



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Implementación del TPM para aumentar la disponibilidad de las
máquinas de la empresa Tecnología Fabricación Mantenimiento
SAC**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTORES:

Gaspar Hurtado Emerlin (ORCID: 0000-0003-4552-7773)

Ayala Zeta Jose María (ORCID: 0000-0003-0413-4834)

ASESOR:

Msc. Purihuaman Leonardo Celso Nazario (ORCID: 0000-0003-1270-0402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA- PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por permitirnos culminar nuestros estudios superiores iluminándonos y guiándonos en cada momento para seguir por el camino correcto y así lograr alcanzar nuestras metas.

A nuestros padres, quienes se esfuerzan a diario y nos brindan incondicionalmente su apoyo moral y económico.

A nuestros hermanos, que son parte importante en nuestras vidas y por ayudarnos de alguna manera a seguir adelante durante nuestra vida universitaria.

A nuestros amigos y todas aquellas personas especiales, que en algún momento nos aconsejaron, estuvieron a nuestro lado en los días buenos y malos dándonos fuerzas y alegrías necesarias para seguir adelante.

Agradecimiento

A Dios, por guiar nuestros pasos y estar a nuestro lado ayudándonos a cumplir nuestros objetivos ya que sin el nada sería posible.

A nuestros Padres, por hacer un esfuerzo en apoyarnos en toda la etapa de nuestras vidas.

A la Universidad César Vallejo, por darnos la oportunidad de pertenecer a esta casa de estudios.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, por compartir sus enseñanzas durante nuestra vida universitaria.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	6
III.METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos	17
3.7. Aspectos Éticos.....	17
IV.RESULTADOS	18
V.DISCUSIÓN.....	54
VI.CONCLUSIONES	58
VII.RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS	60
ANEXOS.....	65

Índice de tablas

Tabla 1. Hallazgos de las principales causas.	4
Tabla 2. Técnicas e instrumentos para recolección de datos.	15
Tabla 3. Procedimiento de investigación	16
Figura 2. Diagrama de Ishikawa realizado a la empresa TFM SAC.....	18
Tabla 4. Diagrama de Pareto realizado en la empresa TFM SAC	19
Tabla 5. Resumen del cuestionario de las 5S	20
Tabla 6. Reporte de fallas iniciales.....	21
Tabla 7. Tiempo medio entre fallas (MTBF) inicial.....	22
Tabla 8. Tiempo medio para reparar (MTTR) inicial.	23
Tabla 9. Disponibilidad inicial de las máquinas.	24
Tabla 10. Implementación del TPM en la empresa.....	25
Tabla 11. Análisis 5 W – H del plan propuesto del plan de mantenimiento	28
Tabla 12. Actividades del Mantenimiento Preventivo	31
Tabla 13. Actividades del Mantenimiento Correctivo.	33
Tabla 14. Plan de mantenimiento preventivo de las máquinas en TFM SAC.....	38
Tabla 15. Descripción del mantenimiento preventivo de las máquinas.....	40
Tabla 16. Temas de capacitación.....	42
Tabla 17. Personal a dar la capacitación.....	43
Tabla 18. Costo de capacitación al personal.	44
Tabla 19. Resultados de las 5S final.	47
Tabla 20. Reporte de fallas finales	47
Tabla 21. Disponibilidad de las máquinas final.....	48
Tabla 22. Comparación de disponibilidad inicial y final de las máquinas.	49

Tabla 23. Análisis estadístico de la disponibilidad de las máquinas.	50
Tabla 24. Costo de Materiales.	51
Tabla 25. Costo de Mano de Obra.	51
Tabla 26. Costo de Capacitación al Personal.....	52
Tabla 27. Costo Total de la Implementación del TPM.	52

Índice de figuras

Figura 1. Causas halladas que generan baja disponibilidad	3
Figura 2. Diagrama de Ishikawa realizado a la empresa TFM SAC.....	18
Figura 3. Pasos para la Implementación del TPM.	26
Figura 4. Flujograma del Mantenimiento Preventivo.....	30
Figura 5. Flujograma del Mantenimiento Correctivo	32
Figura 6. PPT usado en capacitación.....	45
Figura 7. Valor Actual neto y Tasa interna de retorno.....	53

Resumen

La presente investigación; se realizó con el objetivo de implementar el TPM para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa TFM SAC, se tuvo un diseño no experimental, de enfoque cuantitativo, la población y la muestra fueron similares, estuvieron conformados por 5 máquinas de la empresa TFM SAC. Para determinar la situación inicial, se empleó el diagrama de Ishikawa y Pareto, dando como resultado que el problema central en la empresa, radica en la falta de mantenimiento preventivo y la falta de capacitación del personal. En la disponibilidad inicial se tuvo que las máquinas tuvieron un 79.75%, luego de ello, se aplicó el plan de mantenimiento preventivo y capacitaciones al personal en pro de mejorar la disponibilidad de las máquinas, logrando tener como resultado final de 97.44% en la disponibilidad de las máquinas. Después de la implementación del TPM se logró determinar que la disponibilidad de las máquinas aumentó en un 17.69%, y que el valor de estadístico fue de $t=0.00001$, llegando a la conclusión que la implementación del TPM aumentó la disponibilidad de las máquinas de la empresa TFM SAC.

Palabras clave: Disponibilidad, mantenimiento preventivo, cargador frontal 966h, excavadora hidráulica 330 dl.

Abstract

The present investigation; It was carried out with the objective of implementing the TPM to increase the availability of the machines of the TFM SAC company, there was a non-experimental design, with a quantitative approach, the population and the sample were similar, they were made up of 5 machines of the TFM company SAC. To determine the initial situation, the Ishikawa and Pareto diagram was used, resulting in that the central problem in the company lies in the lack of preventive maintenance and the lack of staff training. In the initial availability, the machines had a 79.75%, after that, the preventive maintenance plan and training of the personnel were applied in order to improve the availability of the machines, achieving a final result of 97.44% in the availability of the machines. After the implementation of the TPM, it was possible to determine that the availability of the machines increased by 17.69%, and that the statistical value was $t = 0.00001$, reaching the conclusion that the implementation of the TPM increased the availability of the machines of the company TFM SAC.

Keywords: Availability, preventive maintenance, 966h front loader, 330 dl hydraulic excavator.

I. INTRODUCCIÓN

Mundialmente, las compañías emplean varias metodologías y herramientas para mantener sus activos fijos (máquinas) en las mejores condiciones para extender su vida útil. Según Marín y Martínez (2019), Seiichi Nakajima propuso el mantenimiento integral de la producción en Japón en 1971 y lo desarrolló sobre la base del mantenimiento preventivo. Dado que ayuda a comprender el concepto de "preservar el buen funcionamiento de una máquina" de manera rentable, constituyendo una buena operación de gestión de mantenimiento, la confianza se debe basar en conocimientos de los supervisores, gerentes y gerentes. Planificar el mantenimiento preventivo en el proceso empresarial de los técnicos. (Smith, et al, 2018).

Además, la falta de un sistema de mantenimiento eficaz tiene un impacto significativo en las empresas peruanas, lo que dificulta la mejora en las siguientes áreas: disponibilidad de la máquina y mantenimiento, lo que da lugar a una parada inesperada de la máquina o de su funcionamiento, impactando negativamente en el avance empresarial. De acuerdo con García, Romero y Noriega (2018), Para promover la integración, cada socio se compromete con la aplicación eficaz del TPM para que el inventario de la empresa, como las máquinas y los sistemas, represente la competitividad de la empresa. Los beneficios también ayudan a gestionar y administrar los servicios de mantenimiento.

