



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Disponibilidad de las máquinas para incrementar el nivel de
servicio al cliente mediante la metodología TPM en la empresa
SIMA Metalmecánica**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Díaz Miñano, Beatriz Irene (orcid.org/0000-0003-1789-8606)

Sanchez Fernandez, Leonardo Brian (orcid.org/0000-0002-8827-1571)

ASESORA:

Mg. Pinedo Palacios, Patricia Del Pilar (orcid.org/0000-0003-3058-7757)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHIMBOTE – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios, ya que sin El nada se puede realizar, con su ayuda y dirección corrige cada momento para seguir avanzando y así conseguir nuestros anhelos.

A nuestros padres, que día a día nos apoyan sin esperar nada a cambio pues desea que nosotros triunfemos en la vida, gracias a ellos y a su apoyo moral y financiero también.

A nuestros hermanos, también ellos son parte esencial en nuestras vidas, porque de algún modo recibimos su apoyo en todo el tiempo de nuestra carrera universitaria.

A nuestros amigos y todas aquellas personas especiales, quienes son parte muy especial en nuestras vidas, gracias también a ellos estamos aquí luchando en esta vida hasta conseguir nuestros sueños.

Agradecimiento

A Dios, por la fe que tenemos en El, como dice la Biblia: Sin mi nada podéis hacer y eso aplica para todo.

A nuestros Padres, por todo este tiempo de su respaldo y apoyo en esta etapa tan importante de nuestras vidas.

A la Universidad César Vallejo, por permitirnos pertenecer a esta gran familia de estudios. Gracias totales.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, por haber compartido sus enseñanzas en toda nuestra vida universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos	16
3.7. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de técnicas e instrumentos.	14
Tabla 2. <i>Método de análisis de datos.</i>	16
Tabla 3. Análisis del tiempo medio entre fallas iniciales en las máquinas.	17
Tabla 4. Análisis del tiempo medio para reparar iniciales de la máquina.	18
Tabla 5. Disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa.	19
Tabla 6. <i>Nivel de competencia de la empresa.</i>	20
Tabla 7. <i>Nivel de confianza de la empresa.</i>	20
Tabla 8. <i>Nivel de compromiso de la empresa.</i>	21
Tabla 9. <i>Nivel de comunicación de la empresa.</i>	21
Tabla 10. Nivel de gestión de conflictos de la empresa.	22
Tabla 11. <i>Descripción de la implementación de la metodología 5S.</i>	24
Tabla 12. <i>Cronograma de aplicación de las 5S</i>	26
Tabla 13. <i>Nivel de competencia de la empresa final.</i>	27
Tabla 14. <i>Nivel de confianza de la empresa final.</i>	28
Tabla 15. <i>Nivel de compromiso de la empresa final.</i>	29
Tabla 16. <i>Nivel de comunicación de la empresa</i>	29
Tabla 17. <i>Nivel de gestión de conflictos de la empresa final.</i>	30
Tabla 18. <i>Análisis del tiempo medio entre fallas finales en las máquinas.</i>	30
Tabla 19. <i>Análisis del tiempo medio para reparar finales en las máquinas.</i>	32
Tabla 20. <i>Disponibilidad final de las máquinas de la empresa.</i>	33
Tabla 21. <i>Comparacion de la disponibilidad de máquinas.</i>	34
Tabla 22. <i>Costo beneficio de la mejora.</i>	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa e interacción de procesos de la empresa metalmecánica.</i>	23
Figura 2. <i>Nuevo layout mejorado del área de almacén</i>	25
Figura 3. <i>Análisis estadístico de la disponibilidad de máquinas</i>	35

Resumen

El objetivo general del estudio era determinar en qué medida la aplicación de un enfoque TPM para mejorar la disponibilidad de la máquina afectaría los niveles de servicio al cliente de una empresa metalmecánica. Los métodos utilizados fueron tipo de aplicación, método cuantitativo y diseño preexperimental. Los resultados muestran que el tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación y disponibilidad de la máquina inicialmente fue de 21 horas, 12 horas ,67 horas y 62,33% respectivamente, esto indica que, en promedio por cada 100 horas de trabajo, las máquinas están activas 62.33 horas; a su vez se determinó que el 30% de los clientes externos consideran que la empresa metalmecánica es competente; el 40% dijeron que la empresa siempre comunica los avances y retrasos que haya en el proyecto y el 50% considera que la empresa maneja adecuadamente la gestión de conflictos que puede atravesar; para ello, se implementó cuatro pilares del mantenimiento productivo total dentro de la empresa metalmecánica, Mejoras enfocadas, mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y capacitación de operadores para aumentar la disponibilidad de la máquina. Como conclusión, encontramos un aumento del 36,30% en la disponibilidad de máquinas.

Palabras clave: disponibilidad, mantenimiento productivo total, nivel de servicio al cliente.

Abstract

The overall goal of the study was to determine the extent to which applying the TPM approach to improving machine availability affects customer service levels in metal fabrication companies. The methods used were type of application, quantitative method, and pre-experimental design. It was found that the mean time between failure, mean time to repair, and initial availability of the machine was 21 hours, 12.67 hours and 62.33% respectively, this indicates that, on average for each 100 hours of work, the machines are active 62.33 hours; In turn, it was determined that 30% of external clients consider that the metalworking company is competent; 40% said that the company always communicates the progress and delays in the project and 50% consider that the company adequately handles the management of conflicts that it may go through; For this, four pillars of total productive maintenance were implemented within the metalworking company, which were focused improvements, preventive maintenance, autonomous maintenance and training for operating personnel, in order to increase the availability of the machines. As a conclusion, the availability of machines increased by 36.30%.

Keywords: availability, total productive maintenance, level of customer service.

I. INTRODUCCIÓN

Las empresas del sector metalmecánico en el mundo, presentan problemas en cuanto a la disponibilidad de sus máquinas, esto se debe a que no existe una cultura del mantenimiento preventivo dentro de sus instalaciones. Según Jiménez (2021), el 65,5% de las empresas del sector metalmecánico internacional realizan principalmente mantenimiento correctivo, lo que significa que esperan a que una máquina se averíe para llevar a cabo el mantenimiento necesario. Esto provoca que las máquinas estén menos disponibles, lo que afecta a la puntualidad con la que sus clientes reciben el trabajo. Por otro lado, García y Martínez (2021) determinaron que el 34.6% de las empresas metalmecánicas en Europa presentan problemas de insatisfacción por parte de sus clientes, esto es ocasionado porque las máquinas con las que trabajan tienen baja disponibilidad. Ante lo mencionado, se determinó que las empresas metalmecánicas en el mundo, sufren problemas en cuanto a las horas disponibles de sus activos, debido a que no tienen una cultura de mantenimiento.

La mayoría de los problemas de baja disponibilidad son causados por el uso excesivo e inadecuado manejo de las máquinas, por lo que es fundamental realizarles un mantenimiento preventivo, ya que a veces ya no se pueden utilizar para el propósito del cual fueron diseñadas. Según lo descrito, Bandaly (2020) indica que, en América Latina, el 42.7% de las empresas metalmecánicas presentan baja disponibilidad de sus activos fijos, debido a la capacitación inadecuada del personal de mantenimiento y la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo; sin embargo, Anish, et al (2019) indica que el 37.9% de estas empresas, sufren una baja disponibilidad de sus máquinas debido a que no hay procedimientos estandarizados para realizar un correcto mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo. Ante lo mencionado; se concluye que en América Latina las empresas del sector metalmecánico presentan una baja disponibilidad de sus activos fijos debido a que no se está dando la aplicación del TPM.

En el Perú, en el año 2020 las empresas dedicadas al sector metalmecánico llegaron a ser 2154 de acuerdo con el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2021) mismas que “en su mayoría el 54% de ellas, presentan problemas

en cuanto a la entrega de pedidos a sus clientes”. Según Bhunia (2020), el 84,17% de estas empresas experimentan problemas y quejas de los clientes por el cumplimiento de los plazos de entrega de los trabajos contratados, es decir, constantemente entregan con días de retraso. Esto se debe a que no existe una cultura de mantenimiento productivo total, lo cual tiene efectos negativos porque impide mejorar factores como el interés en dar mantenimiento y la disponibilidad de la maquinaria, lo que ocasiona paros no planeados de estas y procedimientos que perjudican al negocio. Por lo mencionado, el análisis obtenido es que en el Perú las empresas metalmecánicas no cuentan con la metodología TPM, con el cual le permita mantener la mayor hora disponibles a sus activos fijos.

En la ciudad de Chimbote se encuentran 65 empresas del rubro metalmecánico, pero carecen de una cultura de mantenimiento. Según Liono (2019), el 84,3% de estas organizaciones tiene problemas para completar su trabajo a tiempo, ya que frecuentemente entregan tarde, perjudicando a sus clientes externos en sus operaciones comerciales. Esto se debe a la baja disponibilidad de sus equipos y a la falta de una cultura de mantenimiento preventivo, lo que hace que esperen a que sus activos fijos experimenten una interrupción inesperada en sus operaciones antes de realizar el mantenimiento correctivo. Serna (2021) indica que el 54.7% de las empresas son sumamente desordenadas, el cual perjudica a que al momento de realizar un mantenimiento a las máquinas de la contrata no puedan encontrar a tiempo las piezas repercutiendo en el tiempo de entrega. Por lo descrito, se deduce que a las empresas metalmecánicas de Chimbote les hace falta la implementación de la metodología TPM para aumentar su disponibilidad de sus activos fijos y de esa manera mantener satisfechos a sus clientes.

La empresa metalmecánica actualmente realiza actividades de construcción de puentes, pistas, entre otros. En la entrevista con el jefe de mantenimiento de la empresa, éste proporcionó un diagrama de Ishikawa que explicaba las razones de la baja disponibilidad de los equipos, tal como se muestra en el anexo 1.

En el anexo 2 se observa una deficiente supervisión y sin programa de capacitación para los operadores para que los trabajadores puedan dar retroalimentación sobre su conocimiento. No fue posible identificar

procedimientos que obligaran a los empleados a realizar tareas de mantenimiento preventivo o correctivo en función de su trabajo anterior.

Sin embargo, es preocupante que las empresas dispongan de programas de mantenimiento preventivo, pero que su cumplimiento sea insuficiente. En otras palabras, las empresas esperan a que sus activos fijos fallen y entonces sólo les realizan un mantenimiento correctivo. Como resultado, se encuentran con que queda muy poco margen para las tareas de mantenimiento, que suelen conllevar la falta de piezas, lo que retrasa el trabajo y, en última instancia, la entrega del pedido.

En el anexo 3 podemos notar la evaluación hecha en los días 11 al 17 de abril del 2022 a las máquinas de la empresa, donde se determinó que, en el tiempo medio entre fallas, la máquina tarda en promedio 21 horas en fallar en cualquier parte del sistema, es decir, en una semana de trabajo, una máquina no se detiene a tiempo por cada 21 horas de trabajo en promedio, lo que repercute directamente al trabajo de mantenimiento que se está llevando a cabo.

Además, se observa que los operarios de SIMA tardan un promedio de 12,67 horas en reparar cada máquina que experimenta una parada durante la jornada laboral. Estas cifras son muy elevadas, ya que repercuten negativamente en la capacidad de la empresa para ofrecer sus servicios a los clientes.

Al final, la disponibilidad promedio de la maquinaria fue de 62,33%, lo que significa que, por cada 100 horas trabajadas, sólo 62,33 horas de las máquinas a disposición para la realización de actividades pendientes, y 37,67 horas eran tiempo muerto porque las máquinas estaban en acción correctiva. Durante estas horas de mantenimiento, esto provocó que la empresa retrasara la entrega de los pedidos a los clientes.

Entonces ¿en qué medida la aplicación de la metodología TPM para aumentar la disponibilidad de máquinas afectará el nivel del servicio al cliente en una empresa metalmecánica?

A nivel social, esta investigación se justificó debido a que la empresa desarrolló un plan de formación fundamentado en la cultura del TPM, lo que contribuyó a ampliar los conocimientos de todos los empleados de la empresa, haciéndolos más competitivos en las numerosas organizaciones para las que trabajan. A nivel económico, se justificó porque, al implementar el TPM, la empresa contó con un

sólido plan de mantenimiento preventivo y autónomo, que contribuyó a eliminar gastos innecesarios de mantenimiento correctivo, lo que aumentó la rentabilidad de la empresa.

A nivel tecnológico, la implementación del mantenimiento productivo total, hizo que la entidad necesite contar con nuevos equipos y máquinas que les permitirá tener aún mayores horas disponibles en el trabajo que ellos brindan a sus contratados. En el ámbito de la innovación, la aplicación del TPM en una organización tuvo como resultado que la empresa fuera más competitiva en el mercado laboral, ya que el TPM es una cultura general que pretende mejorar la organización global de la empresa.

El objetivo general fue: Determinar en qué medida la aplicación de la metodología TPM para aumentar la disponibilidad de máquinas afectará el nivel de servicio al cliente en la empresa Metalmecánica.

Los objetivos específicos son: determinar la disponibilidad inicial de las máquinas de una empresa metalmecánica, determinar el nivel de servicio del cliente actual en una empresa metalmecánica, ejecutar el mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de una empresa metalmecánica y evaluar la afectación del nivel de servicio al cliente final en una empresa metalmecánica.

Las hipótesis presentadas son las siguientes, la hipótesis de investigación (H1) es que la aplicación de la metodología TPM para aumentar la disponibilidad de las máquinas mejorará el nivel de servicio al cliente en una empresa metalmecánica.

II. MARCO TEÓRICO

Esta investigación recopila algunas de las investigaciones nacionales e internacionales de algunos autores.

Canahua (2021) implementó el 50% de los pilares del TPM en su estudio, incluyendo mantenimiento autónomo y planificado, formación y mejora enfocada, mejora del cumplimiento para el mantenimiento preventivo y mantenimiento autónomo, y un aumento del factor de mérito del 49,44% al 94,64%, aumento del factor de rendimiento del 76,68% al 93,34%, y aumento del factor de disponibilidad del 86,70% al 96,88%.

Estos resultados contrastan con la teoría de Cáceres y Gámez (2019), que muestra que el objetivo de TPM es maximizar la eficiencia de un equipo, requiriendo que todos los individuos involucrados logren; diseñar, usar o mantener los equipos para de esa manera obtener un mantenimiento efectivo.

Khan (2021) también utilizó el enfoque TPM para aumentar la viabilidad de sus activos fijos como punto de comparación, lo que mejoró la operatividad y eficiencia del proceso mediante el suministro de herramientas y maquinaria, esto se tradujo en un aumento de la productividad del 24,5 % y un beneficio económico del 11,3 % para la organización; y llegó a la conclusión que el uso del Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una herramienta empresarial necesaria para cumplir con la ejecución de objetivos en el proceso de mantenimiento, aumentando la disponibilidad de los equipos del 12,7% al 24,5% del tiempo disponible. Estos resultados son respaldados por Walpole y Myers (2018) quienes señalan que con la implementación adecuada de TPM durante este período de estabilización, todos los empleados de la empresa están trabajando continuamente para mejorar los resultados de TPM, por lo que se puede esperar que persista en el tiempo.

Por otro lado, Palomino y Takumori (2020) utilizó la metodología TPM que desarrolla y analiza a fondo estrategias para el mantenimiento preventivo y correctivo continuo en un entorno donde se critica la incertidumbre y los datos operativos determinaron que la disponibilidad aumentó al 90% y concluyeron que la propuesta fue exitosa a través de simulaciones, reduciendo el tiempo medio entre fallas de 13 horas a 7 horas; lo que significó una reducción del 15% en las paradas, habilitando el rango de disponibilidad propuesto al inicio de la encuesta. Estos resultados son respaldados por Walpole y Myers (2018) quienes señalan que con la implementación adecuada de TPM durante este período de estabilización, todos los empleados de la empresa están trabajando continuamente para mejorar los resultados de TPM, por lo que se puede esperar que persista en el tiempo.

