida actual y con la mejora de la CR2

Fuente: Elaboración propia

3. Con la propuesta mejora de las 5S se redujo el % de ítems deteriorados de 4.20% a 2.52% asimismo la pérdida anual por los ítems defectuosos se redujo de S/. 13,031.00 a S/. 7,818.60, así como se muestra en la figura 14.

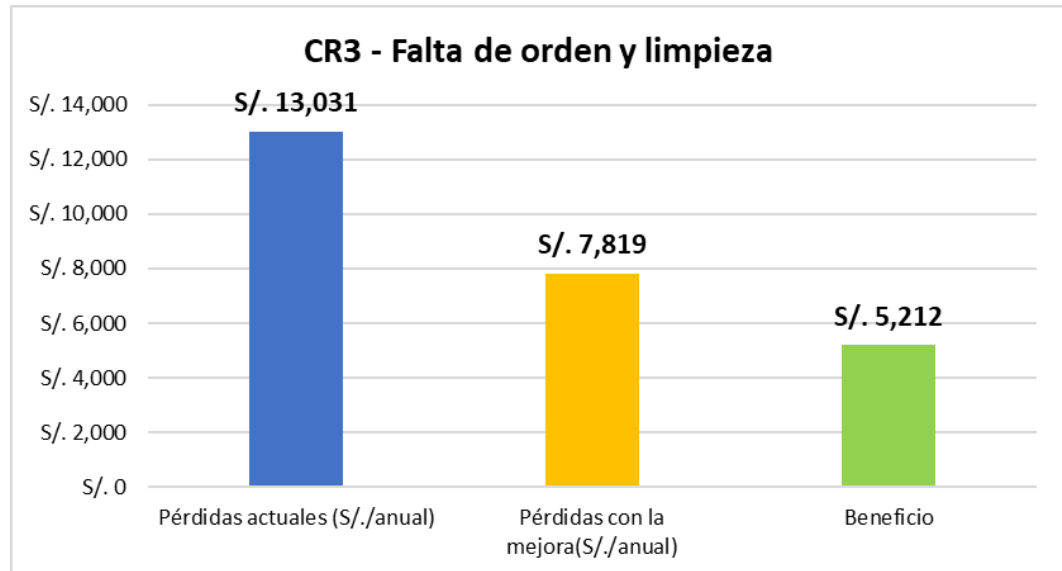


Figura 14. Perdida actual y con la mejora de la CR3

Fuente: Elaboración propia

4. Con el plan de mantenimiento propuesto se espera incrementar la disponibilidad inicial de los equipos de 87.4% a 91.2%, con lo cual se redujo la pérdida anual de S/.83,808.00 a S/.29,286.00, así como se muestra en la figura 15.