Para trasladar esta problemática al ámbito local, se ubica en Piura la empresa TFM SAC perteneciente al sector industrial, dedicada al mantener y fabricar estructuras, en estas estructuras, en el área de mantenimiento, se pueden encontrar fijos relacionados Activos (máquinas) Ciertos defectos, que causarán interrupciones imprevistas y afectarán el proceso de operación, debido a que las cinco máquinas que utiliza tienen el negocio deteriorándose prematuramente, las fallas ocurren repetidamente y provocan tiempo de inactividad en cualquier momento.

Salvo la ausencia de colaboradores capacitados en el área, esto requiere costos de mantenimiento y adquisición de piezas dañadas, llegando a obstaculizar las funciones exigentes de la empresa, por lo que la empresa considera que necesita

integrar un sistema eficiente para mejorar la disponibilidad de maquinaria existente (TPM). TFMSAC carece de una cultura de TPM porque sus empleados no están formados y la empresa carece de un plan de mantenimiento preventivo que determine los mínimos requerimientos.

Los factores que poseen mayor efecto en la disponibilidad de máquinas son: las interrupciones de la producción, la falta de mantenimiento, oxidación de piezas, las fallas de tuberías y mangueras, la falta de repuestos, carcasas, carcasas, historial de materiales de las carcasas e historial de insumos de fabricación. La organización no rastrea las labores en su totalidad acerca del equipo y el mantenimiento es pasivo, impactando directamente en los procesos. Debido a que la TPM no se implementa, los costes de fabricación aumentan para las horas de no producción de las máquinas y las horas que no son de producción.

Por este motivo, el impacto negativo en el campo del mantenimiento comienza con el incumplimiento del índice de productividad del trabajo y el retraso del trabajo en la producción a gran escala. Los fallos de reparación representan el 30% de todos los fallos, el 25% de los errores de montaje o montaje, el 15% de las operaciones no de diseño, el 12% de los defectos operativos y el 8% de los fallos de fabricación, con una mala mano de obra del 6% y los fallos de materiales del 4%.

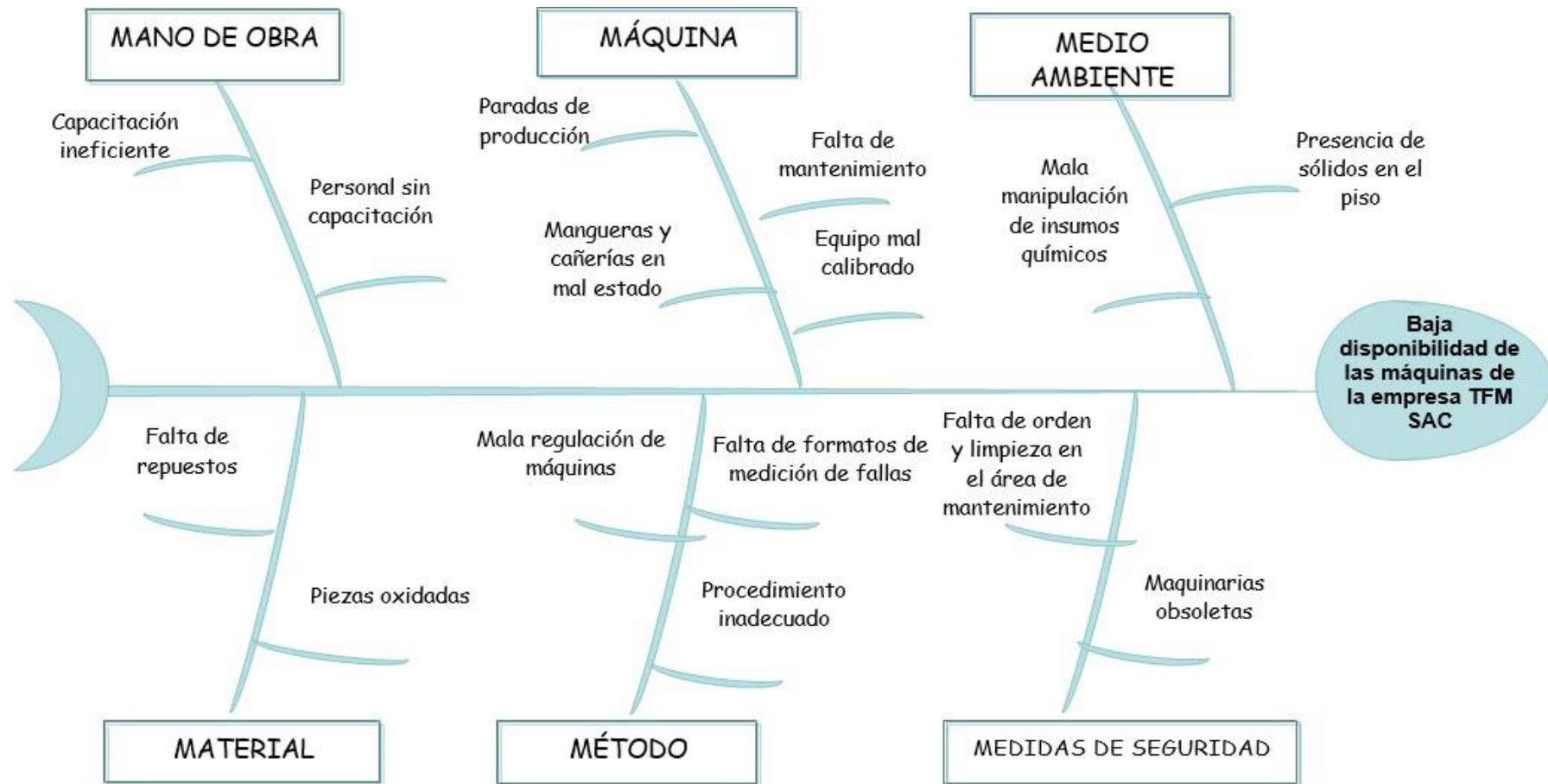


Figura 1. Causas halladas que generan baja disponibilidad.

Fuente: Elaboración propia / Datos obtenidos de la empresa TFM SAC.

Tabla 1. Hallazgos de las principales causas.

Causas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Inexistencia de mantenimiento	85	85	23.4	23.35
Colaboradores sin capacitación	80	165	22.0	45.33
Capacitación ineficiente	50	215	13.7	59.07
No existe orden ni limpieza en el área de mantenimiento	40	255	11.0	70.05
Procedimientos inadecuados	30	285	8.2	78.30
Falta de repuestos	22	307	6.0	84.34
Mala regulación de máquinas	20	327	5.5	89.84
Mangueras y cañerías en mal estado	15	342	4.1	93.96
Paradas de producción	10	352	2.7	96.70
Maquinarias obsoletas	6	358	1.6	98.35
Ausencia de medición	3	361	0.8	99.18
Equipo mal calibrado	2	363	0.5	99.73
Piezas oxidadas	1	364	0.3	100.00
Total	364			

Fuente: Elaboración propia / Datos obtenidos de la empresa TFM SAC

Por la poca formación, experiencias y esfuerzos excesivos, así como a un entorno laboral deteriorado, métodos de trabajo inadecuados del personal mecánico, 70% de productividad del rendimiento de producción de maquinaria, 30% de tiempo de inactividad, La empresa carece de las herramientas y equipos de funcionamiento necesarios. El ambiente y el espacio del taller se reducen, la jornada laboral es más difícil, las herramientas no están en orden, no hay clasificación, hay señales de residuos sólidos en las diferentes áreas de trabajo y la desorganización en la distribución. Según el problema planteado, se suscita pregunta: ¿De qué manera la implementación del mantenimiento productivo total aumentará la disponibilidad de las máquinas de la empresa TFM SAC, Piura 2021?