Sin embargo, Angulo y Orellana (2021) quienes también implementaron la metodología del mantenimiento productivo total dentro de una empresa metalmeccánica, en los resultados, a través de la perspectiva de la manufactura

norteamericana, se identificó evidencia empírica para interrogar tendencias en TPM por su mal uso, y se concluye que la mantenibilidad tuvo una reducción de 20.4 horas a 1.5 horas; la fiabilidad aumentó de 12.8 horas a 48.6 horas y por consecuencia la disponibilidad aumentó de 76.48% a 97.21%. Estos resultados favorables se basan en las teorías de Bakirtzis (2018), quien sostiene que las ventajas del TPM se basan en la optimización de la eficiencia total de la máquina y la disminución de los costes a lo largo de su ciclo de vida, de tal manera que la participación de cada uno de los colaboradores.

Serna (2021) encontró una situación similar, cuando implementó TPM en una empresa de procesamiento de metales, mostrando que las tareas relacionadas con el área del proyecto. concluyendo que la mantenibilidad tuvo una reducción de 25.3 horas a 2.4 horas; la fiabilidad aumentó de 7.6 horas a 50.2 horas y por consecuencia la disponibilidad aumentó de 75.37% a 98.39%. Estos aumentos de indicadores de mantenimiento, se centra en la teoría de Viveros, et al. (2019) indicando que se conoce el arreglo o la reparación, se conoce la falla y, utilizando esa información con la ayuda de la experiencia que se tuvo, para el propósito que se desea.

Además, Peykarjou y Maleskshahi (2020) concluyeron que la propuesta fue exitosa a través de simulaciones, reduciendo el tiempo de 13 a 7 horas respectivamente, reduciendo un 15% de tiempo inactivo, permitiendo realizar investigaciones desde el inicio. A su vez, Fornés et. al. (2021) como resultado se pudo detectar el 76% de las máquinas; 78% en el equipo; 42% en gastos de capacitación y un costo promedio mensual de 15,260 pesos por maquinaria; en cuanto a equipos a 1,860 pesos, no hay récord mundial en términos de los costos de mantenimiento, y la conclusión es que la implementación de un plan de mantenimiento que incluya las tareas diarias y semanales que los operarios deben realizar en la maquinaria y equipos, ayudará a mantenerlos en mejor estado y a prolongar su vida útil, aumentando la disponibilidad de la maquinaria en un 21,7% respecto al diagnóstico inicial...

Asimismo, Mohammed (2020) demostró que la aplicación del programa TPM se tradujo en un aumento de los beneficios del 12,4% debido a una disminución de los costes de mantenimiento, así como también la disminución de los costes de

los seguros por pérdida de beneficios, la mejora de la disponibilidad de los equipos en un 22,2% y la continuidad con respecto a la vida útil de los equipos, de tal manera que repercutirá efectivamente en las ventas a mediano plazo. Mohammed llegó a la conclusión de que la herramienta se había implementado con éxito.

Los ingresos económicos han crecido sustancialmente, y varios indicadores han aumentado en un 30%. Tomando en cuenta estos hallazgos, en la teoría de Espitia y Trujillo (2019, p. 32)

Según la investigación de Condezo de 2019, el 27% de las máquinas no pudieron efectuar un determinado trabajo para la empresa, mientras la disponibilidad operativa de las máquinas y de los equipos adquiridos fue del 73%. Se concluyó que ya se había iniciado la implementación del método TPM, comenzando con la implementación de 5s y continuando con el mantenimiento preventivo y autónomo, lo que resultó en que la empresa redujera las fallas en una falla por máquina al año, esto conduce a un aumento de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina al 74% y su fiabilidad al 100%, aumentando así la productividad. Teniendo en cuenta lo que dice Jiménez (2021, p. 124) Establece que TPM busca cuatro principios básicos: cumplir con las expectativas del cliente, dominar los procesos, sistemas de fabricación y la participación humana.

Según los hallazgos de Cáceres y Gámez (2019), hubo un aumento de un 16,17% en la eficiencia del proceso de granallado, por otro lado, la eficacia alcanzó un 17,81% y seguidamente la productividad se elevó a un 22,86% cuando se aplicó el enfoque TPM. La confiabilidad y la mantenibilidad aumentaron un 24,5% y un 21,4%.

En contraste con estos hallazgos, Zapata (2018) afirmó que las ventajas del TPM incluyen menos fallas en los equipos, disminución del tiempo de espera y preparación, mejor control de herramientas y equipos, ahorros ambientales y energéticos, y mayor capacitación y experiencia para los trabajadores.

Continuando con las teorías relacionadas al tema, según Espitia y Trujillo (2019, p. 32), apunta principalmente a la mejora de la productividad, calidad, suministro, coste, seguridad, moral y medioambiente; por otro lado, Según Fonseca et al. (2018, p. 87), el TPM estudia la actividad del sector como un sistema que

incorpora hombre y máquina y, a lo largo del tiempo, se debe optimizar la eficiencia del sistema; por otro lado, requiere la mejora continua de los recursos productivos a través de la implicación activa de todos los protagonistas según (Crespo, 2018, p. 54).

Asimismo, Peña (2016) muestra que la base del TPM es un mantenimiento en planes con ingeniería de mantenimiento orientada a mejorar las métricas de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. (CMD) y mejorarlas continuamente, y que es fundamental aplicar el TPM como estrategia. Este resultado favorable puede ser logrado. Frente a esto, Shupingahua (2020) señala que el TPM es una herramienta con un carácter muy humanista ideal para empresas que luchan por producir y mantener sus recursos humanos, que son el capital central de cualquier empresa que ofrece servicios o bienes.

El objetivo principal de TPM es preservar características como la vida útil, la lubricación, la mano de obra, la calibración y la mecánica, mientras se usa el sistema de producción para mantenerlo en su estado fundamental. La eficiencia de un dispositivo está limitada por seis pérdidas, que son: fallas; tiempo de preparación y ajuste de los equipos; funcionamiento o ralentización; tiempo de inactividad y paradas breves; defectos de calidad y re trabajo; enfoques de mantenimiento progresivo como el mantenimiento predictivo y autónomo buscan eliminar estos factores (Saric, 2019).

Toro (2019) afirma que para implementar TPM se deben considerar nueve pasos: La alta dirección anuncia la decisión de introducir TPM (paso 1); se lanzan actividades educativas (paso 2); crear una empresa para impulsar el TPM (paso 3); Desarrollar políticas y objetivos (paso 4); desarrollar un plan maestro para el desarrollo de TPM (paso 5); activar los resultados de TPM (paso 6); mejorar la eficiencia del equipo (paso 7); establecer planes de auto mantenimiento del operador (paso 8); Desarrollar un plan de mantenimiento (paso 9); realizar capacitación para mejorar la capacidad de operación y mantenimiento (paso 10); desarrollo temprano del programa de administración de equipos (paso 11); implementar completamente TPM y considerar metas más altas (paso 12).

Por otro lado, Viveros et al. (2019) notaron que la corrección o reparación identificó la ubicación conocida de la falla y usó información de experiencias

pasadas. La finalidad es restaurar el equipo en base a su operación estándar. En el caso del mantenimiento preventivo, basado en un plan que las condiciones operativas permitan que la maquinaria esté en su mejor funcionamiento para evitar el deterioro y fallas. (Pérez, 2019). Los registros diarios son nuestra herramienta para comprender el estado actual del dispositivo.

Este modelo de mantenimiento emplea principalmente dos estrategias, la primera es por tiempo, en base a las inspecciones diarias y parámetros planteados por el fabricante, y la siguiente es por desgaste en base a las condiciones encontradas en la última revisión, (Mohammed, 2020). Reducción del número de averías en los equipos, reducción de los tiempos de espera y preparación, mejora del control de herramientas y equipos, evitar el consumo excesivo de energía y lograr proteger el medio ambiente, así como mejora de la formación y competencia de los recursos humanos son ventajas del TPM, (Zapata, 2018, p. 85). Cada uno de estos beneficios requiere la participación de todos los departamentos dentro de la empresa y está destinado a aumentar la eficiencia general del equipo y disminuir los gastos durante el transcurso de la maquinaria (Bakirtzis, 2018, p. 66).

El TPM se divide en ocho pilares, de las cuales son: Mejora Enfocada, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado, Mantenimiento de Calidad, Inspección Inicial, Capacitación y Tutoría, Excelencia y Administración, Seguridad y Medio Ambiente. (Walpole and Myers, 2018, p. 12), para implementar correctamente TPM durante este período estable, todos los empleados de la empresa trabajan constantemente para mejorar el efecto de TPM, por lo que se puede esperar el efecto de TPM por algún tiempo. Al igual que con todo lo mencionado en la fila anterior, tenga en cuenta que esto afectará la disponibilidad de la máquina al aplicar un enfoque de Mantenimiento Productivo total.

Para Liono (2019, p. 4), el término describe la disposición como la facultad de proporcionar algo cuando se requiere, lo que termina siendo el motivo principal del mantenimiento, entonces es crucial encontrar una forma de medir la disponibilidad, tener una forma de medirla. Desempeño de realizar el mantenimiento (Khan, 2017, p. 3). Sin embargo, Huamanchumo y Pérez (2021,

p. 68) señalan en cuanto a la disponibilidad, que siempre y cuando el equipo funcione y se le dé el mantenimiento especificado, es la probabilidad de realizar la función deseada en un tiempo o periodo determinada a todos los equipos y servicios que presta una empresa; el valor de utilizar el mantenimiento preventivo de los equipos de forma sensata y eficaz.

El segundo es proporcionar un sistema del que sea fácil recuperarse cuando falle; de esta manera, si todo es muy confiable y todo es fácil de reparar. A su vez, también indican que la disponibilidad está ligada con la fiabilidad y mantenibilidad de las máquinas y equipos. (Palominio y Takumori, 2020, p. 7).

Condezo (2019) sugiere que existen tres tipos de disponibilidad: Nivel anticipado de accesibilidad de los métodos de mantenimiento preventivo. Accesibilidad (Ao) del diseño de los equipos: El nivel de disponibilidad efectiva alcanzado en las operaciones diarias refleja la eficiencia de la organización y el nivel de recursos de mantenimiento. Dado el análisis de las variables de mantenimiento y disponibilidad para la producción total, se llegó a la conclusión que, la empresa necesita una cultura basada en el TPM para maximizar la disponibilidad de las máquinas.

La variable de nivel de servicio al cliente, que mide la satisfacción de los clientes, se describe como el porcentaje de pedidos que una empresa puede completar en un tiempo determinado. El consumidor recibirá estos pedidos en el plazo asignado si la calidad del servicio es del 97%. Para su ejecución se necesita suficiente stock para cumplir con el pedido. Esto significa también obtener los suministros necesarios de nuestros proveedores y garantizar una capacidad suficiente de entrega y recolección. (Bernal y Parra, 2020).

Un cuestionario estandarizado llamado SERVQUAL contiene preguntas para medir la calidad del servicio. Hay dos métricas que componen este indicador de la calidad del servicio. En primer lugar, están los valores previstos y percibidos de los 22 elementos, que están relacionados con los cinco niveles de calidad del servicio (Zapata, 2018).

Confiabilidad: Son características que toda empresa proveedora de servicios debe tener en su oferta. Debes brindar a tus clientes servicios seguros, confiables, oportunos y con las características deseadas para que reconozcan

tu negocio. El tiempo de respuesta, en términos de atención al cliente, se refiere a la rapidez con la que un agente reacciona ante un cliente. Hay que tener en cuenta que la reacción de un cliente no es meramente momentánea. También se refiere a la coherencia y regularidad de la comunicación, (Condezo, 2019).

Empatía: hace referencia a la actitud y al compromiso del proveedor de servicios hacia sus clientes, así como a la atención individualizada necesaria para satisfacer las distintas normas de servicio al cliente. La buena relación entre el consumidor y la empresa es el primer paso para brindar un buen servicio al cliente, afirma Dong (2016). En el mismo sentido se pronuncian García et al. (2018), quienes afirman que, para cumplir y alcanzar un nivel objetivo sin sobrepasar el coste de inventario, la optimización del nivel de servicio es fundamental. Los niveles de servicio son una representación de la conexión entre los gastos por falta de existencias y los costes de inventario (Leonor, 2019).

III.METODOLOGÍA

3.1.Tipo y diseño de investigación

El presente análisis fue de tipo aplicado, ya que, como afirman Hernández et al. (2017, p. 43), la investigación aplicada tiene como objetivo resolver un problema mediante el uso de una herramienta o software.

Para el estudio se utilizó una metodología cuantitativa ya que los resultados serían cuantificables, es decir, se informarían en números, ya sea como porcentajes, números enteros o cualquier otro tipo de unidad, tanto antes como después de que se utilizara la técnica TPM. (Hernández, et al, 2017, p. 45).

Se utilizó el diseño preexperimental para esta investigación, porque según Hernández et al. (2017, p. 46), se utiliza cuando hay dos variables de estudio, se modifica la variable independiente para que afecte a la variable dependiente y, a continuación, se realiza un pretest y un postest; su esquema está a continuación.:

G-----O1-----X-----O2

Dónde:

G = Disponibilidad de las máquinas de la empresa SIMA METALMECANICA.

O1 = Nivel de servicio al cliente inicial (PRE PRUEBA).

X = Metodología TPM (ESTÍMULO)

O2 = Nivel de servicio al cliente final (POST PRUEBA).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Disponibilidad de máquinas.

Definición de concepto: La disponibilidad de un ordenador o sistema, según Alavedra et al. (2016, p. 13), viene determinada por el tiempo que ha estado operativo en comparación con todo el tiempo de actividad previsto.

Definición operativa: La disponibilidad de un componente o sistema está relacionada con el tiempo medio entre fallos (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR), según Alavedra et al. (2016, p. 14).

Variable dependiente: Nivel de servicio al cliente.

Definición del concepto: La atención al cliente es fundamental porque ayuda a las empresas a posicionarse en el mercado. Ya sean empresas industriales o de servicios, se esfuerzan por centrar todos sus esfuerzos en proporcionar la máxima satisfacción tanto a los clientes actuales como a los potenciales a cambio de la oportunidad de captar su valor y obtener beneficios de ellos. (Torres, et al., 2019), p.

Definición operativa: El servicio al cliente, según Cepeda et al. (2022, p.206), tiene las siguientes dimensiones: competencia, confianza, compromiso, comunicación y gestión de conflictos.

En el anexo 4 figura una matriz operativa de las variables de investigación.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Una población, según Baena (2017), es un conjunto de personas u otros objetos que viven en el mismo entorno y presentan un conjunto similar de cualidades. Debido al escenario anterior, la población está compuesta por las

10 máquinas que posee la empresa y los 5 clientes con los que la empresa metalmecánica realiza negocios actualmente.

Criterios de inclusión: Es posible que se realice un análisis de investigación utilizando la maquinaria de alta criticidad que posee la empresa.

Criterios de exclusión: Aquí no consideramos como la muestra aquellas máquinas que tienen baja criticidad en la Compañía

Muestra: Según Hernández et al. (2014), una muestra es un subconjunto de una población específica que sirve como representación de la población. Los ejemplos de esta encuesta son iguales a todas las máquinas con un alto nivel de criticidad y los 5 clientes que cuenta la empresa.

Muestreo: Debido a que no es probable que la implementación del TPM en toda la organización aumente la disponibilidad al 100%, el muestreo en este estudio fue no probabilístico.

Unidad de análisis: Las máquinas de una empresa METALMECÁNICA fueron objeto de esta investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas: se emplearon las siguientes técnicas:

Observación Directa: Con esta técnica es posible analizar y hacer una descripción de la situación actual tal y como es en el momento de realizar el diagnóstico a la empresa.

Encuesta: esta técnica tiene como objetivo comprender las percepciones de los empleados sobre los enfoques de TPM dentro de la empresa.

Análisis de Documentos: Esta técnica permite analizar la información de una empresa como datos históricos.