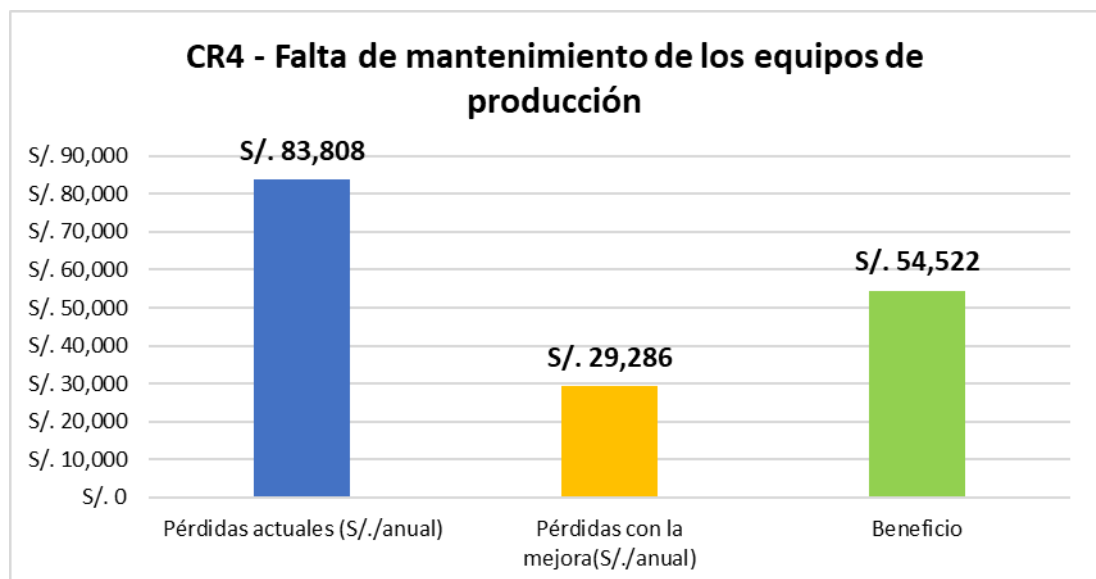


Figura 15. Perdida actual y con la mejora de la CR4

Fuente: Elaboración propia

5. Con las capacitaciones propuestas se espera reducir el % de trabajos defectuosos de 4% a 1.7%, con lo cual se logra reducir la pérdida anual de S/.9,540.00 a S/.4,500.00, así como se muestra en la figura 16.

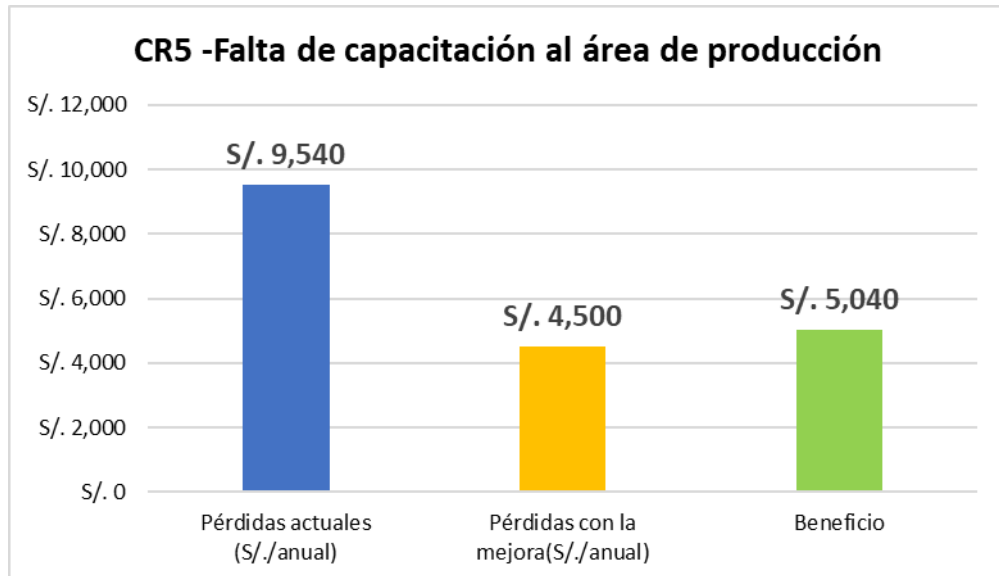


Figura 16. Perdida actual y con la mejora de la CR5

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el resumen de los beneficios obtenidos por las propuestas de mejora