Tenemos los siguientes problemas específicos: ¿De qué manera la implementación del TPM ayudara a mejorar el tiempo medio entre fallas de las

máquinas de la empresa TFM SAC, Piura – 2021? ¿De qué manera la implementación del TPM ayudara a mejorar el tiempo medio para reparar las maquinarias de la empresa TFMSAC, Piura – 2021?

Este estudio está socialmente justificado porque se centrará en la clientela, que es el motivo fundamental por el que existe una organización, ya que se requieren mayores aspectos, incrementar la producción y a el compromiso de los operarios y a la satisfacción en el trabajo, el objetivo es satisfacer con respecto a calidad, precio y plazo, asimismo, maximizar el valor empresarial.

El TPM reducirá los costes en el área de mantenimiento desde la perspectiva económica, debido a que favorecerá a reducir costes, trayendo beneficios a la organización y liberando medios económicos que se pueden emplear en otras áreas.

De un punto de vista metodológico, la implementación de este proyecto contribuirá a otras investigaciones científicas, es decir, debe considerarse como una fuente fiable para otros estudios.

Desde un punto de vista práctico la investigación finalmente analiza y determina datos clave en el área de mantenimiento, en otras palabras, optimizar el proceso de mantenimiento mecánico.

En lo respecta a la demarcación de la investigación, como se describe a continuación, el espacio de la investigación se situará en el área de mantenimiento, para evaluar la disponibilidad de la máquina. El estudio de aplicación del TPM tiene una fecha de cierre de seis meses. La definición teórica del trabajo cumple con lo que solicita el modelo de proyecto establecidos por la Universidad de Cesar Vallejo. En el área de mantenimiento, se estudiarán el 100% de equipos para la demarcación de la población.

El objetivo general es Implementar el mantenimiento productivo total para mejorar la disponibilidad de las máquinas de la empresa TFMSAC, Piura – 2021. Para lograrlo, se formularán los siguientes objetivos específicos: Evaluar la situación actual del área de mantenimiento de la empresa TFMSAC. Evaluar la disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa TFMSAC. Elaborar la

propuesta de implementación. Evaluación costo beneficio de la posible implementación de la propuesta TPM.

La hipótesis general es: la implementación del mantenimiento productivo total aumenta disponibilidad de las máquinas de la empresa TFM SAC, Piura – 2021. Con respecto a hipótesis específicas si tiene que: La implementación del TPM mejorará el tiempo medio entre fallas de las máquinas de la empresa TFMSAC. La implementación del TPM mejorará el tiempo medio para reparar las máquinas de la empresa TFM SAC.

II. MARCO TEÓRICO

Esta investigación se centra en los posteriores antecedentes, que proceden de artículos de investigación y de algunos trabajos internacionales, nacionales y locales, y sirven como base teórica y metodológica para esta investigación.

En el artículo de ISO Tools (2021) llamado “Satisfacer al cliente” Según un artículo publicado por Iso Tools Excellence, las empresas deben incluir en su estrategia la satisfacción del cliente y del usuario, gestionar y medir esta satisfacción de forma beneficiosa, y aprovechar la satisfacción interna y externa del cliente a través de las partes implicadas para garantizar el desempeño y mantenimiento de la empresa. Concluyendo que preguntar a la clientela regularmente y aceptando sus respuestas como datos necesarios que mejoren los servicios o productos quiere decir que la compañía está mejorando.

En el artículo de Fornés et al. (2020) titulado “Suministrar TPM en una organización que procesa marcos y moldes en la región para los sistemas de gestión del mantenimiento”, publicado en el Journal of Industrial Process Technology (Taiwan Journal of Industrial Process Technology). El objetivo principal fue utilizar el método TPM para proporcionar actividades de mantenimiento; para la planificación de mantenimiento continuo. Los resultados mostraron una disponibilidad de máquina inicial de 76%, con un 78% en el equipo, un 42 por ciento en la formación y un coste medio mensual de 15,260 pesos para la máquina; y 1,860 pesos para el equipo sin equilibrio total de costes de mantenimiento. El autor concluyó con el diseño de 13 planes de mantenimiento de producción para los equipos con mayor criticidad para preservar la producción, lo que indicaba que el objetivo se había alcanzado

gracias a una propuesta de TPM. Ayudará a mejorar la disponibilidad de las máquinas y el equipo, los costes de mantenimiento y los indicadores de formación del personal de producción si se implementa.

En el artículo de Garay y Maceda (2020) titulado "El uso del método TPM en un fabricante de etiquetas para reducir los retrasos en los pedidos" publicado por la Revista Científica Empresarial Peruana Innova, propuesto como propósito analizar los retrasos en la producción de etiquetas y adoptar métodos descriptivos, los resultados muestran que la importancia de reducir las fallas de los equipos no solo puede garantizar entregas a tiempo, sino que también brinda un producto de alta calidad, rinde productivamente y satisface a los empleados, lograr una mayor rentabilidad y simular el tiempo. en el sistema se reduce el proceso de determinación, y se obtiene un resultado del 92.02%, es decir, el tiempo transcurrido desde 6.455 minutos. A los 515 minutos. Los autores concluyen que Los tiempos de entrega de los pedidos aumentaron un 83.68 por ciento, y los retrasos de los mismos aumentaron un 66.68 por ciento. Los tiempos de entrega de los pedidos aumentaron un 83.68 por ciento, y los retrasos de los mismos aumentaron un 66.68 por ciento.

En el artículo de Quispe et al. (2020) titulado "Una MYPE del sector textil peruano utilizando un modelo combinado de SLP y TPM para mejorar la eficiencia de la producción" publicado en la revista americana LACCEI, basado en el uso de TPM y su combinación con SLP, se necesita mejorar la práctica de fortalecer y aumentar el proceso de lavado y teñido. Utilizando métodos descriptivos, se encontró en los resultados que se identificaron las dos razones principales de la baja eficiencia de producción en la organización analizada: tiempo de no producción y tiempo de inactividad inesperado de la máquina, las sugerencias de mejora pueden aumentar la eficiencia de producción de la empresa en un 5%, y la aplicación de TPM después del método, la eficiencia general de la máquina de organización aumentó en un 15,16%, de 67,20% a 83,37% al finalizar el trimestre de la prueba piloto. El autor concluye que el modelado que se propuso se utiliza para la resolución del problema con menor eficiencia de la etapa de lavado y teñido en la fabricación textil de MSE

Para Palomino y Tokumori (2020) en su tesis titulada "Proponer una mejora de la disponibilidad de equipo de construcción para compañías que alquilan equipo pesado" Publicado en la base de conocimientos del Instituto Peruano de Ciencias Aplicadas. El objetivo era presentar un estudio de mantenimiento que se centrara en el TPM (Mantenimiento Total Productivo) y el RCM (Mantenimiento Reactivo de la Condición) (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad). Resulta que la baja disponibilidad se define como un componente clave, y se recomienda mejorar este indicador entre un 4% y un 5% en cada uno de los ocho patines de dirección. En conclusión, la propuesta fue verificada con éxito mediante simulación, lo que redujo el tiempo medio entre fallas de 13 horas a 7 horas. En otras palabras, el número de paradas se ha reducido un 15%, permitiendo lograr el rango de disponibilidad establecido al empezar la encuesta.