Instrumentos: Los instrumentos utilizados son los siguientes:

Guía de entrevista: Con el fin de aportar soluciones adecuadas al problema detectado, se pudo utilizar este instrumento para conocer la perspectiva del responsable del área de mantenimiento de la empresa metalmecánica sobre la continuidad del mantenimiento productivo total en la empresa estudiada.

Hoja de datos: Esta herramienta se diseñó para evaluar la recopilación de todos los datos suministrados por la empresa, como el número de horas dedicadas al mantenimiento preventivo o correctivo, el grado de satisfacción de los clientes, etc.

Check list: este instrumento se utilizó para evaluar el cumplimiento del mantenimiento productivo total por parte de la empresa METALMECANICA.

Validación: La validación de cualquier instrumento es crucial ya que otorga credibilidad a todos los formatos de investigación que se emplearán (Hernández et al. 2017, p. 88). Por lo anterior, se entregará un certificado de validación a tres expertos en el campo del mantenimiento productivo total (TPM). Estos instrumentos de elaboración propia se someterán a un procedimiento de validación de juicios por expertos. Las constancias de validación de los tres expertos en TPM figuran en el Anexo 11. Sobre la base de estas certificaciones, se estableció que el porcentaje de validación de los instrumentos era del 83,3%, lo que significa que tenían una buena validez.

Tabla 1. Matriz de técnicas e instrumentos.

Objetivo	Técnica	Instrumento
Determinar en qué medida la aplicación de la metodología TPM para aumentar la disponibilidad de máquinas afectará el nivel de servicio al cliente en una empresa Metalmecánica.	Observación directa	Diagrama de Ishikawa y Pareto
Determinar la disponibilidad inicial de las máquinas.	Encuesta	Guía de entrevista
Determinar el nivel del servicio del cliente actual.	Análisis documental	Hoja de datos
Ejecutar el mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas.	Observación directa	Guía de entrevista
Evaluar la afectación del nivel de servicio al cliente final.	Encuesta	Guía de entrevista

Fuente: elaboración propia.

Confiabilidad: se utilizó el coeficiente alfa de Cronbach para determinar la fiabilidad del cuestionario que se utilizaría. Los cálculos de fiabilidad figuran en el Anexo 10, y se determinó que el coeficiente era de 0,859, lo que indica que el cuestionario tiene un alto nivel de fiabilidad.

3.5. Procedimientos

Para realizar esta investigación como primer paso se hizo la búsqueda sistemática de los artículos científicos para poder hallar información necesaria para la redacción de la investigación.

En el segundo paso se debe realizar la coordinación con la empresa para que puedan brindar los datos solicitados para realizar esta encuesta y así realizar recomendaciones para mejorar el mantenimiento de sus activos fijos.

El tercer paso consiste en proceder con el diagnóstico del estado actual de la empresa. Para ello, se realizará una encuesta entre los responsables de mantenimiento para determinar todas las causas potenciales de la baja disponibilidad de las máquinas. A continuación, se utilizará el diagrama de Ishikawa para recopilar todas las respuestas dadas en el cuestionario por los responsables de mantenimiento y se crearán unos gráficos recurrentes para determinar las principales razones de la baja disponibilidad de los activos fijos.

Como cuarto paso, para determinar el grado de satisfacción de los clientes con los servicios ofrecidos por las empresas estudiadas, nos propusimos evaluar el grado de atención al cliente ofrecido por las empresas metalmecánicas.

En el quinto paso, se estableció la disponibilidad inicial de las máquinas para saber cuántas horas están en uso y cuántas están paradas.

Como sexto paso, todas las razones de la baja disponibilidad de los activos fijos se abordaron utilizando el 50% de los pilares de mejora orientada, mantenimiento autónomo, planificación del mantenimiento y formación, de acuerdo con el enfoque TPM.

Como séptimo paso se determinó el nivel final de servicio al cliente o el índice de crecimiento de la satisfacción del cliente de la empresa Metalmecánica después de utilizar la metodología TPM.

Por último, la hipótesis se redujo en el octavo paso utilizando la herramienta estadística t student y el programa estadístico SPSS V22. En este paso, fue necesario que el valor de t student fuera inferior al margen de error de la encuesta, o inferior a 0,05, para aceptar las hipótesis alternativas de la investigación; en caso contrario, se acepta la hipótesis nula.

3.6. Método de análisis de datos

Tabla 2. *Método de análisis de datos.*

Objetivo específico	Técnica de procesamiento	Instrumento	Resultados
Determinar la disponibilidad inicial de las máquinas en una empresa metalmecánica.	Análisis documental	Formato de tiempo medio entre fallas	Se halló el porcentaje de disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa en estudio.
	Análisis documental	Formato de tiempo medio para reparar	
	Análisis documental	Formato de disponibilidad	
Determinar el nivel de servicio al cliente actual de una empresa metalmecánica.	Entrevista	Cuestionario de nivel de satisfacción	Se determinó el nivel de satisfacción de los clientes de manera inicial.
Ejecutar el mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de una empresa metalmecánica.	Observación directa	Formato de pilar mejoras enfocadas	Se diseñó y ejecutó la metodología TPM dentro de la empresa Sima Metalmecánica.
	Análisis documental	Formato de pilar mantenimiento autónomo	
	Análisis documental	Formato de pilar mantenimiento planificado	
	Análisis documental	Formato de pilar capacitaciones	
Evaluar la afección del nivel de servicio al cliente final en una empresa metalmecánica.	Entrevista	Cuestionario de nivel de satisfacción	Se determinó el aumento del nivel de servicio al cliente de manera estadística.
	Prueba t student para muestras independientes	Software SPSS V. 22	

Fuente: Elaboración Propia.

3.7. Aspectos éticos

En cuanto a la ética, la investigación tiene en cuenta la Resolución UCV 00126-2020 del Consejo Universitario, el respeto a la integridad, la ética y los ideales de investigación, el respeto al sistema antiplagio, que debe tener una tasa de plagio inferior al 20%, y el respeto a toda la información aquí suministrada. El nombre de la persona que solicite información para participar en la investigación se mantendrá en secreto. Para preparar un trabajo en ingeniería industrial, cada investigación se redactará en ISO respetando los derechos de autor.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinar la disponibilidad inicial de las máquinas de una empresa metalmeccánica.

Con la ayuda del responsable de mantenimiento y de los operarios del área, se lleva a cabo la disponibilidad de las máquinas. Los datos de tiempo de mantenimiento, horas de mecanizado y número de reparaciones se determinan para aplicar el MTTR (tiempo medio de reparación); el MTBF (tiempo medio entre fallas) y, como resultado, la disponibilidad inicial de cada máquina.

Con base en los datos que la empresa obtiene semanalmente, se calculó el tiempo medio entre fallas (MTBF), como se puede apreciar en la tabla siguiente.

Tabla 3. Análisis del tiempo medio entre fallas iniciales en las máquinas.

Sistemas	Horas de procesos	Número de reparaciones	MTBF por máquina
Torno paralelo	41.5	2	20.8
Mandrinadora	46.1	2	23.1
Dobladora de placa	52.4	2	26.2
Prensa dobladora	53.2	4	13.3
Taladro radial	47.5	2	23.8
Formadora de rodillos	46.3	3	15.4
Compresor de aire	50.6	1	50.6
Fresadora	38.8	4	9.7
Cepillo vertical	35.3	2	17.7
Cizalla	36.6	4	9.2
Promedio del MTBF de las máquinas	44.8	2.6	21.0

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmeccánica.

En la tabla 3 vemos los datos recogidos para una semana de trabajo, los datos promedios obtenidos por la entidad, aquí se comprendió que la maquinaria promedio tarda 21 horas en tener alguna avería en cualquier momento de la operación, en otras palabras, durante la semana de trabajo existe un promedio de una máquina cada 21 horas de trabajo inactiva afecta directamente el trabajo de mantenimiento en curso.

Después de eso, se calculó el tiempo medio de reparación (MTTR) como se a continuación.

Tabla 4. Análisis del tiempo medio para reparar iniciales de la máquina.

Máquina	Número de reparaciones	Horas de reparación	MTTR por máquina
Torno paralelo	2	12	6.0
Mandrinadora	2	6	3.0
Dobladora de placa	2	45	22.5
Prensa dobladora	4	20	5.0
Taladro radial	2	28	14.0
Formadora de rodillos	3	36	12.0
Compresor de aire	1	30	30.0
Fresadora	4	60	15.0
Cepillo vertical	2	21	10.5
Cizalla	3	26	8.7
Promedio del MTTR de las máquinas	2.50	28.40	12.67

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmecánica.

En la tabla 4 se observa que el tiempo medio de reparación de estas máquinas fuera de servicio es de 12,67 horas, es decir, por cada avería de una máquina, los empleados de la empresa tardan un promedio de 12,67 horas en la reparación, una cantidad muy elevada si se tiene en cuenta su implicación en la entrega. El servicio de atención al cliente perjudica a la empresa.

La disponibilidad inicial de las máquinas que investigó la entidad se estableció después de disponer de los datos MTBF y MTTR, como se ilustra en el gráfico adjunto.

Tabla 5. Disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa.

Máquinas	MTTR por máquina	MTBF por máquina	Disponibilidad por máquina (%)
Torno paralelo	6.00	20.75	77.57
Mandrinadora	3.00	23.05	88.48
Dobladora de placa	22.50	26.20	53.80
Prensa dobladora	5.00	13.30	72.68
Taladro radial	14.00	23.75	62.91
Formadora de rodillos	12.00	15.43	56.26
Compresor de aire	30.00	50.60	62.78
Fresadora	15.00	9.70	39.27
Cepillo vertical	10.50	17.65	62.70
Cizalla	8.67	9.15	51.36
Promedio de la disponibilidad inicial de las máquinas	12.67	20.96	62.33%

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmeccánica.

Según los datos del cuadro 5, la primera actividad de la máquina duró como promedio un 62,33% del tiempo. Esto indica que, por cada 100 horas de funcionamiento de una empresa metalúrgica, sólo se pueden emplear 62,33 horas de la máquina. La empresa se verá forzada a retrasar la entrega de pedidos a los clientes, ya que el equipo ha estado fuera de servicio durante 37,67 horas. Cálculo de la disponibilidad de la máquina con un porcentaje inicial bajo. Por lo tanto, empleamos los cuatro pilares del mantenimiento integrado de la producción para mejorar la disponibilidad de la máquina.

4.2. Determinar el nivel de servicio al cliente actual de una empresa metalmeccánica.

Para determinar el nivel de servicio al cliente de la empresa metalmeccánica, se aplicó un cuestionario a 10 clientes que la empresa tiene actualmente.

Tabla 6. Nivel de competencia de la empresa.

Competencia	ENCUESTADOS	
	f	%
Siempre	3	30
Casi siempre	0	0
Rara vez	0	0
Casi nunca	0	0
Nunca	7	70
TOTAL	10	100%

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmecánica.

En la tabla 6 se puede apreciar que el 30% de los clientes externos de la empresa metalmecánica dieron una apreciación de que siempre están de acuerdo con la competencia que realiza la empresa, mientras que el 70% no está de acuerdo.

Tabla 7. Nivel de confianza de la empresa.

Confianza	ENCUESTADOS	
	f	%
Siempre	7	70
Casi siempre	0	0
Rara vez	0	0
Casi nunca	0	0
Nunca	3	30
TOTAL	10	100%

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmecánica.

La tabla 7 nos indica que el 70% de los clientes externos de la empresa metalmecánica indicaron que siempre están de acuerdo con el nivel de confianza que proporciona la empresa, mientras que el 30% se mostraron en desacuerdo.

Tabla 8. Nivel de compromiso de la empresa.

Compromiso	ENCUESTADOS	
	f	%
Siempre	9	90
Casi siempre	0	0
Rara vez	0	0
Casi nunca	0	0
Nunca	1	10
TOTAL	10	100%

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmecánica.

En la tabla 8 nos indica que el 90% de los clientes externos de la empresa metalmecánica siempre está conforme con los compromisos que asume la empresa, mientras que sólo el 10% está en desacuerdo.

Tabla 9. Nivel de comunicación de la empresa.

Comunicación	ENCUESTADOS	
	f	%
Siempre	4	40
Casi siempre	0	0
Rara vez	0	0

Casi nunca	0	0
Nunca	6	60
TOTAL	10	100%

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmecánica.

La tabla 9 indica que, aunque el 60% de los consumidores externos de la empresa no están de acuerdo con las comunicaciones de la empresa, el 40% de ellos afirma estar siempre de acuerdo con ellas.

Tabla 10. Nivel de gestión de conflictos de la empresa.

Gestión de conflictos	ENCUESTADOS	
	f	%
Siempre	5	50
Casi siempre	0	0
Rara vez	0	0
Casi nunca	0	0
Nunca	5	50
TOTAL	10	100%

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmecánica.

La tabla 10 indica que el 50% de los clientes externos de la empresa metalmecánica manifestaron su satisfacción por estar siempre de acuerdo con la gestión adecuada de los conflictos suministrados por la empresa, mientras que el 50% se mostraron en desacuerdo.

4.3. Ejecutar el mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de una empresa metalmecánica.

Para aplicar el Mantenimiento Productivo Total, se consideran los cuatro pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM), con la finalidad de llegar a la causa raíz de la baja disponibilidad de las máquinas.

Fase 1: Mejoras enfocadas.

Las mejoras específicas de este pilar del TPM se centran en el control de calidad general, en el que las actividades de mantenimiento se llevan a cabo para ayudar a identificar el origen de un problema, de modo que pueda llevarse a cabo el mantenimiento adecuado. Para ello, primero analizaremos cómo se trazan los procesos y cómo interactúan dentro de una organización metalmeccánica.

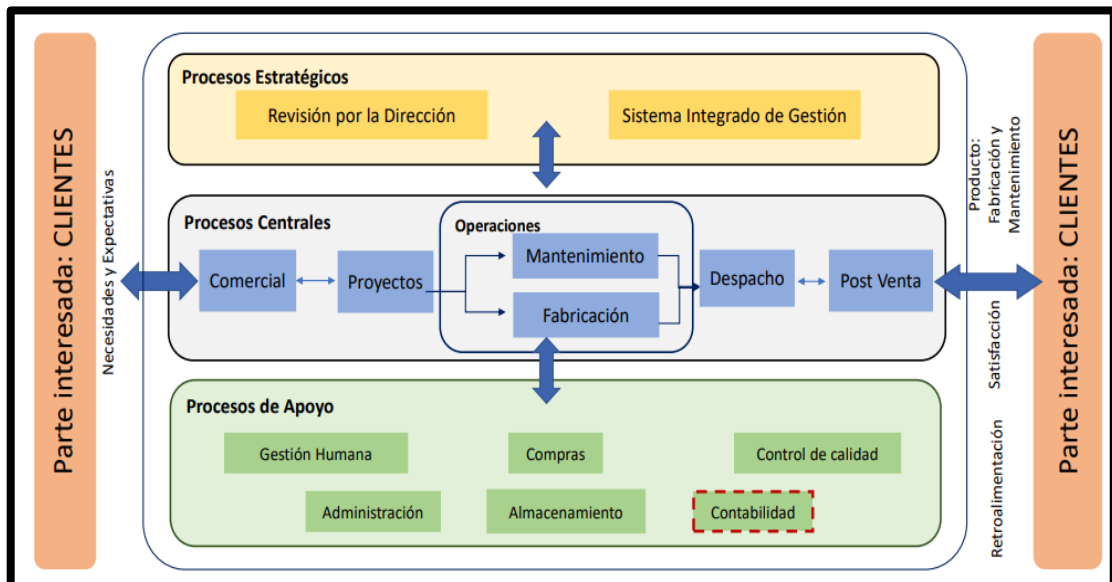


Figura 1. Mapa e interacción de procesos de la empresa metalmeccánica.