Tabla 28

Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año

CR	DESCRIPCIÓN	AHORRO ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
CR1	Falta de seguimiento de los trabajos realizados	S/. 9,040	S/. 827	S/. 641	S/. 622	S/. 752	S/. 702	S/. 703	S/. 889	S/. 864	S/. 661	S/. 693	S/. 867	S/. 818	S/. 9,040
CR2	Falta de stock de materiales	S/. 17,781	S/. 1,627	S/. 1,261	S/. 1,224	S/. 1,479	S/. 1,381	S/. 1,383	S/. 1,749	S/. 1,700	S/. 1,300	S/. 1,362	S/. 1,705	S/. 1,609	S/. 17,781
CR3	Falta de orden y limpieza	S/. 5,212	S/. 477	S/. 370	S/. 359	S/. 433	S/. 405	S/. 406	S/. 513	S/. 498	S/. 381	S/. 399	S/. 500	S/. 472	S/. 5,212
CR4	Falta de mantenimiento de los equipos de producción	S/. 54,522	S/. 4,990	S/. 3,866	S/. 3,752	S/. 4,534	S/. 4,236	S/. 4,242	S/. 5,362	S/. 5,213	S/. 3,986	S/. 4,178	S/. 5,228	S/. 4,934	S/. 54,522
CR5	Falta de capacitación al área de producción	S/. 5,040	S/. 461	S/. 357	S/. 347	S/. 419	S/. 392	S/. 392	S/. 496	S/. 482	S/. 369	S/. 386	S/. 483	S/. 456	S/. 5,040
INGRESO TOTAL		S/. 91,594	S/. 8,383	S/. 6,495	S/. 6,303	S/. 7,616	S/. 7,116	S/. 7,127	S/. 9,009	S/. 8,758	S/. 6,697	S/. 7,018	S/. 8,783	S/. 8,289	S/. 91,594

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realizó una evaluación económica con un periodo de tiempo de 2 años.

c) Estado de resultados

Inversión total: S/. 28,265.

Costo de oportunidad anual: 18% anual

Tabla 29

Estado de resultados anual

Anual	0	1	2
Ingresos		S/. 91,594	S/. 91,594
Costos Operativos		S/. 50,377	S/. 50,377
Depreciación		S/. 1,210	S/. 1,210
Interés financiamiento		S/. 0	S/. 0
Utilidad bruta		S/. 40,007	S/. 40,007
Gav		S/. 5,496	S/. 5,496
Utilidad antes de impuestos		S/. 34,512	S/. 34,512
Impuesto a la renta		S/. 10,181	S/. 10,181
Utilidad después de impuestos		S/. 24,331	S/. 24,331

Fuente: Elaboración propia

d) Flujo de caja

Tabla 30

Flujo de caja anual

Anual	0	1	2
Utilidad después de impuestos		S/. 24,331	S/. 24,331
Depreciación		S/. 1,210	S/. 1,210
Flujo neto de efectivo	-S/. 28,265	S/. 25,541	S/. 25,541

Fuente: Elaboración propia

e) Cálculo del TIR/VAN

Tabla 31

Indicadores económicos

Anual	0	1	2
Flujo neto Efectivo	-S/. 28,265	S/. 25,541	S/. 25,541
Ingresos totales		S/. 91,594	S/. 91,594
Egresos totales		S/. 66,054	S/. 66,054
VAN ingresos	S/. 143,404		
VAN egresos	S/. 103,416		
PAYBACK	16.96	meses	
VAN	S/. 11,723		
TIR	50.4%	> COK	18% ANUAL
B/C	1.39		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 30, se hizo una evaluación económica de 2 años de horizonte de tiempo. Los resultados de la evaluación económica son:

- Un VAN positivo de S/. 11,723.00.
- Un TIR de 50.4% mayor al costo de oportunidad anual de la empresa de 18% anual.
- Un B/C de 1.39, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 0.39.
- Un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 16.96 meses.

Por lo antes mencionado se concluye que la presente investigación es RENTABLE.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Resultado del objetivo general

Tabla 32

Incremento de la productividad

PRODUCTIVIDAD	ANTES DE LA MEJORA	CON LA MEJORA	INCREMENTO
N° de trabajos realizados	1491	1575	
N° de operarios	10	10	
Productividad (n° trabajos realizados por operario)	149	158	5.6%