Para Serna (2020) en su tesis "Implementar la metodología TPM, apoyar al departamento de proyectos y planes de lubricación del grupo SI3". Se aplicó el mantenimiento autónomo (MA) que implementa el enfoque de mantenimiento productivo total (TPM), La investigación utilizó un método descriptivo, y los resultados deben crear y actualizar el formato y los indicadores de TPM, que incluyen: visualización de la ruta de inspección, visualización de la planificación de lubricación, tiempo medio entre los fallos, tiempos inactivos, plan semanal de lubricación, análisis de fallos, ruta de un punto, mapa de TPM, visualización de la ruta de inspección, observación del plan de lubricación, tiempo medio entre los fallos, el tiempo de inactivo del mantenimiento, el coste del mantenimiento, el formato de formación, la vista de creación del mapa y la vista del mapa resuelto son todos factores a tener en cuenta. El autor concluye que, suelen haber al menos dos fabricantes de máquinas implicados en el proyecto, procedimiento de adquisición del equipo implica múltiples actividades que necesitan que se involucre el fabricante de los equipos en las actividades del proyecto para llevarse a cabo técnicas para determinar si es viable adquirir el equipo.

En la tesis de Castelo (2018) titulada "En el campo de la extrusión de alimentos para animales, se ha desarrollado un modelo de gestión para el mantenimiento integral de la fabricación y el efecto del desempeño operacional". El estudio buscó investigar un modelo de negocio que mejore el alcance operacional de la

extrusión de piensos. Los métodos utilizados en esta encuesta son cualitativos y descriptivos. El resultado es que no hay cultura del mando, no hay trabajo en equipo, mala comunicación de los técnicos y no se utiliza la matriz de patrones. Por esta razón, al determinar el valor de pérdida causado por el error del área de extrusión y politización, el área más interesante es el área de extrusión. En conclusión, los autores mencionaron que el TPM es una estrategia que se aplica a cualquier compañía. Debe considerar un posicionamiento preciso y medirlo cuando sea necesario para aumentar el nivel de fabricación.

Para BSG Institute (2018) en "Los 8 fundamentos del TPM" presentado por su sitio web, manifestaron que los ocho fundamentos son: centrarse en la mejora, el mantenimiento planificado, el mantenimiento independiente, la calidad del mantenimiento, la prevención del mantenimiento y las áreas de trabajos de soporte. Así como la gestión medioambiental y de la seguridad. También se descubre que el TPM es una metodología para resolver el problema fundamental; no puede llevarse a cabo sólo por el departamento de mantenimiento; requiere la participación de todo el departamento operativo, al menos el modo de fallo y el análisis de impacto (FMEA).

Siguiendo la teoría relacionada con el tema, primero se discutirán las variables independientes, TPM es definido como un desarrollo que conlleva al área de operaciones conocer acerca de la compleja función de las maquinarias y realizar un mantenimiento eficaz; también integrando a los operarios, genera interés y genera unas ganas de aprender más respecto a la maquinaria y el equipo Conocimiento sobre las máquinas (Suzuki, 2017). Asimismo, TPM se concibe como un medio para aumentar el potencial de la empresa, así como la eficiencia de todos los equipos en el transcurso del tiempo de utilidad (Shupingahua y Moya, 2019, pag.35).

Según Salazar (2019), es un método de mejoramiento continuo ya que permite a una empresa garantizar la disponibilidad y la fiabilidad en diversas operaciones basándose en: prevención, cero fallos, cero emergencias y participación completa de los empleados. La estrategia consta de 8 pilares, que son: mejora centralizada o Kotsutsu Kaisen, mantenimiento independiente o JishuHozen, prevención de mantenimiento, educación y formación, seguridad y gestión

ambiental son la base para asegurar la mejor aplicación de TPM (Esan, 2020). Considerando O.E.E, también es importante mencionar la dimensión de TPM (Eficiencia general de equipos).

Según Touron (2016), la Eficiencia General de los Equipos es una herramienta como indicador porque puede analizar el nivel de eficiencia global de los equipos de producción (maquinaria industrial). Además, dado que se reduce el tiempo muerto (cuando se detiene la máquina) y se mejora la calidad, impacta directamente con respecto al rendimiento de la fabricación. Tres factores determinan el OEE: disponibilidad, rendimiento y calidad. El mantenimiento preventivo implica garantizar el tiempo de utilidad del equipo para aumentar la vida útil del proceso. Por tanto, el objetivo del mantenimiento preventivo es encontrar contratiempos previos a su ocurrencia; es por ello que, este mantenimiento se ejecuta sobre los medios de la compañía (Jiménez, 2019, p.4).

El encargado de mantenimiento se responsabiliza del mantenimiento, lo que garantiza que se mejorará la confiabilidad de las máquinas porque operarán en condiciones seguras, pues si se aumenta significativamente la confiabilidad del equipo, se conocen sus condiciones y operaciones, así reduciendo en gran medida el tiempo de inactividad (Alavedra, 2016).

Por tanto, partiendo del concepto de mantenimiento, se establece como una continuidad de actividades concentradas, de inmediato, por ocasión o de manera regular para mantener la función que organice la producción en su mejor momento, en otras palabras, las actividades realizadas para maximizar Reducir la recurrencia de averías en las máquinas y alargar el tiempo útil de los materiales estudiados. Sin embargo, para la mayoría de empresas, el mantenimiento es un desperdicio y un costo innecesario. Por lo tanto, es crucial seguir tus objetivos. Se trata de los siguientes objetivos: disponibilidad continua de los productos materiales, mayor retención del aspecto y función, calidad del producto final, que evite el tiempo inactivo, aumente el tiempo útil de sistemas de equipos fijos o móviles y la rentabilidad del sistema (Sosa, 2014, p. 31).

No todos los equipos son los mismos. Uno de los primeros tipos de mantenimiento que se aplica a ellos es el tipo de mantenimiento que se aplica a ellos. Se trata de una actividad encaminada a perfeccionar los fallos, eludir

equivocaciones y recuperar la operación original. Para este mantenimiento actualmente debe ser de Minimización, así como el mantenimiento preventivo, tiene como objetivo predecir la ocurrencia de fallas o tiempos de inactividad a través de tareas planificadas diseñadas para fortalecer las fuentes de fallas comunes; asimismo, el mantenimiento predictivo es un método que recopila y analiza los datos en el momento y espacio adecuado. La implementación de medidas de mantenimiento preventivo reduce de manera significativa los costos de mantenimiento a través de emplear eficazmente los recursos. Los empleados, expertos, gerentes deben conocer el problema para ejecutar las adecuadas labores de mantenimiento (Fernández, 2018, p. 47).

La disponibilidad de un equipo es el tiempo porcentual que la máquina se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento y siguiendo los diversos procesos en la compañía (Fitzgerald y Balthazar, 2016). También indica el tiempo para usarse el dispositivo. Existen diversos aspectos que establecen si el tiempo activo es óptimo, para ello se necesita contar con un instrumento para la buena toma de decisiones (Flores et al., 2016).

La disponibilidad indica la eficacia de que el equipo o el sistema a inspeccionar tiene un tiempo de funcionamiento más largo, lo que indica una mejora significativa en toda la compañía. Es así que, el área de mantenimiento debe poseer las herramientas que reduzcan los problemas, como el tiempo de inactividad de la máquina provocado por el mantenimiento de la máquina o los activos fijos que dejan de funcionar porque no se toman las medidas preventivas correspondientes, por lo que las medidas preventivas pueden asegurar el funcionamiento permanente del sistema durante un tiempo prolongado. (Mesa, et al, 2008).

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Dado que los resultados de las variables se obtienen de las frecuencias, para los valores de números y estadísticas ubicados en la tabla de frecuencias, esta investigación plantea usar métodos cuantitativos (Hernández, et al, 2014).

La investigación será descriptiva, porque el tema central será mejorar la disponibilidad de la máquina, por tanto, TPM es aplicable a diversos inconvenientes de los equipos de la compañía TFMSAC (Hernández, et al., 2014). Dado que es responsable de dar a conocer y precisar las particularidades de la población objetivo, el nivel de investigación será descriptivo (Hernández, et al., 2018).