Fuente: Elaboración propia

Los artículos de incorporación fueron aceptados en julio de 2022, como se muestra en el diagrama de flujo de la Figura 1. El área encargada de dar a los clientes las estimaciones técnicas y financieras previas a la realización de los negocios es el proceso fundamental de ejecución del proyecto, lo que significa que se trata de un proceso comercial. Operaciones de proyecto (área encargada de realizar las respectivas visitas técnicas a las instalaciones de la empresa cliente para establecer los cronogramas de eventos), Control de calidad (se encarga de elaborar y presentar a los clientes los registros de

calidad para la realización del proyecto) y Postventa (área encargada de gestionar el seguimiento a los clientes que han finalizado la obra en 1 año).

Por un lado, se explican con detalle los procesos de apoyo como la gestión de personal (que se encarga de contratar al personal operativo y administrativo), la administración y contabilidad (que se encarga de llevar los libros de la empresa), las compras (que se encarga de localizar proveedores para la adquisición de insumos para el proyecto) y el almacén (que se encarga de recibir los materiales, maquinaria e insumos de acuerdo con la orden de compra). Los últimos procesos son los estratégicos, como la Revisión por la Dirección (encargada de supervisar la gestión de la organización) y el Sistema Integrado de Gestión (encargado de asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad y calidad en la empresa).

El almacén de la empresa Metalmecánica, donde se guardaban su maquinaria y equipos para las labores de mantenimiento, se representa en el anexo 12 como prueba del diseño primitivo y del caos que allí existía.

Con el uso de la técnica de las 5S, en el anexo 13 nos indica cómo almacenar los materiales de forma que se mejore la calidad y se evite que los equipos se degraden o funcionen mal mientras se utilizan.

Tabla 11. Descripción de la implementación de la metodología 5S.

Criterio	Descripción
1 S: Seleccionar	Se clasificaron las herramientas necesarias de acuerdo al uso que este tiene al día de trabajo.
2 S: Ordenar	Se ordenaron todas las herramientas necesarias para la actividad que se esté realizando y no tener ningún inconveniente al momento de ir a buscar alguna herramienta.
3 S: Limpiar	Se realizó limpieza en toda el área de almacén de la empresa, para tener un orden

durante la jornada laboral, eliminando de esa manera la suciedad y desperdicio que se genera en el trabajo.

4 S: Estandarizar

Se adquirió estantes para poder mantener un orden y clasificación adecuada de los materiales de la empresa.

5 S: Disciplina

Se realizó capacitaciones para mantener la mejora continua de las 4 S implementadas en el área de almacén de la empresa.

Fuente: elaboración propia.

La nueva organización en el área de almacén de la empresa (véase la figura 2) refleja la mejora en la aplicación de las primeras 4S, y el programa de capacitación 5S (véase la tabla 11) refleja la aplicación de la quinta S.

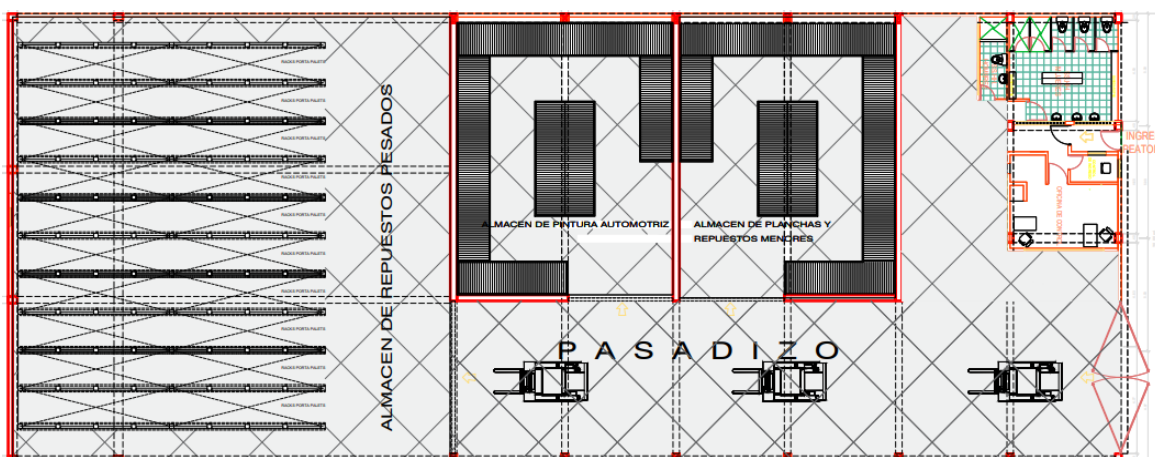


Figura 2. Nuevo layout mejorado del área de almacén

Fuente: elaboración propia (anexo 14).

En la figura 2 podemos ver el layout ya mejorado de acuerdo con las primeras 4S, mostrando el orden, clasificación, limpieza de materiales, además, los procedimientos para cada una de las primeras 4S se muestran en el proceso de almacenamiento de materiales (Anexo 13). El Anexo 14 muestra los cambios en el orden de almacenamiento de la empresa.

Tabla 12. Cronograma de aplicación de las 5S

#	Temas de mejoras enfocadas	Responsable	Personal a capacitar	Tiempo	Jul-22	Ago-22	Set-22	% meta
1	1 S: Seleccionar	Tesista Díaz y Sánchez	Personal del área de almacén de la empresa metalmecánica	1 hora	P E			100%
2	2 S: Ordenar			1 hora	P E			100%
3	3 S: Limpiar			1 hora	P E			100%
4	4 S: Estandarizar			1 hora	P E			100%
5	5 S: Disciplina			1 hora	P E			100%

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla 12 nos da a conocer el plan de capacitación 5S que se ejecutó como mejora significativa en el área de reparaciones de la empresa metalmecánica, y se concluye que el porcentaje de cumplimiento de la capacitación desde julio de 2022 hasta septiembre de 2022 es del 100%.

Fase 2: Mantenimiento autónomo.

El objetivo del mantenimiento autónomo en este pilar del TPM es identificar posibles problemas futuros, registrar el tiempo perdido cuando la máquina está parada y también registrar cada avería de la máquina para mejorar el control. Teniendo en cuenta lo anterior, se crean procedimientos detallados para el mantenimiento preventivo, el mantenimiento correctivo y la gestión del mantenimiento, con el fin de que la empresa pueda realizar siempre las mejoras necesarias, ya sea realizando el mantenimiento preventivo o el mantenimiento correctivo. En relación con el procedimiento, véase el anexo 15.

Fase 3: Mantenimiento preventivo.

se diseñó un plan de mantenimiento preventivo en este pilar, con la finalidad de tomar precauciones contra todo tipo de averías que puedan producirse al cambiar aceites, desgaste de piezas, vibraciones, temperatura elevadas, etc.

Con respecto a estas fallas, se consideran de mantenimiento causando una alerta dentro del área, permitiendo una respuesta rápida. El Anexo 16 establece un plan de mantenimiento para la máquina de una Empresa metalmecánica en el que se mantienen los sistemas de gestión, hidráulicos, motores eléctricos y motores eléctricos para proporcionar la cantidad máxima de horas para la máquina cuando la empresa realiza trabajos de mantenimiento. El plan de mantenimiento se prepara desde abril de 2022 hasta septiembre de 2022, la tasa de cumplimiento es del 100% y la disponibilidad de la máquina mejora significativamente.

El Anexo 17 Muestra informes de mantenimiento de máquinas y evidencia de mantenimiento preventivo en 10 máquinas de estudio.

Fase 4: Capacitación y formación de operadores.

La empresa plantea programas de formación para el personal con el fin de alcanzar el objetivo de este pilar del TPM de fomentar el desarrollo de rutinas (hábitos) basadas principalmente en los conocimientos y habilidades de los trabajadores.

El programa de formación para los meses de junio y septiembre de 2022 figura en el anexo 18, cumpliendo plenamente el plan anterior.

4.4. Evaluar la afectación del nivel de servicio al cliente final.

Una vez implantado el mantenimiento productivo total en la actividad metalmecánica, seguimos evaluando las ganancias obtenidas en términos de nivel de atención al cliente y de disponibilidad final de las máquinas.

Tabla 13. Nivel de competencia de la empresa final.

Competencia	ENCUESTADOS	
	f	%
Siempre	9	90
Casi siempre	1	10

Rara vez	0	0
Casi nunca	0	0
Nunca	0	70
TOTAL	10	100%

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmecánica.

La Tabla 13 indica que el 90% de los clientes externos de la empresa metalmecánica indicaron que siempre aprueban la competencia practicada por la empresa, mientras que el 10% respondieron que casi siempre la aprueban.

Tabla 14. Nivel de confianza de la empresa final.

Confianza	ENCUESTADOS	
	f	%
Siempre	10	100
Casi siempre	0	0
Rara vez	0	0
Casi nunca	0	0
Nunca	0	0
TOTAL	10	100%

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmecánica.

La tabla 14 indica que todos los clientes externos de la empresa metalmecánica expresaron su aprecio por la fiabilidad de la empresa al afirmar que siempre están de acuerdo con ella.

Tabla 15. Nivel de compromiso de la empresa final.

Compromiso	ENCUESTADOS	
	f	%
Siempre	10	100
Casi siempre	0	0
Rara vez	0	0
Casi nunca	0	0
Nunca	0	0
TOTAL	10	100%

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmecánica.

La tabla 15 indica que todos y cada uno de los clientes externos de la empresa metalmecánica expresaron su gratitud y conformidad con los compromisos alcanzados por la empresa.

Tabla 16. Nivel de comunicación de la empresa

Comunicación	ENCUESTADOS	
	f	%
Siempre	8	80
Casi siempre	2	20
Rara vez	0	0
Casi nunca	0	0
Nunca	0	0
TOTAL	10	100%

Fuente: Datos obtenidos de la empresa metalmecánica.

La Tabla 16 indica que el 80% de los clientes externos de la empresa metalmecánica expresaron su aprecio diciendo que siempre están de acuerdo con la comunicación proporcionada por la empresa, mientras que el 20% dijeron que casi siempre están de acuerdo.

Tabla 17. Nivel de gestión de conflictos de la empresa final.

Gestión de conflictos	ENCUESTADOS	
	f	%
Siempre	9	90
Casi siempre	1	10
Rara vez	0	0
Casi nunca	0	0
Nunca	0	0
TOTAL	10	100%

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmecánica.

La tabla 17 indica que el 90% de los clientes externos de la empresa metalmecánica expresaron su agradecimiento por las técnicas adecuadas de gestión de conflictos ofrecidas por la organización, y el 10% lo expresó prácticamente con frecuencia.

El tiempo medio entre fallas (MTBF) se determinó utilizando la información que la empresa recibe cada semana, como se puede visualizar en la tabla siguiente.

Tabla 18. Análisis del tiempo medio entre fallas finales en las máquinas.

Máquinas	Horas de procesos	Número de reparaciones	MTBF por máquina
Torno paralelo	48	2	31.7

Mandrinadora	48	2	32.1
Dobladora de placa	54	1	45.3
Prensa dobladora	55	1	55.2
Taladro radial	50	1	61.9
Formadora de rodillos	53	1	71.1
Compresor de aire	53	1	80.9
Fresadora	53	1	88.0
Cepillo vertical	50	1	100.6
Cizalla	51	0	126.5
Promedio del MTBF de las máquinas	51	1	69.32

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmeccánica.

La tabla 18 indica los datos recogidos para una semana laboral, los datos medios proporcionados por la empresa. De estos datos se desprende que la máquina normal tarda 69,32 horas en averiarse en cualquier momento de funcionamiento, lo que significa que, durante la semana laboral, hay una media de una máquina cada 69,32 horas de trabajo inactivo, lo que repercute directamente en el trabajo de mantenimiento en curso.

Después de eso, se calculó el tiempo medio de reparación (MTTR) como se puede visualizar a continuación.

Tabla 19. Análisis del tiempo medio para reparar finales en las máquinas.

Máquina	Número de reparaciones	Horas de reparación	MTTR por máquina
Torno paralelo	2	0.85	0.6
Mandrinadora	2	0.75	0.5
Dobladora de placa	1	0.65	0.5
Prensa dobladora	1	0.60	0.6
Taladro radial	1	0.55	0.7
Formadora de rodillos	1	0.45	0.6
Compresor de aire	1	0.45	0.7
Fresadora	1	0.18	0.3
Cepillo vertical	1	0.15	0.3
Cizalla	0	0.10	0.3
Promedio del MTTR de las máquinas	0.89	0.47	0.50

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmeccánica.

La tabla 19 nos da a conocer que hay maquinas fuera de servicio, lo cual indica que el tiempo medio de reparación de estas máquinas es de 0.50 horas, es decir, que el personal de la empresa necesita un promedio de 0,50 horas para arreglar cada avería de la máquina, lo que supone una cifra pequeña en comparación con el primer resultado obtenido.

Una vez obtenidos los registros MTBF y MTTR, se determinó la disponibilidad final de las máquinas estudiadas por la entidad, tal y como nos indica en la tabla siguiente

Tabla 20. Disponibilidad final de las máquinas de la empresa.

Máquinas	MTTR por máquina	MTBF por máquina	Disponibilidad por máquina (%)
Torno paralelo	0.57	31.67	98.24
Mandrinadora	0.50	32.07	98.46
Dobladora de placa	0.54	45.33	98.82
Prensa dobladora	0.60	55.20	98.92
Taladro radial	0.69	61.88	98.90
Formadora de rodillos	0.60	71.07	99.16
Compresor de aire	0.69	80.92	99.15
Fresadora	0.30	88.00	99.66
Cepillo vertical	0.30	100.60	99.70
Cizalla	0.25	126.50	99.80
Promedio de la disponibilidad final de las máquinas	0.50	69.32	99.28%

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmecánica.

La tabla 20 nos indica que hay un porcentaje de 99.28% con respecto a la disponibilidad media de las máquinas, esto implica que sólo hay 99,28 horas de máquinas en actividad por cada 100 horas de trabajo de la empresa metalmecánica. Se trata de un indicador elevado en comparación con la

disponibilidad inicial, que era baja. A continuación, se comprueba la disponibilidad de las máquinas, tanto la inicial como la final; la tabla resumen que figura a continuación muestra los resultados.

Tabla 21. Comparacion de la disponibilidad de máquinas.

Máquinas	Disponibilidad inicial	Disponibilidad final (%)
Torno paralelo	77.57%	98.24
Mandrinadora	88.48%	98.46
Dobladora de placa	53.80%	98.82
Prensa dobladora	72.68%	98.92
Taladro radial	62.91%	98.90
Formadora de rodillos	56.26%	99.16
Compresor de aire	62.78%	99.15
Fresadora	39.27%	99.66
Cepillo vertical	62.70%	99.70
Cizalla	51.36%	99.80
Promedio de la disponibilidad	62.78%	99.08%

Fuente: datos obtenidos de la empresa metalmecánica (ver tabla 5 y tabla 20).

En la tabla 21 notamos sobre que la disponibilidad de máquinas se incrementó un 36.30% en relación a la disponibilidad inicial obtenido, es decir, se aumentó en promedio 36.30 horas de trabajo.

A continuación, utilizamos estos datos a fin de evaluar las hipótesis del estudio, para lo cual empleamos la herramienta estadística t student y el programa estadístico SPSS V. 22

	<i>Disponibilidad inicial</i>	<i>Disponibilidad final</i>
Media	0.62781	0.99083
Varianza	0.01982	0.00003
Observaciones	10.00000	10.00000
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.75296	
Diferencia hipotética de las medias	0.00000	
Grados de libertad	9.00000	
Estadístico t	-7.93052	
P(T<=t) una cola	0.00001	
Valor crítico de t (una cola)	1.83311	
P(T<=t) dos colas	0.00002	
Valor crítico de t (dos colas)	2.26216	

Figura 3. Análisis estadístico de la disponibilidad de máquinas

Fuente: base de datos de estudio.

La aplicación del método TPM para aumentar la disponibilidad de las máquinas, según la hipótesis alternativa de la encuesta (Figura 3), también aumentará los niveles de servicio al cliente de la empresa metalmeccánica. Dado que el estadístico t de Student de dos colas es inferior al margen de error de la encuesta (0,05) y es 0,00002, se confirma esta hipótesis.