Fuente: Elaboración propia

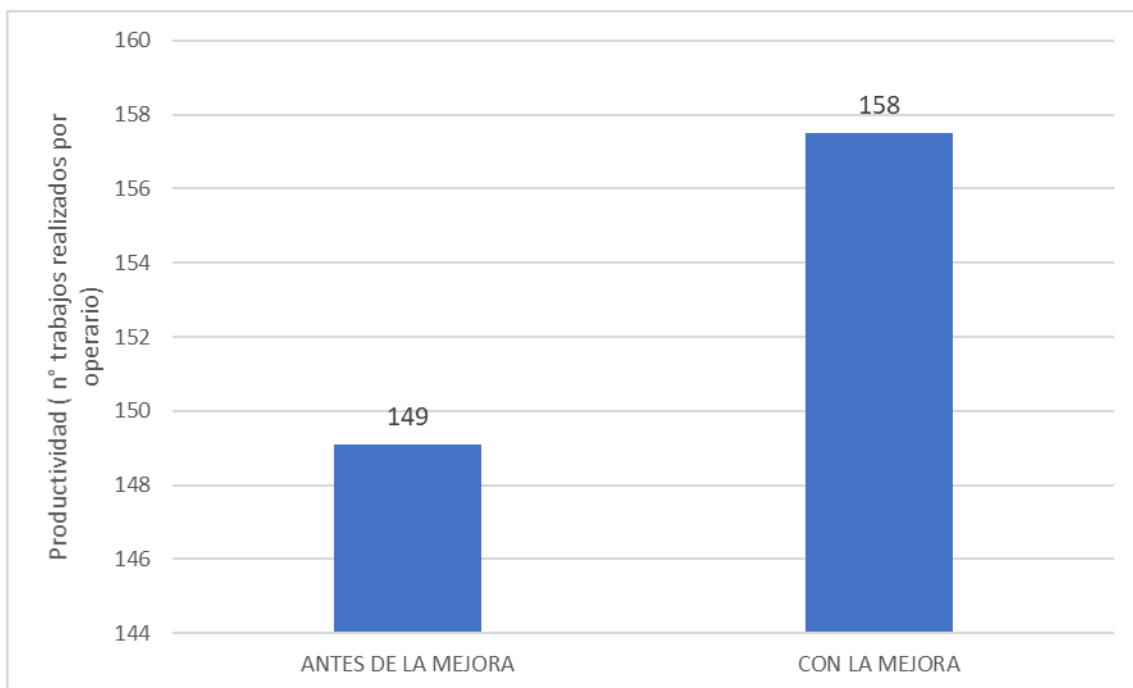


Figura 17. Incremento de la productividad en la empresa Sánchez S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

Resultado del objetivo específico 1.