La investigación longitudinal es un tipo de estudio que implica el seguimiento de los cambios a lo largo de un lapso temporal. Es así que, se emplean para el análisis y la observación de la evolución de los fenómenos o sus componentes constitutivos (Hernández, et al., 2018).

Será de diseño no experimental, dado que no existen operaciones pequeñas en ninguna variable de investigación, los beneficios también se evalúan (Hernández, 2014, p. 120).

M_____X

Dónde:

M =Muestra

X =Propuesta

3.2. Variables y operacionalización

Definición conceptual: El TPM es un método para mejorar eficazmente el proceso de fabricación capturando cero fallos, lagunas y defectos. Se mide enfocándose en la mejora, mantenimiento planificado, capacitación y capacitación. Además, en cualquier organización, la aplicación de la metodología 5S debe ser claramente definido. Porque forma la base de TPM que mejoren la compañía. (Torres, 2017).

Definición operacional: El TPM El análisis brindado por la auditoría de mantenimiento irá seguido de mejora clave (mejorar procedimientos), planificación de mantenimiento (mantenimiento preventivo), formación y formación (formación de cumplimiento) y metodología 5S (implementada para mejorar la organización) en orden).

Dimensiones: Se evaluarán los tres pilares del TPM, las mejoras clave, el mantenimiento planificado y la formación y la formación, además de considerar métodos 5S.

Variable dependiente: Disponibilidad

Definición conceptual: La disponibilidad de una máquina se define como la cantidad de tiempo que debe pasar en el trabajo, como medida por MTB y MTTR para garantizar el cumplimiento. (Martínez, 2017, pág. 55).

Definición operacional: La disponibilidad de las máquinas de la empresa se calcula utilizando el tiempo medio entre los fallos y el tiempo medio de reparación.

Dimensiones: Las dimensiones del MTBF y MTTR, que se derivan del porcentual de disponibilidad de maquinaria, que se empleará para medir el rendimiento.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: O también denominada recopilación de sucesos, preserva una agrupación de normas centrándose en la recopilación de fenómenos presentados como investigación. Estos elementos comparten importantes aspectos en común para diseñar la información del estudio (Hernández, et al., 2017). Asimismo, la población de la presente investigación serán las maquinarias de la empresa TFMSAC, que en total son cinco.

- **Criterios de inclusión:** Tomadas como muestra a los equipos de la compañía TFM SAC.
- **Criterios de exclusión:** No se tomará en cuenta como muestra a los equipos que no estén en la compañía TFM SAC.

Muestra: Es un subconjunto de la población total de 5 máquinas, formado por componentes con características similares que se enviarán directamente de la fuente de información investigada (Hernández, et al, 2014). Esta muestra se asemejará a la población.

Muestreo: Para Vivanco (2016 p.53) es la base del estudio. Es fundamental elegir grupos con el menor número de errores posibles y ver cómo se pueden explicar los resultados al público en general. En esta encuesta, en aras de la simplicidad, la muestra será probabilística, porque cuando la información se recopila mediante ejecución aleatoria, todos los componentes de la muestra poseen las mismas probabilidades de seleccionarse.

Unidad de análisis: La máquina de la empresa TFM SAC, que utilizará el TPM para mejorar la disponibilidad será la finalidad del estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La tecnología que permite la recogida de datos se utiliza siempre en cada estudio, que es una serie de procesos que se utilizan para captar datos necesarios para un espacio específico (Hernández y Mendoza, 2017): permiten recopilar información sobre el mantenimiento y la gestión de la empresa. Observación directa: Para obtener la información inicial de la situación del gestor de mantenimiento, este comando se ejecuta antes de la operación de la variable. Análisis de datos históricos: prioridad al ciclo actual, comprender los datos de mantenimiento correctivo e investigar las variables independientes. Revisión de documentos: técnicas para separar la información necesaria acerca de indicadores iniciales de la empresa Análisis de documentación: En la planificación del plan de mantenimiento, se analiza el manual de funcionamiento del objeto inspeccionado.

La autoformación, la inscripción, la verificación y la preparación son ejemplos de herramientas de recogida de datos que permiten el acceso a información obtenida mediante la tecnología (Miranda, 2007) Cuestionario de auditoría de mantenimiento: Los empleados realizan revisiones de la gestión del mantenimiento y se sistematizan las herramientas de investigación para confirmar el diagnóstico de la empresa. Ficha técnica: es un formato para

describir el estado de las máquinas y/o el equipo con el fin de identificar problemas específicos. Informar fallos: Registro del documento de información que mide los indicadores de variables dependientes. Por tanto, el instrumento tendrá una estructura que identifique el defecto del sistema, la cantidad de en la maquinaria, los responsables, etc.

Plan de mantenimiento preventivo: Instrumento empleado que indica el trabajo de mantenimiento realizado en la máquina dentro de un cierto período de tiempo. Formato de MTBF es un formato para registrar el tiempo de procesos y la cantidad de reparos que determinen la disponibilidad de las áreas de inicio y finalización. Formato de MTTR: obtiene datos indispensables (como tiempo de reparos y cantidad de reparos) que determinan la disponibilidad de instrumentos en el alcance inicial y final.

Tabla 2. *Técnicas e instrumentos para recolección de datos.*

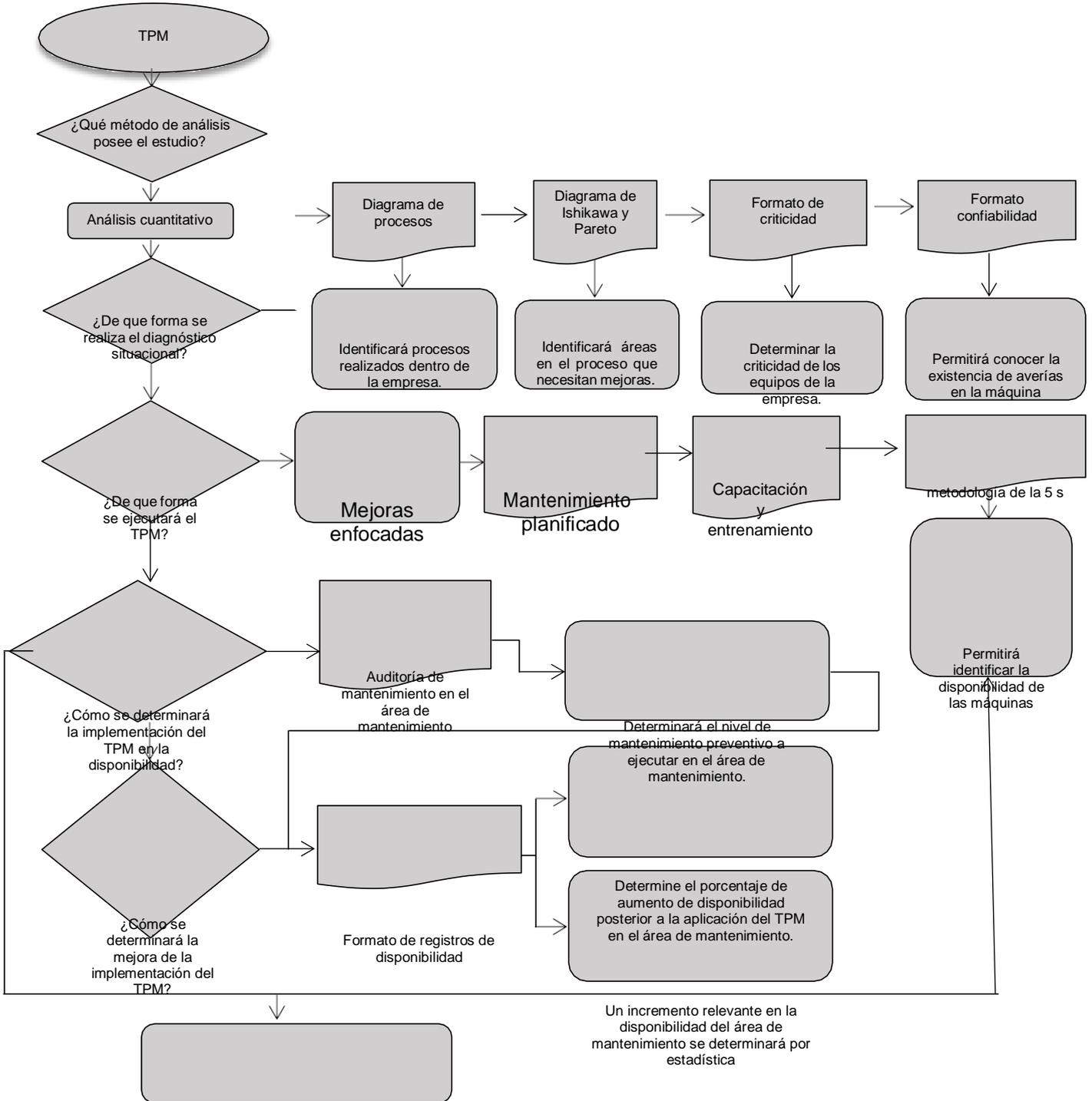
Variable	Técnica de procesamiento	Instrumento	Fuente
TPM	Encuesta	Cuestionario Formato de ficha técnica (Anexo 3)	Libro de mantenimiento.
	Observación directa	Formato de mantenimiento (Anexo 4)	Historial de equipo.
		Formato de capacitaciones (Anexo 5)	
		Reporte de fallas (Anexo 6) Formato de MTBF (Anexo 7)	Catálogos y manuales de equipos.
Disponibilidad	Revisión documental	Formato de MTTR (Anexo 8) Formato de disponibilidad (Anexo 9)	Área de mantenimiento de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