Tabla 22. Costo beneficio de la mejora.

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
COSTOS de operación PRE		10,500	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500
Materiales		2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Mantenimiento		6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
CIF		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
COSTOS de operación POST		7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
Materiales		2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Mantenimiento		3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
CIF		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Beneficio		3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
Inversiones Tangibles	2,700						
Repuestos y accesorios	1,200						
Bienes y servicios	1,200						
Papelería y útiles de oficina	300						
Inversiones Intangibles	4,500						
Servicio de agua y desagüe	1,200						
Servicio de suministro de energía	1,500						
Viáticos y asignaciones	1,000						
Otros gastos	800						
Imprevistos (5%)	360						
TOTALES NETOS	-7,560	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
Cálculo del VAN		6,050.34					
Costo de Oportunidad del capital (COK)		14%					
Cálculo de la TIR		40.20%					
Cálculo del ratio Beneficio / Costo		1.80					

La Tabla 22 indica que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 40.20%, superior al COK (Costo de Oportunidad del Capital), que es la tasa que exige el inversionista. En consecuencia, el proyecto tiene una alta rentabilidad, dejando una ganancia neta de S/. 6,050.34 soles en el transcurso de seis meses. Adicionalmente, el costo beneficio es de 1.80, lo que implica que, por cada sol que se invierte, la empresa gana 0.80 soles.

V. DISCUSIÓN

Como objetivo general de la investigación se planteó determinar en qué medida la aplicación de la metodología TPM para incrementar la disponibilidad de las máquinas afectará el nivel de servicio al cliente en la empresa Metalmecánica, para ello, La tabla 21 muestra un aumento del 36,30% de la disponibilidad de las máquinas con respecto al nivel de referencia, es decir, un promedio de 36,30 horas de trabajo y La figura 4 muestra el valor del estadístico t de Student de dos colas de 0,00002, que es inferior al margen de error de la encuesta (0,05), lo que valida la hipótesis alternativa de la encuesta propuesta, que afirma que el uso de la metodología TPM para aumentar la disponibilidad de las máquinas mejorará los niveles de servicio al cliente en una empresa metalmecánica. Estos resultados son coherentes con la investigación de Canahua de 2021, en la que aplicó el 50% de los pilares del TPM, incluido el mantenimiento autónomo y planificado, la capacitación y la mejora enfocada, la mejora del cumplimiento para el mantenimiento preventivo y el mantenimiento autónomo, y un aumento de la cifra de mérito del 49,44% al 94,64%, el factor de rendimiento del 76,68% al 93,34%, y el factor de disponibilidad del 86,70% al 96,88%. Estos resultados están en desacuerdo con la hipótesis planteada por Cáceres y Gámez (2019), que demuestra que el propósito del TPM es mejorar la productividad del equipo exigiendo que todas las partes y equipos involucrados creen, utilicen o mantengan el equipo y adquieran un mantenimiento eficiente. También, Khan (2021) para aumentar la disponibilidad de sus activos fijos tomo como punto de referencia a implementa la metodología TPM y tuvo como resultado un aumento en la eficiencia y también la operatividad del proceso de mantenimiento a través de la provisión de máquinas y equipos, lo que se tradujo en un aumento de la productividad del 24,5 % y un beneficio económico del 11,3 % para la organización; y llego a la conclusión que el uso del Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una herramienta empresarial necesaria para cumplir con la ejecución de objetivos en el proceso de mantenimiento, aumentando la disponibilidad de los equipos del 12,7% al 24,5% del tiempo disponible. Estos resultados son respaldados por Walpole y Myers (2018) quienes señalan que con la implementación adecuada de TPM durante este período de

estabilización, todos los empleados de la empresa están trabajando continuamente para mejorar los resultados de TPM, por lo que se puede esperar que persista en el tiempo.

La tabla 3 indica los datos recogidos a lo largo de una semana de trabajo para abordar el primer y el segundo objetivos específicos. Según las estadísticas medias de la empresa, se sabe que la máquina media tarda 21 horas en averiarse en cualquier periodo de funcionamiento, Es decir, la tabla 4 revela que el tiempo promedio de reparación de estas máquinas fuera de servicio es de 12,67 horas, lo que implica que los trabajadores de la empresa necesitan una media de 12,67 horas para arreglar cada avería de la máquina

Según la tabla 5, la disponibilidad inicial de las máquinas es por término medio del 62,33%, lo que significa que sólo hay 62,33 horas de máquinas disponibles por cada 100 horas que trabaja la empresa de metalmecánica, La máquina está siendo sometida a mantenimiento correctivo durante estas horas, lo que resulta en 37,67 horas de inactividad, retrasando la entrega de pedidos a los clientes. El análisis de la Tabla 6 indica que el 30% de los clientes externos de la empresa metalmecánica valoran positivamente la competencia de la empresa; El cuadro 7 demuestra que el 70% de los clientes externos de la empresa metalmecánica aprecian y coinciden constantemente con la confianza que se ha depositado en ellos; la tabla 8 muestra que el 90% de los clientes externos de la metalmecánica son agradecidos y consistentemente están de acuerdo con el compromiso de la empresa; la tabla 9, el 40% de los clientes externos de las empresas metalmecánicas expresaron su agradecimiento por estar consistentemente de acuerdo con la comunicación brindada por la empresa; la tabla 10 muestra que el 50% de los clientes externos de las empresas metalmecánicas expresaron su agradecimiento por estar consistentemente de acuerdo con la correcta gestión de conflictos brindada por la empresa. la empresa. Estos resultados se asemejan a las investigaciones encontradas de Palomino y Takumori (2020), que utilizaron la metodología TPM para desarrollar y analizar en profundidad estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo continuo en un entorno donde la incertidumbre es crítica y los datos operativos determinaron que la disponibilidad aumentó al 90% y

concluyeron que la propuesta tuvo éxito a través de simulaciones, reduciendo el tiempo medio entre fallos de 13 horas a 7 horas, una reducción del 15%. Estos resultados son respaldados por Walpole y Myers (2018) quienes señalan que con la implementación adecuada de TPM durante este período de estabilización, todos los empleados de la empresa están trabajando continuamente para mejorar los resultados de TPM, por lo que se puede esperar que persista en el tiempo. Sin embargo, Angulo y Orellana (2021) quienes también implementaron la metodología del mantenimiento productivo total dentro de una empresa metalmecánica, en los resultados, a través de la perspectiva de la manufactura norteamericana, se identificó evidencia empírica para interrogar tendencias en TPM por su mal uso, y se concluye que la mantenibilidad tuvo una reducción de 20.4 horas a 1.5 horas; la fiabilidad aumentó de 12.8 horas a 48.6 horas y por consecuencia la disponibilidad aumentó de 76.48% a 97.21%. Estos resultados favorables se centran en las teorías de Bakirtzis (2018) quien indica que las ventajas del TPM están diseñadas para optimizar la eficiencia integral de los equipos y reducir los costes incurridos durante el ciclo operativo de la máquina, y requiriendo la participación de todos los empleados de la Empresa. Serna (2021) encontró una situación similar, cuando implementó TPM en una empresa de procesamiento de metales, mostrando que las tareas relacionadas con el área del proyecto. concluyendo que la mantenibilidad tuvo una reducción de 25.3 horas a 2.4 horas; la fiabilidad aumentó de 7.6 horas a 50.2 horas y por consecuencia la disponibilidad aumentó de 75.37% a 98.39%. Estos aumentos de indicadores de mantenimiento, se centra en la teoría de Viveros, et al. (2019) indicando que se conoce el arreglo o la reparación, se conoce la falla y, utilizando esa información con la ayuda de la experiencia que se tuvo, para el propósito que se desea.

Soluciones para el tercer y cuarto objetivo especificado, la tabla 18 muestra los datos recogidos durante una semana de trabajo, los datos promedios proporcionados por la empresa, se reconoce que la máquina promedio demora 69,32 horas en averiarse, es decir, durante la semana laboral, en promedio, una máquina está inactiva cada 69,32 horas de trabajo, lo que incide directamente en las labores de mantenimiento en curso; los trabajadores de la

empresa necesitan en promedio 0,50 horas para reparaciones, lo que es un número bajo en comparación con los resultados obtenidos por primera vez. La Tabla 20, nos indica que la disponibilidad media final de las máquinas es del 99,28%, lo que se traduce en 99,28 horas de máquinas activas disponibles por cada 100 horas. Se trata de una buena señal en comparación con la disponibilidad inicial, que era baja. Estos resultados concuerdan con los de la investigación de Peykarjou y Maleskshahi de 2020, que descubrieron que el plan era eficaz mediante simulaciones, reduciendo la duración de 13 a 7 horas, respectivamente, y disminuyendo el tiempo de inactividad en un 15%, lo que permitía empezar a investigar de inmediato. A su vez, Fornés et. al. (2021) como resultado se pudo detectar el 76% de las máquinas; 78% en el equipo; 42% en gastos de capacitación y un costo promedio mensual de 15,260 pesos por maquinaria; en cuanto a equipos a 1,860 pesos, no hay récord mundial en términos de los costos de mantenimiento, y se puede concluir que al realizar un plan de mantenimiento que incluya las actividades diarias y semanales que los operadores tienen que realizar a las máquinas y equipos, esto ayudará a mantenerlos en mejores condiciones y alargar su vida útil, con la disponibilidad de maquinaria incrementada en un 21.7% con respecto a la diagnóstico inicial. Sin embargo, Mohammed (2020) comprobó que la aplicación del programa TPM se reflejó en un aumento del 12,4% de los beneficios debido a la disminución de los gastos de mantenimiento, las reducciones de los costos de seguros debido a la falta de suministros y la mayor disponibilidad de los equipos. La herramienta se instaló con éxito, mejorando la eficiencia en un 22,2% y prolongando su vida útil, lo que ayudará a las ventas a mediano plazo.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: Se determinó que el tiempo medio entre fallas, el tiempo medio de reparación y la disponibilidad inicial de las máquinas eran de 21 horas, 12,67 horas y 62,33%, alternativamente. Esto significa que, por término de promedio, las máquinas están operativas 62,33 horas de cada 100 horas de trabajo.

Conclusión 2: se determinó que el 30% de los clientes externos consideran que la empresa metalmecánica es competente; el 70% consideró que tienen una alta confianza en la empresa metalmecánica; el 90% expresaron que la empresa es muy comprometida con sus trabajos; el 40% dijeron que la empresa siempre comunica los avances y retrasos que haya en el proyecto y el 50% considera que la empresa maneja adecuadamente la gestión de conflictos que puede atravesar.

Conclusión 3: La empresa metalmecánica adoptó los cuatro pilares del mantenimiento productivo total: mejoras enfocadas, mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y formación para el personal operativo.,

Conclusión 4: se determinó que el tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparar y la disponibilidad de las máquinas de manera inicial, fue de 69.32 horas, 0.50 horas y 99,28% respectivamente, esto indica que, en promedio por cada 100 horas de trabajo, las máquinas están activas 99.28 horas, a su vez, Según los hallazgos, había un 36,30% más de disponibilidad en comparación con el diagnóstico inicial.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: recomendar a la empresa metalmecánica que toda esta metodología debe planificarse y concretarse en todas las áreas de la compañía en la brevedad posible para poder incrementar y/o conservar la producción, eficiencia y disponibilidad de esto, pero también el adecuado seguimiento para logra el objetivo.

Recomendación 2: recomendar a todo el personal que labora en planta esté totalmente inmerso, capacitado y comprometido en poder realizar esta mejora, asimismo, que la empresa debe realizar una adecuada “Distribución de planta” a plazo largo para una fluidez productiva, ya e los productos son en línea ósea cada operación necesita de otra.

Recomendación 3: recomendar que es elemental la experiencia laboral, el conocimiento; porque ayuda a resolver los imprevistos que pueden suscitarse, entonces se aconseja seguir capacitando a todo el personal: electricistas, mecánicos y operarios en general, también en temas de mantenimiento, mejoras enfocadas, calidad y seguridad ocupacional.

Recomendación 4: Se recomienda que la línea de decisión estratégica de la empresa adopte herramientas como TPM como mejora continua del sistema de producción, al menos en otras máquinas críticas para mantener una alta disponibilidad, es una sabia decisión realizar las mejoras realizadas como disciplina diaria, integrando las áreas de producción y mantenimiento como coordinación que debe existir y estrategias efectivas para una comunicación fluida.

REFERENCIAS

ALAVEDRA, Carol; GASTELU, Yumira; MÉNDEZ, Griseyda; MINAYA, Christian; PINEDA, Brandon; PRIETO, Krisley; RÍOS, Kenny y MORENO, César. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e komatsu-2013. Revista Ingeniería Industrial, Redalyc. Vol. 34 (1) pp. 11-26, 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337450992001.pdf> ISSN: 1025-9929.

ANGULO, Edwin y ORELLANA, Gianpierre. Mantenimiento para aumentar la disponibilidad de máquinas. Revista de la Universidad Privada del Norte. Vol. 4 (3) p. 1 – 25. 2021. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25690/Formato%20de%20investigaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ISSN: 4578-6985.

ANISH, Sachdeva Y VSIHAL, Sharma. Tpm- A Key Strategy for Productivity Improvement. Journal of Engineering Science and Technology. Artículo científico, (1):1-16, 2019. Disponible en: https://jestec.taylors.edu.my/Vol%206%20Issue%201%20February%2011/Vol_6_1001016MANU%20DOGRA.pdf ISSN: 1823-4690

BAKIRTZIS, Emmanouil. Storage management by rolling stochastic unit commitment for high renewable energy penetration. Electric PowerSystemsResearch, 2018, vol. 158, p. 240-249. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378779617305047> ISSN: 0378-7796

BANDALY, Dia. Postponement implementation in integrated production and inventory plan under deterioration effects: a case study of a juice producer with limited storage capacity. Production Planning & Control, 2020, vol. 31, no 4, p. 322-337. 2020. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/10.1080/09537287.2019.1636354> ISSN: 1366-5871

BAKIRTZIS, Emmanouil. Storage management by rolling stochastic unit commitment for high renewable energy penetration. Electric PowerSystemsResearch, 2018, vol. 158, p. 240-249. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378779617305047> ISSN: 0378-7796

BERNAL, Wilmar. y PARRA, Elkin. Plan de aplicación del TPM para los equipos y herramientas de la planta de fabricación y ensamblaje de vehículos de Niko Racing Colombia. Bogotá, Colombia. 2020. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/713/TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

BERNARDI, Victoria. Propuestas de mejoras en la gestión de almacenes para Intercap S.R.L. Tesis (Maestro en Dirección de Negocios) Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, Escuela de postgrado, 2020. 83 pp. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/6363/Bernardi%2c%20Victoria.%20Propuestas%20de%20mejoras%20en%20la%20gestion....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BHUNIA, Asoke. A partially integrated production-inventory model with interval valued inventory costs, variable demand and flexible reliability. Applied Soft Computing, 2020, vol. 55, p. 491-502. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.02.012> ISSN: 1568-4946

CÁCERES, Ober. y GAMEZ, Jeanpierre. Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de granallado, empresa JCB estructuras S.A.C., 2019. Lima, Perú, Disponible en: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2619/IND_T030_74450211_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CANAHUA, Nohemy. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. Ind. Data - Scielo, 24(1), pp.49-76. 2021 Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-99932021000100049&script=sci_arttext&tIng=pt

CARDONA, José y CABRERA, Juan. Gestión de inventario y almacenamiento de materias primas en el sector de alimentos concentrados. Revista EIA, 2018, vol. 15, no 30, p. 195-208. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/1492/149259394013/149259394013.pdf> ISSN: 1794-1237

CEPEDA, Valeria; CHÁVEZ, Howard y LOZA, Carlos. Relational marketing applied to the metalworking sector of the province of Tungurahua. Revista Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación. Uniandes EPISTEME, vol. 9 (2) pp. 204-216, 2022. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8477231> ISSN: 1390-9150.