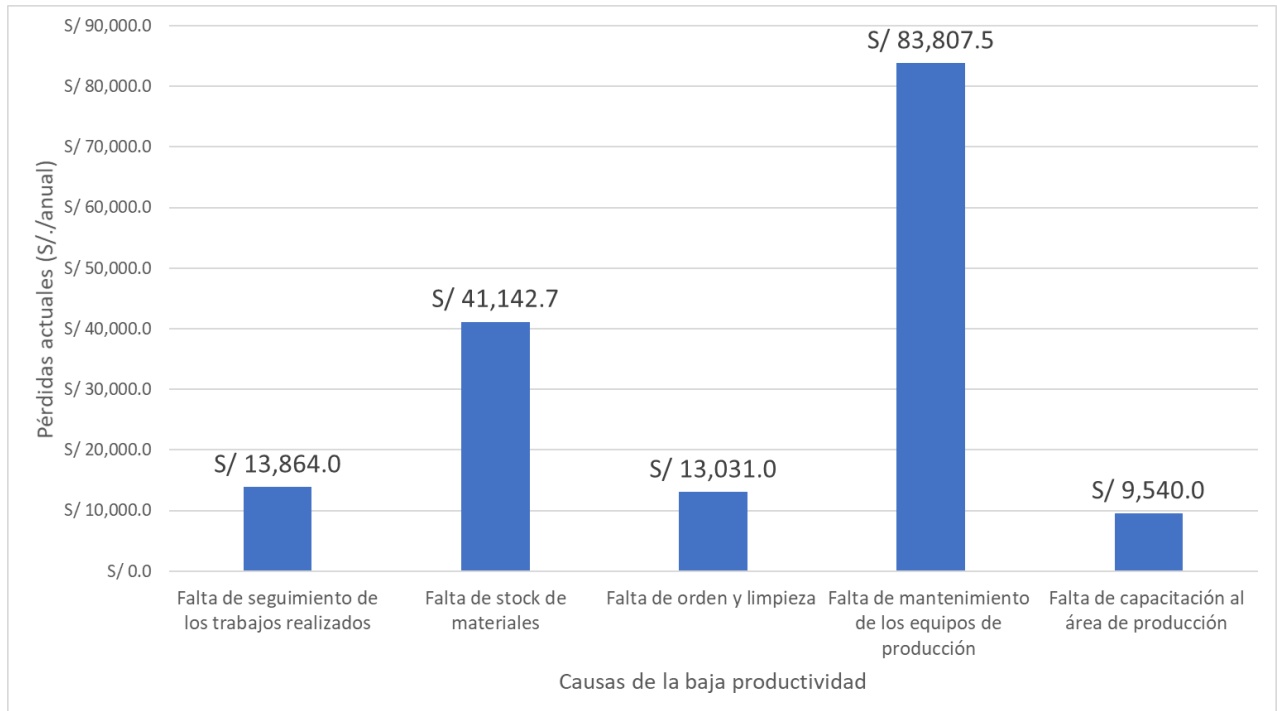


Figura 18. Resultado del diagnóstico de la baja productividad en la empresa Sánchez S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

Resultado del objetivo específico 2.

Tabla 33

Resultados de las propuestas de mejora

CR	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTA DE MEJORA	BENEFICIO
CR1	Falta de seguimiento de los trabajos realizados	Kanban	S/9,040
CR2	Falta de stock de materiales	Máximos y mínimos	S/17,781
CR3	Falta de orden y limpieza	Metodología de las 5S	S/5,212
CR4	Falta de mantenimiento de los equipos de producción	Plan de mantenimiento preventivo	S/54,522
CR5	Falta de capacitación al área de producción	Cronograma de capacitación	S/5,040
Total			S/91,594

Fuente: Elaboración propia

Resultado del objetivo específico 3

Tabla 34

Resultados de la evaluación económica

Indicadores económicos	
PRI	16.96 meses
VAN	S/. 11,723.00
TIR	50.4%
B/C	1.39

Fuente: Tabla 34

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Se procedió de desarrollar la discusión de los resultados para ello se comparó los resultados obtenidos en la presente investigación con los resultados de otras investigaciones similares.

Cabe mencionar que la presente investigación tuvo como limitación principal la falta de estudios que contengan las 2 variables de estudio y que se desarrollen en empresas del rubro metalmecánico es por ello que se procedió a comparar los resultados con otras investigaciones que contenían las variables de estudio pero que no exactamente pertenecen al rubro metalmecánico.

En la presente investigación luego aplicar herramientas lean en el área de producción como: Kanban, máximos y mínimos, metodología de las 5S, plan de mantenimiento preventivo y un Cronograma de capacitación, se logró incrementar la productividad de trabajos realizados por operario en el año de 149 a 158 representando un incremento de la productividad de un 5.6%. Cabe mencionar que este resultado fue el esperado ya que así lo corroboraran los resultados obtenidos en los estudios realizados por Torres (2014) en su tesis con la implementación de las herramientas de manufactura esbelta como: 5S's, SMED y Poka Yoke, logro incrementar la productividad operativa del área piloto en un 10%. Vargas y Silva (2019) en su tesis tuvo como objetivo desarrollar un rediseño del Sistema de Producción en una empresa metalmecánica aplicando herramientas lean logró obtener una productividad promedio de 2.522, superando en 34% la productividad real acumulada de 1.887 (datos registrados de enero a junio) según los registros de la empresa de estudio. Mariñas y Vejarano (2019) aplicando las herramientas Lean Manufacturing de las 5'S y TPM, logró alcanzar un

incremento de la productividad mayor del 10% como objetivo teniendo un resultado de 16.23 % que es representado por el 275.07 ollas.