Todas las herramientas domésticas deben ser verificadas por expertos y estadísticas, considerando que la efectividad es el motivo de la confiabilidad de todas las herramientas (Páramo y Gómez, 2008). Para ello, se requirió a 3 especialistas para expresar su opinión y rentabilizar el instrumento, el resultado fue del 83%, lo cual fue muy efectivo. La confiabilidad es el instrumento estadístico que determina el nivel consistente del cuestionario. (Hernández et al., P. 200), la confiabilidad de esta herramienta es aplicable a los indicadores en su totalidad por dimensión de la encuesta.

3.5. Procedimientos

Tabla 3. Procedimiento de investigación.



Se hará una comparación de la disponibilidad de equipos previos y posteriores a la aplicación del TPM

3.6. Método de análisis de datos

Análisis descriptivo: Para Valderrama (2015) "Define las características fundamentales de los datos, como la media, la media, la asimetría, la curtosis y la desviación estándar". Engloba examinar la distribución de la frecuencia, calcular la tendencia central y determinar la variabilidad del comportamiento de las variables. Permite interpretar los datos procesando y presentándolos en forma de tablas y gráficas.

Análisis de inferencia: (Sampieri, 2014) precisas que testea la hipótesis y extrapola lo que se obtiene de la muestra a toda la población. Las estadísticas son resultados estadísticos que se obtienen casi siempre de una muestra (Sampieri, 2014). Es así que, el programa SPSS se emplea para el procesamiento de información y su análisis de estadísticas generadas que demuestren las suposiciones realizadas.

3.7. Aspectos éticos

El estudio plantea los posteriores aspectos éticos, establecidos en el reglamento y lo dispuesto en la Resolución del Consejo Universitario N00126-2017-UCV. El Art.14 establece que el proyecto de investigación se autoriza una vez publicado, y se garantiza la originalidad del proyecto de investigación bajo la circunstancia de asumir obligaciones éticas y morales. Según el artículo 15 de la Directiva contra el plagio, la investigación es evaluada empleando el software Turnitin. El Art. 16 que se basa en derechos de autor, proporciona una declaración de autenticidad sin ningún tipo de plagio y cumple con el Art.15 de la Decisión del Consejo Universitario N ° 0126-2017-UCV. Artículo 17: Investigadores principales e investigadores científicos, Porque como investigadores nos comprometemos a preservar auténticos resultados y fiabilidad de recursos que aporta la compañía. Como investigadores, existe el compromiso de preservar los instrumentos y procedimientos a ejecutarse en su sitio web para postularse para la siguiente investigación. Para recopilarlo, se anexa una carta que solicite la compañía que confirme su originalidad de la empresa (Tecnología Fabricación y Mantenimiento TFM S.A.C.) ubicada en Piura - Perú.

IV. RESULTADOS

4.1.O.E.1 Evaluación de la situación actual del área de mantenimiento de la empresa TFM SAC.

Determinar la actual situación del TFM SAC de la empresa, analizar primero el área de mantenimiento y establecer el motivo de la mala disponibilidad del equipo. El diagrama de Ishikawa, que especifica la problemática principal de la compañía, a saber, la baja disponibilidad del equipo. Las siguientes conclusiones han provocado el deterioro de las tuberías y las tuberías, las piezas oxidadas, inexistencia de máquinas sustitutas, no existen registros de mantenimiento, la falta de mantenimiento de los medidores, los métodos ineficientes, el mal control de las máquinas, los trabajadores no cualificados, el espacio insuficiente y las operaciones desorganizadas.

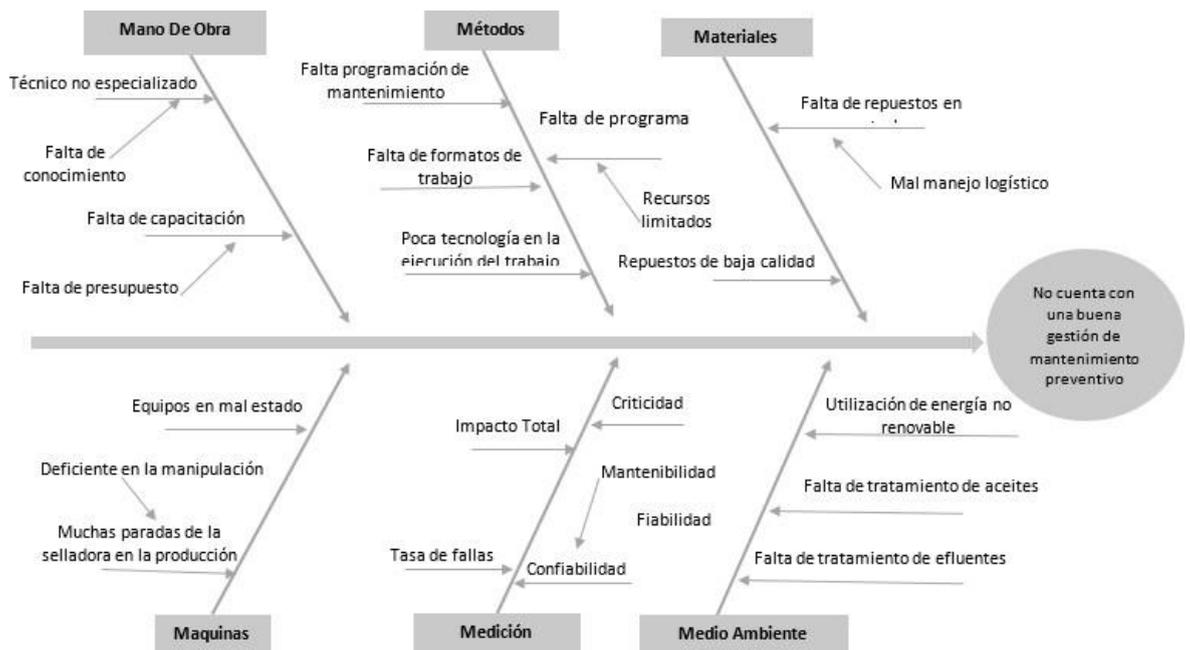


Figura 2. Diagrama de Ishikawa realizado a la empresa TFM SAC.