CONDEZO, Gustavo. Implementación de la metodología TPM para mejorar la productividad del proceso de mantenimiento correctivo de los equipos de maquinaria pesada de construcción con la empresa Cosapi S.A. Lima 2019. Lima, Perú. 2019. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23482/Condezo%20Lopez%2c%20Gustavo%20.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

CRESPO, Francisco. Descripción detallada del sistema EWM de gestión de almacenes de SAP. Tesis (Maestro en Ingeniería Industrial) Bilbao: Universidad del País Vasco, Escuela de Posgrado, 2018. 164 pp. Disponible en: https://addi.ehu.eus/bitstream/handle/10810/29795/TFM_FranciscoCrespoL%c3%b3pez.pdf?sequence=3&isAllowed=y

DONG, Min. Real-time residential-side joint energy storage management and load scheduling with renewable integration. IEEE Transactions on Smart Grid, 2016, vol. 9, no 1, p. 283-298. 2016. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1109/TSG.2016.2550500> ISSN: 1553-8774

ESPITIA, Gabriel y TRUJILLO, Kimberly. Desarrollo de un sistema de gestión de almacenamiento para empresas productoras de vino (caso-bodegas añejas Ltda). Revista de Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información, 2019, vol. 6, no 11. Disponible en: <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/500/425> ISSN: 2339-3270

FONSECA, Milton., HOLANDA, Ubiratan., CABRAL, Jandecy. y REYES, Tirso. Programa de gestión de mantenimiento a través de la implementación de herramientas predictivas y de TPM como contribución a la mejora de la eficiencia

energética en plantas termoeléctricas. DYNA, 82(194), pp. 139-149. 2018. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/496/49643211018.pdf>

FORNÉS, René, CONANT, Marco, CANO, Adolfo y GUTIERREZ, Roberto. Sistemas de gestión en mantenimiento: propuesta de un TPM en una empresa productora de marcos y molduras de la región. Revista de Tecnologías en Procesos Industriales, 4 (10), pp.11-17. 2021. Disponible en: [https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Tecnologías en Procesos Industriales/vol4num10/Revista de Tecnologi%20en%20Procesos Industriales V4 N10 2.pdf](https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Tecnologías%20en%20Procesos%20Industriales/vol4num10/Revista_de_Tecnologi%20en%20Procesos%20Industriales_V4_N10_2.pdf)

GARCIA, José., RICO, Lázaro. y ROMERO, Jaime. Factores tecnológicos asociados al éxito del Mantenimiento preventivo total (TPM) en maquilas. CULCyT, 8(45). 2018. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7054176.pdf>

GARCÍA, Juan y MARTINEZ, Rafael. Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. Intangible Capital – Redalyc, 9 (3), pp. 823-853. 2021. Disponible de: <https://www.redalyc.org/pdf/549/54928893011.pdf>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación. Quinta edición. México D.F.: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, 2017. 613pp. Disponible en: [https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa de la Investigaci%C3%B3n 5ta edici%C3%B3n Roberto Hern%C3%A1ndez Sampieri](https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_5ta_edici%C3%B3n_Roberto_Hern%C3%A1ndez_Sampieri) ISBN: 978-607-15-0291-9.

HUAMANCHUMO, Vicente. y PÉREZ, Jack. Análisis de experiencias de aplicación de la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM) en empresas de manufactura en el periodo 2010-2020. Lima, Perú. 2021. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28100/Huamanchumo%20De%20La%20Cruz%20Vicente%20-%20Perez%20Carrion%20Jack%20Michael.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

JIMÉNEZ, Fernando. Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial. [En línea]. 2°. Ed. Malaga: IC Editorial, 2021 [fecha de consulta: 07 de abril del 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=EP1qDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq>

[=mantenimiento+preventivo&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwix4ePo8a7IAhXqtlkKHQOZCaQQ6AEIKDAA#v=onepage&q=mantenimiento%20preventivo&f=false](#)
ISBN:978-84-9198-339-2

KHAN, Mohammed. Fuzzy logic-based energy storage management system for MVDC power system of all electric ship. IEEE Transactions on Energy Conversion, 2021, vol. 32, no 2, p. 798-809. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1109/TEC.2017.2657327> ISSN: 2190-3287

LIONO, Jonathan. QDaS: Quality driven data summarisation for effective storage management in Internet of Things. Journal of Parallel and Distributed Computing, 2019, vol. 127, p. 196-208. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2018.03.013> ISSN: 0743-7315

MANSOURI, Yaser y TOOSI, Adel. Data storage management in cloud environments: Taxonomy, survey, and future directions. ACM Computing Surveys (CSUR), 2017, vol. 50, no 6, p. 1-51. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1145/3136623> ISSN: 0360-0300

MOHAMMED, Osama. Hybrid energy storage management in ship power systems with multiple pulsed loads. Electric PowerSystemsResearch, 2020, vol. 141, p. 50-62. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1016/j.epsr.2016.06.031> ISSN: 0378-7796

NAVARRETE, Carlos y GUTIÉRREZ, Oscar. Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios. Revista ciencia UNEMI, 2017, vol. 10, no 22, p. 29-38. Disponible en: <https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/441/357> ISSN: 1390-4272

PALOMINO, Anthony. y TAKUMORI, Marcelo. Propuesta para mejorar la disponibilidad de equipos en el sector construcción para una empresa de alquiler de máquinas pesadas. Lima, Perú. 2020. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPC_31f6a6e9aca1b953287c56016e8672b7

PEÑA, Tania. La complejidad del análisis documental Información, cultura y sociedad. revista del Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas, Buenos Aires.

(16): 55-81, 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2630/263019682004.pdf> ISSN: 1514-8327

PEYKARJOU, Kambiz Y MALEKSHAHI, Tahereh. An investigation on the effect of technology on total factor productivity improvement of insurance firms. Management Science Letters. Artículo científico, (7):1591-1594, 2020. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.5267/j.msl.2014.5.029> ISSN: 1923-9335

REÁTEGUI, Giamcarlo. Propuesta de implementación de un sistema de gestión de almacenes en una empresa manufacturera del rubro minero. Tesis (Maestro en Dirección de Operaciones y Logística) Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Escuela de postgrado, 2019. 101 pp. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6869/COCA_K_ARLA_ANALISIS_DIAGNOSTICO_MEJORA_GESTION_ALMACENAMIENTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SARIC, Amalia. Diseño de mejora en la gestión de almacenes e inventarios y su relación con los costos logísticos en la empresa veterinaria Otuzco. Tesis (Ingeniero Industrial) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2019. 148 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22333/Saric%20L%c3%b3pez%20Amalia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SERNA, Daniel. Dinámica de sistemas en la gestión de inventarios. Ingenierías USBMed, 2021, vol. 9, no 1, p. 75-85. Disponible en: <http://revistas.usbbog.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/3305/2782> ISSN: 2027-5846

SHUPINGAHUA, Erick. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria línea amarilla, empresa CONCREMAX - Lurín, 2020. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería industrial. Universidad César Vallejo, Perú. 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64569?show=full>

SOTO, Danyzca y YERBASANTA, Abel. Gestión de abastecimiento para mejorar el nivel de servicio al cliente en la empresa B.C. Ingeniería Industrial S.A.C., Chimbote 2021. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería industrial.

Universidad César Vallejo, Perú. 2021. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/89110/Soto_NDN-Yerbasanta_CAG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TORRES, Oswaldo; ENRÍQUEZ, Jenny y VALLEJOS, Alex. Atención al cliente: un análisis al servicio que brindan los restaurantes en la ciudad de Ibarra – Ecuador. Revista HOLAPRAXIS Ciencia, Tecnología e Innovación. Vol. 3 (1) pp. 1-14, 2019. Disponible en: <https://www.revistaholopraxis.com/index.php/ojs/article/view/104> ISSN: 2588-0942.

TORO, Fabiola. Diseño de una política de inventario (s,Q) en una empresa distribuidora de productos químicos como herramienta para la minimización de los costos de almacenamiento. Tesis (Maestro en Control de Operaciones y Logística) Guayaquil: Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Escuela de postgrado, 2019. 133 pp. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/36271?locale=es>

VIVANCO, Manuel. Muestreo estadístico diseño y aplicaciones. Santiago: Universidad de Chile, 2016. 53 pp. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=gr5l3LbpIC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false> ISBN: 9561987180

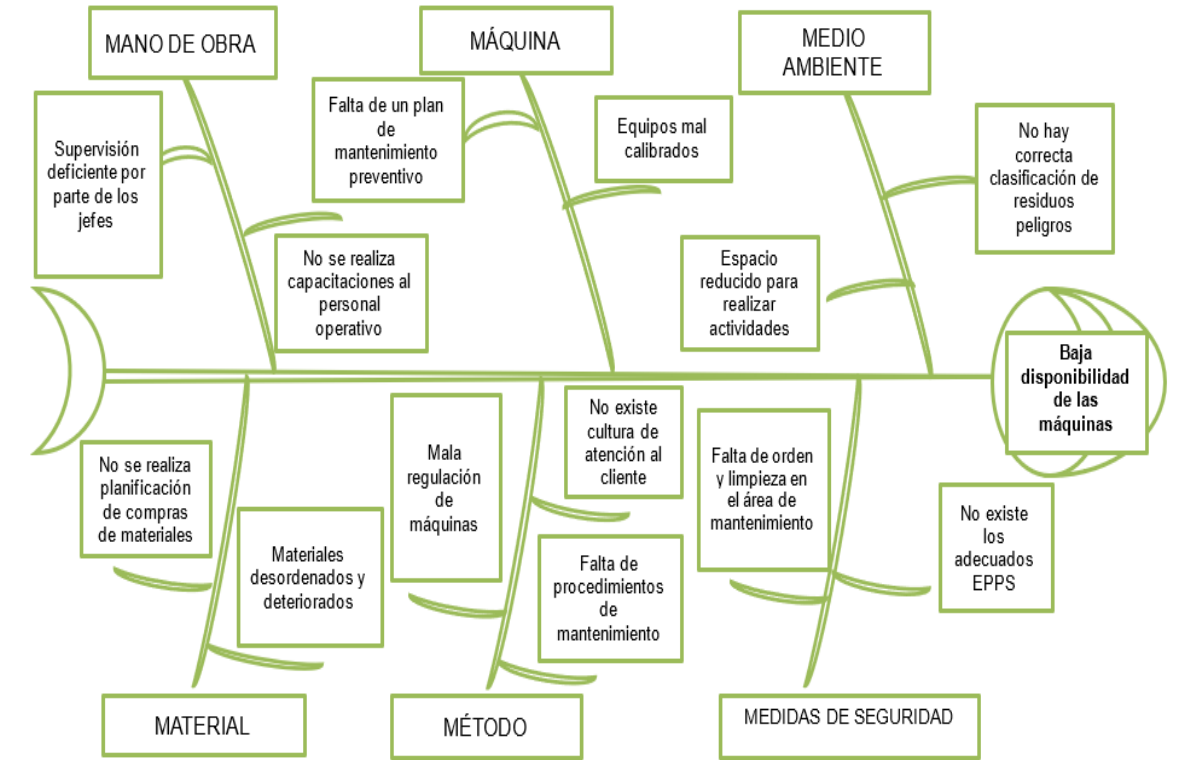
VIVEROS, Pedro, STEGMAIER Rodolfo, KRISTJANPOLLER, Fernando, BARBERA, Luis and CRESPO, Andrea. Proposal for a maintenance management model and its main support tools. I will engineer. (1): 10-21, 2019. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071833052013000100011&lng=en ISSN: 0011 - 2918

WALPOLE, Rigoberto y MYERS Renato. Probability and statistics for engineers. Pearson (7): 45-61, 2018. Disponible en: https://faculty.ksu.edu.sa/sites/default/files/probability_and_statistics_for_engineers_and_scientists.pdf ISSN: 0654 – 5432

ZAPATA, Carla. Design of a preventive maintenance management system for the H and L II plant equipment at the Orinoco Alfredo Maneiro steelworks. Experimental Polytechnic (9): 098-112, 2018. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.3233/THC-2012-0670> ISSN: 1256-6543

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de Ishikawa realizado en el área de mantenimiento de SIMA.



Anexo 2 Fotos de los trabajos realizados en SIMA.

- Maquinarias que son utilizados para el mecanizado de piezas y hacer agujeros, así como se visualiza en las imágenes, a un torno y taladro vertical



- A continuación, se puede apreciar aquellas Maquinas de soldar que están en mal estado, las cuales se han utilizado para apuntalamiento y armado de las partes del puente de alma llena y que actualmente requieren de su mantenimiento y reparación



- A continuación, se puede apreciar a una maquina roladora, en la cual se utiliza para fabricar virolas,



- En la siguiente imagen se muestra una máquina de soldar industrial, que ocupa un espacio de 3 mts x 18 mts, por lo cual está parada y no le dan funcionamiento por falta de mantenimiento



Anexo 3. Datos de la disponibilidad de máquinas.

Máquinas	MTTR por máquina	MTBF por máquina	Disponibilidad por máquina
Torno paralelo	6.00	20.75	77.57
Mandrinadora	3.00	23.05	88.48
Dobladora de placa	22.50	26.20	53.80
Prensa dobladora	5.00	13.30	72.68
Taladro radial	14.00	23.75	62.91
Formadora de rodillos	12.00	15.43	56.26
Compresor de aire	30.00	50.60	62.78
Fresadora	15.00	9.70	39.27
Cepillo vertical	10.50	17.65	62.70
Cizalla	8.67	9.15	51.36
Promedio de la disponibilidad inicial de las máquinas	12.67	20.96	62.33%

Fuente: datos extraídos de una empresa metalmecánica.

Anexo 4. Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de Medición
Variable Independiente: Disponibilidad de máquinas	Alavedra, et al (2016, p. 13) indica que la disponibilidad de un equipo o sistema es una medida que indica cuanto tiempo está funcionando ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante el periodo en el que se desea que funcione.	Del mismo modo, Alavedra, et al (2016, p. 14), expresa que la disponibilidad está ligada con el tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo medio para reparar (MTTR) de un equipo o sistema.	Tiempo medio entre fallas (MTBF): representa el tiempo promedio que una máquina sufre una falla.	$MTBF = \frac{\text{Horas de operación}}{\text{Nº de fallas detectadas}}$	A	Razón
			Tiempo medio para reparar (MTTR): representa el tiempo promedio que le toma a la empresa reparar la máquina	$MTTR = \frac{\text{Tiempo de reparación}}{\text{Nº de fallas detectadas}}$	B	Razón
			Disponibilidad: representa la cantidad de horas que se encuentra activa una máquina para trabajar.	$Disp: \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100\%$	C	Razón
Variable dependiente: Nivel de servicio al cliente	El servicio al cliente es uno de los pilares básicos para lograr el posicionamiento en el mercado, tanto las empresas industriales como las de servicios procuran dirigir todos sus esfuerzos hacia la satisfacción total de sus clientes actuales y potenciales, con la finalidad de captar en retribución valor de los clientes para generar utilidades y capital de los mismos (Torres, et al, 2019, p. 3).	Cepeda, et al (2022, p. 206) expresa que el servicio al cliente tiene las dimensiones de competencia, confianza, compromiso, comunicación y gestión de conflictos.	Competencia: esta se encuentra vinculada al proveedor donde este debe tener claro lo que busca el cliente.	Cumplir con las expectativas del cliente	1-3	Ordinal
				Estrategias enfocadas a la satisfacción del cliente	4-6	
			Confianza: son las respectivas obligaciones o responsabilidad que cada una de las partes adquiere.	Cumplimiento contraídos del cliente	7-8	
				Confianza en sus clientes	9-10	
			Compromiso: es la fuerte relación entre el empeño por mantener los beneficios a largo plazo.	Frecuencia de clientes	11-12	
				Beneficios para clientes frecuentes	13-14	
			Comunicación: esta hace referencia a la transmisión de información que se produce por las partes, que genera confianza y es parte importante del nivel de servicio.	Tendencias actuales	15-16	
				Aceptación de criterios de sus clientes	17-18	
	Recepción de sugerencias de mejora	19-20				
	Evaluación de riesgos existentes	21-22				

Fuente: elaboración propia.