También en la presente investigación luego aplicar herramientas lean en el área de producción se obtuvo un ahorro anual para la empresa Sánchez S.A.C. de S/. 91,594.40. Cabe mencionar que este resultado fue el esperado ya que así lo corrobora los resultados obtenidos en el estudio realizado por Hernández. (2018) concluyó que Las herramientas de Lean manufacturing permitieron reducir los tiempos de fabricación en un 11% y obtener un ahorro del 10 % en los costos de producción es decir se logró ahorrar 13 087 soles anuales.

Asimismo quiero agregar que durante el desarrollo de la discusión no se tuvo muchos estudios que pertenezcan al sector metalmecánico y que hayan aplicado herramientas lean similares a las que se desarrolló en la presente investigación.

La presente investigación será de mucha utilidad para las futuras investigaciones que se realicen en empresas del sector metalmecánico y que tengan problemas similares los cuales podrán darle solución o tener una guía de las herramientas que deben de usarse para dar solución a los problemas del área de producción.

4.2 Conclusiones

Se determinó que la propuesta de Implementación de Herramientas Lean en el área de Producción generó un efecto positivo ya que incrementó la productividad de la empresa Sánchez S.A.C. la cual fue medida en número de trabajos realizados por operario en el año de 149 a 158, es decir hubo un incremento del 5.6%.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual del área producción de la empresa Sánchez S.A.C, determinando que los principales problemas que afectaban la productividad son: falta de seguimiento de los trabajos realizados, falta de stock de materiales, falta de orden y limpieza, falta de mantenimiento de los equipos de producción y la falta de capacitación al área de producción, lo que generó una pérdida anual de S/. 161,385.20.

Se desarrolló la propuesta de implementación de herramientas Lean en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C, la cual consistió en la aplicación de las siguientes herramientas de ingeniería: Kanban, máximos y mínimos, metodología de las 5S, plan de mantenimiento preventivo y un Cronograma de capacitación, esto generó un beneficio anual para la empresa de S/. 91,594.40.

Se realizó una evaluación económica de la propuesta de implementación de herramientas Lean en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C, en un horizonte de tiempo de 2 años determinando que es rentable ya que se obtuvo un VAN positivo de S/. 11,723.00, TIR de 50.4% mayor al costo de oportunidad anual de la empresa de 18% anual, B/C de 1.39, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 0.39 y un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 16.96 meses.

Se determinó que la productividad luego del desarrollo de las propuestas de mejora en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C, permitió incrementar la productividad anual de trabajos realizados por operarios en un 5.6%.

REFERENCIAS

- Anaya, J. (2017). Organización de la producción industrial: un enfoque de gestión operativa en fábrica. Recuperado de: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=5885869>.
- Arredondo, E. (2016). Importancia de la Producción. Recuperado de: <https://prezi.com/xibx3r3mfpp1/importancia-de-la-produccion/>
- Bessette, D. (2012). The management processes: utilizing lean thinking and Six Sigma [6σ] technique education in sustainable methods. Recuperado de: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=d9969fc0-db59-462a-99f1-4a254c2657b0%40sessionmgr106&vid=2&hid=107>
- Camino, S. (2017). Estimación de una función de producción y análisis de la productividad: el sector de innovación global en mercados locales. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.1016/j.estger.2017.10.004>.
- Castellano, L. (2019). Kanban. Metodología para aumentar la Eficiencia de los procesos. Recuperado de: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/03/ART.-2-TECNO-Ed.-29_Vol.-8_n%C2%BA-1-1.pdf
- Díaz, B. (2018). Aplicación de lean manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Emcosac elaboración, ejecución y mantenimiento S.A.C. 2018. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12777>
- Digalwar, A. y Nayagam, P. (2014). Implementation of Total Productive Maintenance in Manufacturing Industries: A Literature-Based Metadata Analysis. Recuperado de: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=086e758d23264b8da5bd0657b458f8cb%40sessionmgr104&vid=0&hid=124&bdata=Jmxhbmc9ZXNM%3d#AN=95118811&db=bth>