Fuente: elaboración propia.

Posterior al análisis del diagrama de Ishikawa, se determina la razón principal de la disponibilidad baja del equipo. Por este motivo, se empleó el diagrama de Pareto presentado en la Tabla 4 que clasifica los motivos principales, y basándose en ello se han iniciado mejoras para ayudar a mejorar la

disponibilidad de la máquina. El mantenimiento inadecuado, el personal no formado, las piezas oxidadas, los fallos de las tuberías y las tuberías y la falta de historial de la máquina son los principales factores que afectan al tiempo de funcionamiento del equipo.

Tabla 4. Diagrama de Pareto realizado en la empresa TFM SAC

Causas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Falta de mantenimiento	85	85	23.4	23.35
Personal sin capacitación	80	165	22.0	45.33
Capacitación ineficiente	50	215	13.7	59.07
No existe orden y limpieza en el área de mantenimiento	40	255	11.0	70.05
Procedimientos inadecuados	30	285	8.2	78.30
Falta de repuestos	22	307	6.0	84.34
Mala regulación de máquinas	20	327	5.5	89.84
Mangueras y cañerías en mal estado	15	342	4.1	93.96
Paradas de producción	10	352	2.7	96.70
Maquinarias obsoletas	6	358	1.6	98.35
Ausencia de medición	3	361	0.8	99.18
Equipo mal calibrado	2	363	0.5	99.73
Piezas oxidadas	1	364	0.3	100.00
Total	364			

Fuente: Elaboración propia / Datos obtenidos de la empresa TFM SAC

El problema es que la compañía no mantiene el software, lo que hace imposible planificar el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo para ahorrar dinero. Dado que el tiempo de mantenimiento de los equipos en el departamento de mantenimiento son 3 horas por máquina al día, el tiempo medio de inactividad es demasiado largo. Dado que el equipo se repara en el taller, la eficiencia de la producción es baja debido al largo tiempo de mantenimiento. Debido a que la compañía realiza principalmente mantenimiento correctivo y el mantenimiento preventivo es bajo, el coste del mantenimiento correctivo es demasiado alto; la ausencia de un software de mantenimiento quiere decir que la compañía no puede controlar el inventario existente en su almacén y no tiene contacto directo con el proveedor.

Posteriormente se determina la situación actual con respecto al cumplimiento de las 5S.

Tabla 5. Resumen del cuestionario de las 5S.

5 S	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No	Total
Clasificar	12.50%	14.53%	13.59%	21.88%	37.50%	100%
Ordenar	12.97%	14.53%	13.59%	21.25%	37.66%	100%
Limpiar	11.88%	14.53%	13.59%	21.41%	38.59%	100%
Estandarizar	11.41%	14.69%	13.28%	21.56%	39.06%	100%
Disciplinar	12.81%	14.38%	12.34%	22.66%	37.81%	100%

Fuente: elaboración propia (Anexo 15).

Se realizó una encuesta de cuestionario 5S entre 64 empleados de la compañía. Puede verse en la Tabla 5 que el 37,50% de los encuestados indicaron que no cumplían plenamente con los requisitos de clasificación. El 37,66% de los encuestados dijo que el pedido no se cumplió en su totalidad. El 38,59% de los encuestados dijo que no limpiaron el sitio. El 39,06% de los encuestados dijo que la estandarización aún no se ha realizado por completo. El 37,81% de los encuestados dijo que la formación no se completó en su totalidad.

4.2. O.E.2 Evaluar la disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa TFM SAC.

TFM SAC tiene 5 equipos, a saber, cargador frontal 966H (3 equipos) y excavadora hidráulica 330DL (2 equipos), y comenzó a determinar su disponibilidad inicial.

Tabla 6. Reporte de fallas iniciales.

Máquina	Sistema	Causa de la falla	Horas trabajadas de la máquina	# de reparaciones de la máquina	Horas de reparación
Cargador frontal 966 H	De direcciones	Reparar llanta	76.2	2	12
	De direcciones	Cambiar espejo lateral derecho	77.5	2	6
	Hidráulicos	Reparar el pistón posterior derecho	77.4	2	45
	Eléctricos	Mantenimiento de alternador	75.2	4	20
	De motores	Desarmar el tubo de escape y silenciador	76.7	2	25
	De motores	Desmontar el radiador, ventilador y parte del cigüeñal	78.5	3	30
	De motores	Cambiar el aceite de motor	72.6	1	30
	De direcciones	Desarmar totalmente un pistón para su repararlo	78.5	4	27
	Eléctricos	Mantenimiento de ruedas posteriores y luces delantales	71.4	2	21
Excavadora hidráulica 330 DL	De motores	Cambiar aceite de motor	76.4	4	24
	De motores	Reparación de bomba de agua	75.9	3	10
	De direcciones	Cambiar 02 rotulas de mando de aceleración	77.3	3	5
	De motores	Cambiar bornes de batería y reparar parcialmente de tubo de escape	77.4	2	15
	De direcciones	Reparar el freno delantero de llanta	76.7	2	18
	Hidráulicos	Cambio de manguera, timón hidráulico	78.4	4	11
	Eléctricos	Reparar arrancador	77.8	4	12
	De motores	Cambiar filtro de petróleo y base del filtro	79.7	4	20
Suma total			1303.6	48	331
MTBF:			27.16		
MTTR:			6.90		
Tasa de falla			0.04		
%Disponibilidad			79.75%		

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa TFM SAC.

El informe de fallas inicial presentados en la Tabla 6 muestra que el tiempo de actividad inicial de todo el equipo es del 79,75%, lo que significa que está en buenas condiciones, pero se pueden mejorar 0.04 fallas / hora de los sistemas del equipo según lo planeado, o sea, la confiabilidad de algunos sistemas de equipos. La finalidad de diagnosticar es demostrar la situación de los valores determinados en la Tabla 7 comparados con el MTBF.

Tabla 7. *Tiempo medio entre fallas (MTBF) inicial.*

Máquina	Sistemas	Horas de procesos	Cantidad de reparos	MTBF por sistema	MTBF por máquina
Cargador frontal 966 H	De direcciones	63.5	2	31.75	32.86
	De direcciones	68.1	2	34.05	
	Hidráulicos	74.4	2	37.20	
	Eléctricos	75.2	4	18.80	
	De motores	69.5	2	34.75	
	De motores	68.3	3	22.77	
	De motores	72.6	1	72.60	
	De direcciones	60.8	4	15.20	
	Eléctricos	57.3	2	28.65	
	Excavadora hidráulica 330 DL	De motores	58.6	4	
De motores		55.6	3	18.53	
De direcciones		58.5	3	19.50	
De motores		77.3	3	25.77	
De direcciones		71.5	2	35.75	
Hidráulicos		76.7	2	38.35	
Eléctricos		75.4	4	18.85	
De motores		74.5	4	18.63	

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa TFM SAC.

En la Tabla 7 se observa que el número de reparos realizados en los primeros seis meses de 2021 es mayor y las jornadas laborales son menores debido a la ineficiente continuidad de las operaciones.

Tabla 8. Tiempo medio para reparar (MTTR) inicial.