Anexo 5. Matriz de consistencia.

Problema	Objetivos:	Variables / categorías	Metodología
¿En qué medida la aplicación de la metodología TPM para aumentar la disponibilidad de máquinas afectará el nivel de servicio al cliente en una empresa Metalmecánica?	General:	Variable 1/independiente / categorías Disponibilidad de máquinas	Enfoque: Cuantitativo
	Determinar en qué medida la aplicación de la metodología TPM para aumentar la disponibilidad de máquinas afectará el nivel de servicio al cliente en una empresa Metalmecánica.		Alcance: Explicativo
Hipótesis	Específicos		Diseño: Pre experimental
La aplicación de la metodología TPM para aumentar la disponibilidad de máquinas mejorará el nivel de servicio al cliente en una empresa Metalmecánica	OE1: Determinar la disponibilidad inicial de las máquinas.	Variable 2/dependiente / categorías Nivel de servicio al cliente	Población: 10 máquinas y 5 clientes.
	OE2: Determinar el nivel del servicio del cliente actual.		Muestra: 10 máquinas y 5 clientes.
	OE3: Ejecutar el mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas.		Técnicas: Observación directa Entrevista Análisis documental
	OE4: Evaluar la afectación del nivel de servicio al cliente final.		Instrumentos: Diagrama de Ishikawa y Pareto Guía de entrevista Hoja de datos
			Prueba de contrastación de hipótesis: t student – software estadístico SPSS 22.

Anexo 6. Matriz de ítems.

Problema de investigación	Objetivos	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica	Instrumento	Escala de medición
¿En qué medida la aplicación de la metodología TPM para aumentar la disponibilidad de máquinas afectará el nivel de servicio al cliente en una empresa Metalmeccánica ?	<p>General: Determinar en qué medida la aplicación de la metodología TPM para aumentar la disponibilidad de máquinas afectará el nivel de servicio al cliente en una empresa Metalmeccánica.</p> <p>Objetivos específicos: Determinar la disponibilidad inicial de las máquinas.</p> <p>Determinar el nivel del servicio del cliente actual.</p> <p>Ejecutar el mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas.</p> <p>Evaluar la afectación del nivel de servicio al cliente final.</p>	<p>Variable 1: Disponibilidad de máquinas</p>	<p>Alavedra, et al (2016, p. 13) indica que la disponibilidad de un equipo o sistema es una medida que indica cuanto tiempo está funcionando ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante el periodo en el que se desea que funcione.</p> <p>El servicio al cliente es uno de los pilares básicos para lograr el posicionamiento en el mercado, tanto las empresas industriales como las de servicios procuran dirigir todos sus esfuerzos hacia la satisfacción total de sus clientes actuales y potenciales, con la finalidad de captar en retribución valor de los clientes para generar utilidades y capital de los mismos (Torres, et al, 2019, p. 3).</p>	<p>Del mismo modo, Alavedra, et al (2016, p. 14), expresa que la disponibilidad está ligada con el tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo medio para reparar (MTTR) de un equipo o sistema.</p>	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	MTBF = (Horas de operación) / (N° de fallas detectadas)		Observación directa	Hoja de datos	Razón
					Tiempo medio para reparar (MTTR)	MTTR = (Tiempo de reparación) / (N° de fallas detectadas)				
					Disponibilidad	$(MTBF / (MTBF + MTTR)) \times 100\%$				
					Competencia	Cumplir con las expectativas del cliente	1-3			
						Estrategias enfocadas a la satisfacción del cliente	4-6			
					Confianza	Cumplimiento contraídos del cliente	7-8			
		Confianza en sus clientes	9-10							
		Compromiso	Frecuencia de clientes	11-12						
			Beneficios para clientes frecuentes	13-14						
		Comunicación	Tendencias actuales	15-16						
			Aceptación de criterios de sus clientes	17-18						
		Gestión de conflictos	Recepción de sugerencias de mejora	19-20						
Evaluación de riesgos existentes	21-22									
		<p>Variable 2: Nivel de servicio al cliente</p>		Cepeda, et al (2022, p. 206) expresa que el servicio al cliente tiene las dimensiones de competencia, confianza, compromiso, comunicación y gestión de conflictos.				Encuesta	Guía de entrevista	Ordinal

Fuente: elaboración propia.

Anexo 7. Formato de tiempo medio entre fallas. **(A)**

Máquinas	Horas de procesos	Número de reparaciones	MTBF por máquina
Promedio del MTBF de las máquinas			

Fuente: elaboración propia.

Anexo 8. Formato de tiempo medio de reparación. **(B)**

Máquina	Número de reparaciones	Horas de reparación	MTTR por máquina
Promedio del MTTR de las máquinas			

Fuente: elaboración propia.

Anexo 9. Formato de disponibilidad. **(C)**

Máquinas	MTTR por máquina	MTBF por máquina	Disponibilidad por máquina
Promedio de la disponibilidad inicial de las máquinas			

Fuente: elaboración propia.

Anexo 10. Cuestionario de nivel de servicio al cliente.

INSTRUCCIONES:

Lea detenidamente las siguientes afirmaciones y marque con una “x” dentro de los recuadros dados, la alternativa que se acomode a su experiencia recuerde solo marcar una sola y mantener en cuenta para su respuesta la escala valorativa que se presenta a continuación:

ESCALA VALORATIVA

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	Rara vez	Casi siempre	Siempre

N°	DIMENSIONES	ESCALA DE VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
DIMENSIÓN 1: COMPETENCIA						
01	Considera que la empresa busca cumplir con las expectativas del cliente.					
02	La misión y visión de la empresa busca la satisfacción del cliente.					
03	La empresa considera como factor clave la satisfacción del cliente.					
04	Existe en la empresa estrategias enfocadas a la satisfacción del cliente.					
05	Dentro de la empresa se premia los esfuerzo emitidos hacia el cliente.					
06	La empresa invierte en capacitación al personal enfocados al servicio al cliente.					
DIMENSIÓN 2: CONFIANZA						
07	Considera que la empresa cumple con todas sus obligaciones contraídas con el cliente.					
08	Posee indicadores para medir el nivel de cumplimiento con el cliente.					
09	La empresa brinda la confianza de cumplimiento a sus clientes.					
10	La empresa confía en sus clientes.					
DIMENSIÓN 3: COMPROMISO						
11	La empresa cuenta con clientes frecuentes.					

12	La empresa recibe clientes nuevos recomendados de los clientes.					
13	La empresa tiene políticas o beneficios para los clientes frecuentes.					
14	Considera que la empresa mantiene una política de compromiso con sus clientes.					
DIMENSIÓN 4: COMUNICACIÓN						
15	La empresa comunica a sus clientes e interesados sobre las tendencias actuales.					
16	La empresa mantiene una comunicación abierta y constante con sus clientes.					
17	Considera que la empresa es comunicativa sobre sus productos e información en general con el medio.					
18	La empresa es abierta sobre los criterios de sus clientes.					
DIMENSIÓN 5: GESTIÓN DE CONFLICTOS						
19	La empresa recibe de forma abierta comentarios o sugerencias para mejorar.					
20	Considera que la empresa toma en cuenta los comentarios de terceros para mitigar riesgos.					
21	La empresa evalúa los riesgos existentes de forma continua.					
22	La empresa cuenta con planes de contingencia para responder a diferente tipos de conflictos internos y externos.					

Gracias por su colaboración.

Fuente: adaptación del artículo científico de Cepeda, et al (2022).

CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO.

#	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	Total
1	5	2	4	2	2	3	3	2	2	2	3	2	5	3	2	2	3	2	5	3	2	2	61
2	3	3	2	1	1	3	2	1	1	1	2	1	3	2	1	1	2	1	3	2	1	1	38
3	4	4	3	3	2	1	2	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	2	3	1	1	1	40
4	5	3	5	2	2	2	4	2	2	2	3	2	4	3	2	2	3	2	4	3	2	1	60
5	2	4	1	3	1	1	3	2	1	1	2	1	4	2	1	1	2	1	4	2	1	2	42
6	4	1	2	1	1	2	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	33
7	3	2	5	2	2	1	3	2	1	2	1	2	3	2	1	2	1	2	3	2	1	2	45
8	2	2	2	3	1	1	2	1	1	1	2	1	4	4	1	1	2	1	4	4	2	2	44
9	5	4	3	2	2	2	1	1	1	2	3	2	3	2	1	2	3	2	3	2	1	1	48
10	4	3	4	1	1	2	3	1	2	1	3	1	3	3	2	1	3	1	3	3	1	1	47
VAR	1.3	1.1	1.9	0.7	0.3	0.6	0.7	0.3	0.2	0.3	0.7	0.3	1.1	0.9	0.2	0.3	0.7	0.3	1.1	0.9	0.3	0.3	79.5

suma de var/item	14.33
k	22
alfa	0.859

Análisis de la confiabilidad: Utilizando el método del Alfa de Cronbach y aplicado a una muestra piloto de 10 clientes con características similares a la muestra, siendo así un resultado de $\alpha_1 = 0,859$ y según la escala de ubicación, el resultado se ubica en el rango [0,72 – 0,99], lo que indica que el instrumento es **de excelente confiabilidad**, lo que permite inferir que el instrumento a utilizar es CONFIABLE.

Escala para determinar la Confiabilidad

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Anexo 11. Validación de instrumentos.

Yo, Carlos Alberto Rojas Cienfuego, de profesión Ingeniero Industrial, ejerciendo actualmente como Gerente de Operaciones en la empresa Consultoría e Ingeniería TQI EIRL.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos de elaboración propia (los cuales se hallan en los anexos 2 al 13); a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Aumentar la disponibilidad de las máquinas para incrementar el nivel de servicio al cliente mediante la metodología TPM en la empresa Sima Metalmecánica"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 21 días del mes de junio del año 2022.




Ing. CIP. Carlos Alberto Rojas Cienfuegos
N° CIP. 139455
GERENTE DE OPERACIONES
CONSULTORIA E INGENIERIA TQI E.I.R.L.

Yo, Samir Joel Escobedo Bejarano, de profesión Ingeniero Industrial, ejerciendo actualmente como SUB GERENTE GENERAL en la empresa ASM ENVIRONMENTAL COMPANY SAC.


Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos de elaboración propia (los cuales se hallan en los anexos 2 al 13); a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Aumentar la disponibilidad de las máquinas para incrementar el nivel de servicio al cliente mediante la metodología TPM en la empresa Sima Metalmecánica"

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			x	
Amplitud de contenido				x
Redacción de los ítems				x
Claridad y precisión			x	
Pertinencia			x	

En Chimbote, a los 21 días del mes de junio del año 2022.




ING. SAMIR JOEL ESCOBEDO BEJARANO
CIP 264016
Sub Gerente General
ASM ENVIRONMENTAL COMPANY SAC


Yo, Luis Miguel Rodríguez Ramírez, de profesión Ingeniero Agroindustrial, ejerciendo actualmente como Jefe de planta en la empresa Corporacion Pesquera Hillary SAC.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos de elaboración propia (los cuales se hallan en los anexos 2 al 13); a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Aumentar la disponibilidad de las máquinas para incrementar el nivel de servicio al cliente mediante la metodología TPM en la empresa Sima Metalmecánica"

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			x	
Amplitud de contenido			x	
Redacción de los ítems				x
Claridad y precisión			x	
Pertinencia				x

En Chimbote, a los 21 días del mes de junio del año 2022.



RODRIGUEZ RAMIREZ LUIS MIGUEL
ING. AGROINDUSTRIAL
Reg. Colegio de Ingenieros CIP Nº 163713

Validez de los instrumentos.

Calificación del Ing. Carlos Alberto Rojas Cienfuego

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					16

Fuente: Elaboración propia.

Calificación del Ing. Samir Joel Escobedo Bejarano.

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	4
TOTAL					17

Fuente: Elaboración propia.

Calificación del Ing. Luis Miguel Rodríguez Ramírez.

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	4
TOTAL					17

Fuente: Elaboración propia.

Consolidado de la calificación de expertos

Nombre del experto	Calificación de validez	% Calificación
Ing. Carlos Alberto Rojas Cienfuego	16	80%
Ing. Samir Joel Escobedo Bejarano	17	85%
Ing. Luis Miguel Rodríguez Ramírez	17	85%
Calificación	17	83.3%

Fuente: Elaboración propia.

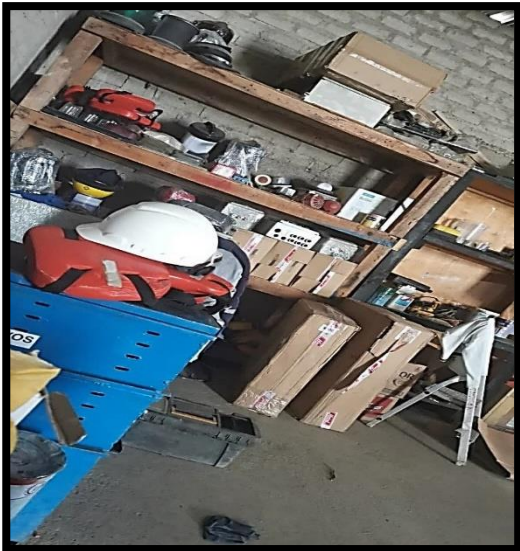
Escala de validez de instrumentos

Escala	Indicador
0.00-0.53	Validez nula
0.54-0.59	Validez baja
0.60-0.65	Valida
0.66-0.71	Muy valida
0.72-0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Fuente: Oseda y Ramírez, 2011, p. 154.

Anexo 12. Evidencias del diagnóstico inicial del área de almacén de la empresa metalmecánica.





Anexo 13. Manual de procedimiento de almacenamiento.

OBJETIVO

Determinar la correcta ubicación de los materiales e insumos, en base a su nivel de rotación optimizando el espacio utilizado, así como considerar las condiciones de los ambientes donde se almacena la misma para garantizar que conserve sus características. Esto aplica a toda la mercadería o existencia física de la empresa metalmecánica.

ALCANCE

Es aplicable al almacenamiento de toda mercadería o existencia física de la empresa en sus instalaciones.

RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

Jefe de Almacén

- Organizar las actividades necesarias para cumplir con el presente procedimiento en el área de almacén
- Mantener la zona de tránsito despejada para la circulación.
- Mantener los rótulos existentes en los embalajes en la parte frontal de la ruma para facilitar su identificación.
- Mantener el área en adecuado estado de higiene y organización siguiendo lo estipulado.
- Efectuar el aislamiento de los agentes físicos y químicos que puedan perjudicar los productos almacenados.
- Mantener la demarcación del piso de todo almacén, de las áreas de almacenaje y de las áreas de circulación.
- Al iniciar las tareas cada operario a cargo se asegura que las infraestructuras, maquinarias y equipos estén en buen estado, limpios y desinfectados (si corresponde) y libres de cualquier plaga de acuerdo con los procedimientos de mantenimiento, procedimientos de limpieza y desinfección.

DESCRIPCION GENERAL DE ACTIVIDADES

Procedimiento de Almacén

Se recoge el control que se realiza a los materiales adquiridos y recibidos en el almacén de la empresa por transporte ajeno y con destino a su venta, así como su identificación. En el momento de la recepción, Almacén dispone de información sobre los pedidos realizados por Compras a los proveedores. Esta información puede consultarse a través de la orden de compra, y factura correspondiente. No obstante, se recomienda que Compras pase copia de los pedidos que Almacén le haya solicitado, por comodidad para estos últimos.

Al llegar la mercancía, los responsables de Almacén verifican que se cumplen los siguientes puntos, esto se registrará en el **R-ALM-002 “Vale de recepción”**:

El material es aceptado y pasa a recepción el producto, detallando en **R-ALM-003 “Nota de aceptación”**, siempre y cuando:

Coinciden en cantidad y tipo según el producto recepcionado, con la factura y orden de compra correspondiente.