- Ekar, E. et al. (2015). An ANFIS Algorithm for Forecasting Overall Equipment Effectiveness Parameter in Total Productive Maintenance. Recuperado de: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=7f9b5d4a4a87432a89b4b1533793c166%40sessionmgr4001&vid=0&hid=4101&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=11891297&db=iih>
- Fariñas, J. y Fernández, J. (2014). La empresa española ante la crisis del modelo productivo: productividad, competitividad e innovación. Recuperado de: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=4422112>.
- Fedecuero, Acicam, y Coelho. (2013). Programa de Transformación Productiva.
- Felsing, E. y Runza, P. (2016). Productividad: Un Estudio de Caso en un Departamento de Siniestros. Recuperado de: https://ucema.edu.ar/posgrado-download/tesinas2002/Felsing_MADE.pdf.
- Graff, C. (2013). Gestión de la Producción Industrial. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/Cathygraff/prueba-24250273>.
- Guerrera, C. (2016). Lean thinking expert. Recuperado de: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=6c3dc8e6-8e54-40b4-bf05-fd43a7d7e4af%40sessionmgr103&vid=0&hid=107&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#d=b=f6h&AN=112894252>
- Gutiérrez, H. (2010). Calidad total y productividad (3a. ed.), McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=3216975>.
- Hernández, M. (2018). Aplicación del Lean Manufacturing para reducir los costos en el área de producción de la empresa dual corporación de servicios generales. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11071/HERN%c3%81N>

DEZ%20FERN%c3%81NDEZ%2c%20MAYBY%20MILAGROS.pdf?sequence=
1&isAllowed=y

Herrera, A. et al. (2010). Medición de la productividad en México: aspectos metodológicos.

Recuperado de:

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=3186915>.

Kahle, D. (2015). Lean thinking and culture A proven model of productivity improvements

for organizations. Recuperado de:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=bcc2bba1-bb1b-4e18-8c69-b7ccfcdda4c3%40sessionmgr120&vid=0&hid=107&bdata=Jmxhbmc9ZXM%3d#AN=103071288&db=bth>

Lora, E. y Pagés, C. (2017). Estudio de la situación actual de las empresas peruanas.

Recuperado de: http://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publi81171136fe74561a7_79.pdf.

Mariátegui, L. (2020). Industria metal mecánica, motor del desarrollo. Recuperado de:

<https://rpp.pe/columnistas/leandromariategui/industria-metal-mecanica-motor-del-desarrollo-noticia-1245757>

Mariñas, C. y Vejarano, E. (2019). Aplicación del sistema Lean Manufacturing en el

incremento de la productividad en una empresa metal mecánica de producción de

ollas de aluminio. Recuperado de:

http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2583/1/Diego%20Mari%C3%B1as_Edwin%20Vejarano_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf

Metalmind. (2017). Qué es la Metalmecánica y su Importancia Dentro del Sector Industrial.

Recuperado de: <http://www.metalmind.com.co/importancia-de-la-metalmecanica>

- Miranda, J. y Toicar, L. (2010). INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD PARA LA INDUSTRIA DOMINICANA. Ciencia y Sociedad. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87014563005>.
- Pérez, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, R., Guillermo, M., Vanegas, J. y Parra, C. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052011000300009>
- Pérez, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, R., Guillermo, M., Vanegas, J. y Parra, C. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052011000300009>.
- Pérez, M. (2013). Herramientas de medida de la productividad (2a. ed.), Editorial ICB, 2013. Recuperado de: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=5809699>.
- Restrepo, J., Medina, P. y Cruz, E. (2009). Como reducir el tiempo de preparación. Scientia Et Technica [en línea]. 2009, XV (41), 177-180. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84916680031>
- Steingraber, R. y Flávio, G. (2011). Brasil: diferencias de productividad en las empresas según sector industrial. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/11462?locale-attribute=en>