- El estado superficial es satisfactorio, libre de óxidos, golpes, etc.
- Se envía una copia al área de administración y compras para que pueda hacer el pago correspondiente.
- Una vez aceptado el material, el jefe de almacén debe proceder a su identificación mediante una etiqueta, del cual usará la nota de aceptación de producto:
- La etiqueta debe colocarse de modo que no se suelte del paquete mediante clips o pegarlo, preferiblemente en uno de los extremos del paquete para facilitar su acceso desde los pasillos del almacén. No es necesario quitar la etiqueta del proveedor, salvo que se comunique lo contrario.

El material es rechazado y se devuelve al transportista, detallando en **R-ALM-004 “Nota de rechazo”**, siempre y cuando:

El material no es conforme según la orden de compra enviada al proveedor.

Se envía una copia al área de administración y compras que, entre otras cosas, registrará la incidencia correspondiente. Fin del Proceso.

La persona que hace la recepción

El material rechazado debe quedar identificado. Para ello se usará la nota de rechazo

Tras rechazar un material procedente de un proveedor, debe anotarse el rechazo en el Listado de Materiales Rechazados, que sirve de documento de control de estos productos.

Al final de todo este proceso, se consigue que todos los materiales conformes hayan sido comprobados y que estén listos para ser almacenados tal y como se documenta en el **R-ALM-005 “Control de Inventario”**

Para cuando el área de operaciones necesite materiales, herramientas, insumos y/o gases comprimidos, se registrará en el formato de **“Ingreso y salida de materiales - Taller”**, código **R-AL-007**

Cuando asignen un proyecto fuera de las instalaciones de La empresa metalmecánica, y requieran materiales, herramientas, insumos y/o gases comprimidos, se registrará en el formato de **“Ingreso y salida de materiales – Obra”**, con código **R-ALM-008**.

Conservación

Para evaluar la conservación en el área de almacén, se hará un **“listado y criticidad de equipos”**, código **R-ALM-001**, además de una inspección de materiales, insumos, gases comprimidos, de manera mensual, con el fin de ver lo útil y no útil en dicha área y se registrará en la **“Tarjeta para herramientas, materiales e insumos útiles”**, código **R-ALM-009** y en la **“Tarjeta para herramientas, materiales e insumos no útiles”**, código **R-ALM-010**.

Recomendaciones para la conservación

- No dejar el material de empaque a la intemperie a fin de evitar daños causados por el agua, sol, polvo, etc.

- Manipular cuidadosamente el material, sin brusquedad (no dejarlo caer ni arrojarlo al piso con fuerza), para evitar deformaciones, roturas, etc.
- Cualquier material utilizado debe estar libre de cualquier material punzo cortante (clavos, astillas de madera, etc.).
- Los materiales deben ser almacenados conservando el empaque original (bolsas o cajas) para evitar daños por polvo o suciedad.
- Manipular todo material teniendo en cuenta las recomendaciones indicadas en el empaque original (delicado, este lado arriba, alejar del calor o de la humedad, etc.).
- Se registrará el producto, insumo o material que sea peligroso, siempre y cuando sea manipulado por alguien autorizado, del cual deberá firmar en el formato de “**Autorización del Producto o insumo peligroso**”, código **R-ALM-007**.

Clasificación del almacén

Según su ubicación

Se tiene dos tipos de almacenes:

ALMACÉN PRINCIPAL: Se encuentra dentro de las instalaciones de la empresa (centro de trabajo interno) y almacena toda maquinaria, herramientas, materiales e insumos necesarios para la ejecución correcta de los procesos operativos de la empresa.

La empresa metalmecánica tiene como almacén principal al almacenamiento de herramientas y materiales.

ALMACÉN SECUNDARIO: Se encuentra dentro de las instalaciones de la empresa, pero fuera del área de almacén asignada y almacena todo insumo químico.

La empresa metalmecánica tiene 2 almacenes secundarios, uno para material inflamable y otro para gases comprimidos.

Según su infraestructura

ALMACÉN CERRADO

- Para los locales techados y cerrados lateralmente, debe considerarse:
- Disponer de buena ventilación.
- Poseer espacio suficiente para el almacenamiento, permitiendo el apilamiento.
- La empresa metalmecánica tiene como almacén cerrado, tanto como principal y secundario.
- Señalización
- En todo tipo de almacén deben existir en un lugar visible, las siguientes indicaciones o referencias:
- Prohibición de la entrada a personas extrañas o no autorizadas.
- Señalización de las Salidas de Emergencia.
- Señalización de los extintores (de acuerdo con las definiciones técnicas y legales).
- Señalización de los hidrantes (de acuerdo con las definiciones técnicas y legales). Cuando aplique.
- Señalización de las duchas y lavajojos de emergencia. Cuando aplique.
- Se debe tener a disposición las *Hoja MSDS* de cada insumo químico contenido en un determinado almacén.
- En toda estructura metálica de almacenamiento se debe colocar la carga máxima permitida para cada nivel correspondiente.
- Las estructuras metálicas de almacenamiento deberán poseer señalización en cuanto a su capacidad de carga.
- Toda existencia debe estar debidamente identificada con su clasificación de riesgo.

Criterios de almacenamiento

- Se almacena cada mercadería de acuerdo con el lugar asignado en el correspondiente almacén y su almacenamiento será de acuerdo con las cantidades existentes y a su correspondiente flujo de rotación.

- El cambio de ubicación de una determinada mercadería se realiza sólo cuando el flujo de rotación lo determina.
- Los productos de limpieza, desinfección, mantenimiento y control de plagas se almacenan de manera que no ocasionen contaminación cruzada con las materias primas e insumos.
- Se mantienen los productos organizados de tal forma que su conteo puede ser realizado de forma rápida y efectiva.
- Se toma en cuenta la capacidad de los almacenes para el almacenamiento de la mercadería designada y específica.
- Se considera el tipo de envases y embalajes: tambor, cilindro de fierro, cilindro de cartón, caja, caneca, sacos, etc.
- Mantener una distancia de separación de por lo menos 20 cm entre las paredes laterales y las rumas de los productos para asegurar la ventilación adecuada y localizar e identificar derrames, mientras la infraestructura lo permita.
- La concentración de carga en las estructuras metálicas de almacenamiento debe ser uniforme en el mejor de los casos

Altura de apilamiento

- La altura máxima de apilamiento puede variar en función de la calidad y resistencia del material utilizado en el embalaje, siendo compatibles con la capacidad de carga del piso, estructura o del rack utilizado.
- No transportar volúmenes de mercancía superiores a la altura de ojos. Empujar, NO halar.

Despacho

El jefe de Compras en coordinación de manera interna con el jefe de almacén, serán los responsables del despacho del producto terminado hacia el cliente, mediante el “**Registro de salida de equipos**”; código **R-COP-010**; y se elaborará un “**Informe de salida de equipos**”, código **D-COP-001**.

Anexo 14. Layout mejorado del área de almacén de la empresa.





Anexo 15. Procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo.

Procedimiento de calibraciones de máquinas.

Programa de calibración y verificación: El Jefe de mantenimiento, anualmente elaborará el Programa de Calibración y verificación de equipos, PR-MQ-SGI-05, estableciendo fechas de calibración o verificación de instrumentos o equipos de medición.

Dentro del Programa de Calibraciones, se considerará a los “Patrones de medición” como un ítem adicional a calibrar, debido a que son la referencia para ejecutar las verificaciones de algunos instrumentos.

Responsable: jefe de mantenimiento.

Selección del proveedor: Para la ejecución de las calibraciones, el Jefe de Calidad coordina con el Jefe de Compras para la selección del proveedor, el mismo que deba:

- Cumplir con el rango de valores para la calibración del equipo.
- Otorgar una garantía del servicio ofrecido.
- De preferencia tener una certificación de calidad (ISO 9001).
- El Jefe de Calidad verificará y tendrá la potestad de aprobar o rechazar el servicio de calibración si no cumple con los rangos de calibración solicitados.
- El proveedor seleccionado, deberá figurar en la Lista de Proveedores seleccionados F-MQ-SGI-LOG-01, bajo responsabilidad del Encargado de Logística.

Ejecución de las calibraciones: Las verificaciones las realizará el jefe de mantenimiento encargo de ello, en la frecuencia establecida en Programa de Calibración y verificación de equipos, PR-MQ-SGI-05.

El jefe de mantenimiento registrará las verificaciones realizadas en el formato Verificación de equipos según corresponda el instrumento o equipo.

Las verificaciones serán realizadas usando patrones según el tipo de instrumento de medición que corresponda. Según los resultados de la verificación se determinará si el instrumento será retirado del proceso.

Cada operario de los instrumentos de medición es responsable de hacer llegar al inspector de calidad sus instrumentos de medición para su verificación en las fechas establecidas en el Programa de Calibración y verificación de equipos, PR-MQ-SGI-05.

Procedimiento de mantenimiento preventivo.

El responsable gestiona el mantenimiento preventivo de los equipos operativos según el mes de correspondencia.

Tomando en cuenta las especificaciones del fabricante, frecuencia de uso y carga de trabajo se puede realizar una reprogramación y/o modificación de los correspondientes programas por diferentes circunstancias como:

- Resultado de las inspecciones periódicas por parte del usuario.
- Resultado de la criticidad de equipos.
- Resultado de la disponibilidad de equipos.
- Resultado de las necesidades del área.

El responsable coordina con los encargados de otras áreas, los mantenimientos preventivos programados para no interrumpir las operaciones o labores en ejecución.

La ejecución de la actividad de mantenimiento se ejecuta solicitándola según el formato Lista de requerimiento, F-MQ-SGI-LOG-06, y el Encargado de logística solicita la prestación de servicios según lo estipulado en el procedimiento de Compras y Servicios, P-MQ-SGI-LOG-03.

Se realiza el mantenimiento siguiendo los Instructivos de Mantenimiento de cada maquinaria o equipo en forma específica.

En caso se requiera un servicio, suministro o repuesto específico se genera un requerimiento mediante el formato Lista de requerimiento, F-MQ-SGI-LOG-06, esto es gestionado por el responsable y recepcionado por el Encargado de Logística.

El responsable se pone en contacto con el Proveedor del Servicio (Contratista) para las coordinaciones de la fecha de realización del trabajo.

El responsable supervisa y apoya a la empresa contratista durante el desarrollo de los trabajos según las actividades de mantenimiento especificadas, en caso que alguna actividad no se cumpla por algún motivo esta será reprogramada, por el responsable y con el encargado de área.

El responsable comunica al encargado de área correspondiente el término de los trabajos y las condiciones en que se deja el equipo, y/o instalaciones. Ambos dan conformidad del trabajo ejecutado luego de efectuar la prueba del equipo y dejando el área donde se realizó los trabajos ordenada y limpia. Visan el formato Registro de Mantenimiento, F-MQ-SGI-MAN-03, quedándose con una copia el encargado del área, el registro original es archivado por el área de mantenimiento.

Los equipos y/o maquinarias de cómputo que sufran daño y/o deterioro no correctivo, o que no es conveniente económicamente para la empresa su reparación, serán separados y catalogados como NO OPERATIVOS; y se procederá con el trámite respectivo para dar su baja definitiva.

Anexo 16. Plan de mantenimiento preventivo a las máquinas.

Cronograma de mantenimiento preventivo a las máquinas de la empresa metalmeccánica																										
Máquina	Ítems	Abr-22				May-22				Jun-22				Jul-22				Ago-22				Set-22				% meta
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
TORNO PARALELO	Planificado (P)		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	100%
	Ejecutado (E)		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E	
MANDRINADORA	Planificado (P)	P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	100%	
	Ejecutado (E)	E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		
DOBLADORA DE PLACA	Planificado (P)	P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	100%	
	Ejecutado (E)	E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		
PRENSA DOBLADORA	Planificado (P)		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	100%
	Ejecutado (E)		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E	
TALADRO RADIAL	Planificado (P)	P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	100%	
	Ejecutado (E)	E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		
FORMADORA DE RODILLOS	Planificado (P)		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	100%
	Ejecutado (E)		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E	
COMPRESOR DE AIRE	Planificado (P)	P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	100%	
	Ejecutado (E)	E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		
FRESADORA	Planificado (P)		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	100%
	Ejecutado (E)		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E	
CEPILLO VERTICAL	Planificado (P)	P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	100%	
	Ejecutado (E)	E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		
CIZALLA	Planificado (P)		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	100%
	Ejecutado (E)		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E		E	
Promedio del cumplimiento del mantenimiento preventivo																								100%		

Fuente: elaboración propia.

Anexo 17. Informes del mantenimiento de las máquinas.

I. DATOS DE EQUIPO

- Nombre del Equipo : AMOLADORA
- Código del Equipo : TFM-AMB-02-07
- Marca del Equipo : BOSCH
- Modelo : GWS 15-125

II. DATOS DEL PROVEEDOR

- Razón Social : TECNOLOGÍA FABRICACIÓN Y MANTENIMIENTO S.A.C
- RUC : 20602403441
- Nombre y Apellido : FRAY CONSTANTINO OLIVA
- DNI : 75309754
- Sector de Actividad: MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

III. COSTOS

- Costos de Mano de Obra : ---
- Costos de Materiales : --

IV. MATERIALES EMPLEADOS

Herramientas manuales: alicate de corte, destornilladores, cuchilla, cinta aislante, estaño, etc.

Herramientas eléctricas: multímetro, extensión, pistola de soldar.

V. DATOS DE MANTENIMIENTO

- Tipo de Mantenimiento : CORRECTIVO
- Avería Detectada : cambio de cables y malogrado interruptor de velocidad
- Fecha de Mantenimiento : 18-05-2019

Nota: Las averías detectadas solamente aplican para mantenimiento correctivos.

VI. DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO

- Probar amoladora
- Probar cables
- Probar interruptor
- Cambiar carbones
- Poner cables nuevos directo al switch
- Armar amoladora

VII. OBSERVACIONES

El interruptor y los cables de la amoladora BOSCH con código TFM-AMB-02-7 se encuentra en mal estado, pero no dificulta su funcionamiento al momento de ser utilizado en área de operaciones, previa coordinación con el jefe de operaciones

VIII. SUGERENCIAS

Solicitar la compra de otro interruptor y cables nuevos para el buen funcionamiento de la amoladora.

IX. ANEXOS















Anexo 18. Cronograma de capacitaciones al personal operativo de la empresa metalmecánica.

Temas del TPM	Personal a capacitar	Tiempo	Jun-22				Jul-22				Ago-22				Set-22				% meta	
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4		
Conocimiento de los pilares del TPM	Personal del área de operativa de la empresa	1 hora		P E															100%	
Metodología 5S		1 hora			P E															100%
Conocimiento de las máquinas		1 hora				P E														100%
Identificación de fallas		1 hora					P E													100%
Sistema de limpieza externa		1 hora						P E												100%
Indicaciones sobre el uso de las máquinas		1 hora							P E											100%
Procedimientos de mantenimiento preventivo		1 hora								P E										100%
Acciones correctivas ante un fallo		1 hora									P E									100%
Mejora continua		1 hora													P E					100%
Uso de EPPS		1 hora																	P E	100%

Fuente: datos obtenidos del área de mantenimiento de la empresa.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PINEDO PALACIOS PATRICIA DEL PILAR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Disponibilidad de las máquinas para incrementar el nivel de servicio al cliente mediante la metodología TPM en la empresa Sima Metalmecánica", cuyos autores son DIAZ MIÑANO BEATRIZ IRENE, SANCHEZ FERNANDEZ LEONARDO BRIAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 13 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PINEDO PALACIOS PATRICIA DEL PILAR DNI: 19082985 ORCID: 0000-0003-3058-7757	Firmado electrónicamente por: DPINEDOPA el 16- 12-2022 19:47:04

Código documento Trilce: TRI - 0485417