Sweta. (2014). Implementing 5S Methodology. Recuperado de:
<http://search.proquest.com/docview/1522321070/fulltextPDF/E2E5A52C10804ED8PQ/20?accountid=43860>

Torres, R. (2014). Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica. Recuperado de:
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/346678/Tesis%20Torres%20Gallardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vargas, J. y Silva, L. (2019). Análisis, Diagnostico y Propuestas de Mejora en el Sistema de Producción de una Empresa Metalmecánica. Recuperado de:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14835/MACAV_ILCA_ESCALANTE_OSCAR_VOLKOV.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Velasco, J. (2014). Organización de la producción: distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos, teoría y práctica. Recuperado de:
<http://site.ebrary.com/lib/upcsp/reader.action?docID=11072890>

Velázquez, E. (s.f.). Estudio del modelo de gestión de inventarios basado en máximos y mínimos. Recuperado de:
<https://repository.usc.edu.co/bitstream/20.500.12421/246/1/ESTUDIO%20DEL%20MODELO.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Escala de Medición
INDEPENDIENTE: - Propuesta de Implementación de Herramientas Lean	Lean es un enfoque sistemático para la identificación y eliminación de residuos (o actividades no de valor agregado), a través de la mejora continua que fluye por los productos o servicios suministrados por la empresa en la atracción de los clientes que se encuentran en la búsqueda de la perfección (Kahle, 2015)	Las herramientas Lean se utilizarán para mejorar la gestión de producción con la finalidad de reducir los despilfarros.	Falta de seguimiento de los trabajos realizados	% de trabajos entregados fuera de plazo	N° de trabajos realizados fuera de plazo x 100% / N° de trabajos realizados	Razón
			Gestión de Stock	% de paradas de producción por falta de stock	N° de paradas por falta de stock / N° de trabajos realizados x 100%	Razón
			Limpieza	% de materiales deteriorados por falta de orden y limpieza	Ítems defectuosos / Ítems totales del almacén x 100%	Razón
			Mantenimiento	% Disponibilidad	Tiempo total de funcionamiento / Tiempo total x 100%	Razón
			Capacitación	% horas de capacitación al área de producción	N° horas de capacitación en el área de Producción x 100% / N° horas totales de capacitación	Razón
			DEPENDIENTE: - Productividad de la empresa Sánchez S.A.C.	Felsinger y Runza (2016) señalan que: la productividad del trabajo es una relación entre la producción y el personal, ya que refleja la manera en cómo se esté usando al personal en el proceso productivo.	La productividad se utilizará para medir los avances por un periodo de tiempo de los trabajos realizados por los operarios en la empresa.	Productividad de la empresa Sánchez S.A.C.

Anexo 2: Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
PROBLEMA GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE		
		Determinar el efecto de la propuesta de Implementación de Herramientas Lean en el área de Producción en la productividad de la empresa Sánchez S.A.C.		Tipo de investigación: Aplicada Diseño: Propositiva	Población: La empresa Sánchez S.A.C.
		OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDEPENDIENTE: -Propuesta de Implementación de Herramientas Lean	Técnica: Análisis documental y observación de campo Instrumento: Cuaderno de apuntes, formato de recolección de datos	Muestra: El área de producción de la empresa Sánchez S.A.C.
¿Cuál es el efecto de la propuesta de Implementación de Herramientas Lean en el área de Producción en la productividad de la empresa Sánchez S.A.C?	La propuesta de Implementación de Herramientas Lean en el área de Producción incrementa la productividad de la empresa Sánchez S.A.C.	- Diagnosticar la situación actual del área producción de la empresa Sánchez S.A.C. - Desarrollar la propuesta de implementación de herramientas Lean en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C. - Realizar una evaluación económica financiera de la propuesta de implementación de herramientas Lean en el área de producción de la empresa Sánchez S.A.C.	DEPENDIENTE: - Productividad de la empresa Sánchez S.A.C.	Método de análisis de datos: Análisis de indicadores haciendo usos de la herramienta Excel.	