Máquina	Sistemas	Cantidad de reparos	Horas de reparos	MTTR por sistema	MTTR por máquina
Cargador frontal 966 H	De direcciones	2	12	6.00	13.11
	De direcciones	2	6	3.00	
	Hidráulicos	2	45	22.50	
	Eléctricos	4	20	5.00	
	De motores	2	28	14.00	
	De motores	3	36	12.00	
	De motores	1	30	30.00	
	De direcciones	4	60	15.00	
	Eléctricos	2	21	10.50	
	Excavadora hidráulica 330 DL	De motores	3	26	
De motores		3	18	6.00	
De direcciones		3	10	3.33	
De motores		3	8	2.67	
De direcciones		2	16	8.00	
Hidráulicos		2	18	9.00	
Eléctricos		3	11	3.67	
De motores		3	12	4.00	

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa TFM SAC.

Para el tiempo promedio de reparación inicial (MTTR) reportado en la Tabla 8, se puede observar que la cantidad de horas-hombre de reparación y la cantidad de reparaciones incrementaron de manera significativa, lo que significa que la compañía no posee el mejor equipo para operar.

Tabla 9. Disponibilidad inicial de las máquinas.

Máquina	Sistemas	MTTR por sistema	MTBF por sistema	Disponibilidad por sistema	Disponibilidad por máquina
Cargador frontal 966 H	De direcciones	6.00	31.75	84.11%	72.04%
	De direcciones	3.00	34.05	91.90%	
	Hidráulicos	22.50	37.20	62.31%	
	Eléctricos	5.00	18.80	78.99%	
	De motores	14.00	34.75	71.28%	
	De motores	12.00	22.77	65.48%	
	De motores	30.00	72.60	70.76%	
	De direcciones	15.00	15.20	50.33%	
	Eléctricos	10.50	28.65	73.18%	
	De motores	8.67	14.65	62.83%	
Excavadora hidráulica 330 DL	De motores	6.00	18.53	75.54%	80.39%
	De direcciones	3.33	19.50	85.40%	
	De motores	2.67	25.77	90.62%	
	De direcciones	8.00	35.75	81.71%	
	Hidráulicos	9.00	38.35	80.99%	
	Eléctricos	3.67	18.85	83.72%	
	De motores	4.00	18.63	82.32%	

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa TFM SAC.

En la Tabla 9, el valor mostrado fluctúa desde 60% entre 90% de la disponibilidad del motor, la dirección, los sistemas hidráulico y eléctrico, por lo que este indicador es favorable, pero el sistema es más crítico a la hora de aplicar un plan de mantenimiento preventivo, por ejemplo debido al motor y sistema hidráulico. Estos valores se han incrementado porque el tiempo medio entre averías y el tiempo medio de reparación tienen poco impacto en la máquina, así que se enfoca en el plan que mejore estas características para que el post test comparativo muestre un cambio importante.

4.3. O.E.3 Elaborar la propuesta de implementación.

TFM SAC realiza mantenimiento de prevención y corrección para equipos industriales de las empresas mencionadas en los párrafos anteriores. Este es el proceso principal que realiza la empresa, y luego proporcionará un diagrama de flujo, que presentará cómo operar la empresa para el mantenimiento.

Tabla 10. *Implementación del TPM en la empresa.*

IMPLEMENTACIÓN DEL TPM EN LA EMPRESA TFM SAC												
Actividad	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22
Análisis situacional												
Diagnóstico de las máquinas												
Disponibilidad inicial												
Pautas para la implementación del TPM												
Reunión con gerencia												
Aviso de la implementación												
Crear un grupo de implementación del TPM												
Definir las políticas y metas del TPM												
Aplicar las capacitaciones al personal												
Metodología de las 5S												
Dar a conocer un programa de mantenimiento												
Gestión de los equipos												
Verificar las mejoras obtenidas con el TPM												
Aumento de la disponibilidad de las máquinas												
Análisis del aumento de la disponibilidad												

Fuente: Elaboración propia.

El plan de mejora a ejecutar será el TPM.

Figura 3. Pasos para la Implementación del TPM.



Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, la Figura 3 muestra las 9 fases para implementar el TPM, por lo que se necesita crear una buena estructura para ayudar a los miembros experimentados a garantizar la aplicación de las herramientas establecidas. Más adelante, se describirán en detalle los pasos que establezcan el TPM.

1° Decisión de aplicar el TPM por parte de Gerencia.

Los gerentes deben informar a los operarios de su inicio y promoción del próximo plan, y, asimismo, deben considerar:

- Nombrar un administrador de TPM
- Formar una comitiva de TPM

De esta forma, lo anterior es indispensable para iniciar la mejora.

2° Información del TPM

Incluye informar a los operarios de la aplicación de TPM, que explicará la política y objetivos de la herramienta.

3° Estructura Promocional

Solo un comité es responsable de notificar a los socios el propósito de la implementación y los beneficios que obtendrán, porque los siguientes son necesarios:

- Crear la estructura organizativa del TPM.
- Definir las tareas del personal relevante.

4° Inicio Formal del TPM

Partiendo aquí, los datos proporcionados a los operarios, clientela y abastecedores de la compañía será estrictamente formal, lo que les permitirá comprender la aplicación de TPM.

5° Mejoras Enfocadas

Esto se considera uno de los fundamentos de TPM (Key Improvement) para mejorar la eficiencia de la máquina, y también se considerará a continuación:

- Registrar fallos de máquinas.
- Documento para analizar los fallos.

6° Formación y Capacitación

Se presenta en detalle la forma de realizar el procedimiento de formación y educación que se debe aplicar al mantenimiento de maquinaria.

- Procesos formativos para los operarios
- Planificar Capacitaciones

7° Programa Autónomo

Incluye examinar las habilidades de los operarios para emplear las máquinas y determinar rápidamente posibles averías, considere lo siguiente:

- Registro Check List

8° Mantenimiento Planificado

Es la columna vertebral de TPM y se está considerando su implementación con el fin de mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la máquina. El plan es el siguiente:

- Planificar el Mantenimiento Preventivo.

- Planificar el Mantenimiento Correctivo.

9° Resultado de la Herramienta aplicada

Aquí, obtendrá el resultado de ejecución de la herramienta TPM. Se obtendrá lo siguiente: Mejorar la fiabilidad y disponibilidad de la máquina. aumentar la productividad.

Por lo tanto, es importante desarrollar un cronograma que detalle la distribución del tiempo de cada paso a realizar para implementar el TPM.

Plan de mantenimiento de maquinaria

Cubre más tiempo de preparación y configuración. La estrategia es aumentar la tasa de utilización de la máquina, tomando como indicador el porcentaje de reducción del tiempo de inactividad no planificado El inductor es mejorar la eficiencia de la máquina y tomar el plan de mantenimiento de la máquina como iniciativa.

Tabla 11. Análisis 5 W – H del plan propuesto del plan de mantenimiento.

¿Qué?	Planear el mantenimiento equipos	¿Por qué?	Falta planificar el mantenimiento de equipos.
¿Quién?	Jefe de mantenimiento y apoyo	¿Por qué?	Se encargan directamente de cumplir todas las labores a realizar en el área.
¿Dónde?	En el área de mantenimiento	¿Por qué?	Allí se realiza dicha actividad.
¿Cuándo?	julio a diciembre del 2021	¿Por qué?	Porque hoy en día existen alta cantidad de paradas inesperadas y tiempo de preparación y ajustes.
¿Cómo?	Implementar un plan de mantenimiento	¿Por qué?	Se cumplirá con la finalidad de la investigación para incrementar la eficiencia global de máquinas y asimismo mejorará la disponibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

En base a lo analizado, se detallan las etapas para ejecutar el plan:

Acción 1: Comunicarse con la gerencia sobre la importancia de implementar el plan de mantenimiento y hacer que se comprometan a proporcionar los medios que se requieran y las instalaciones de implementación.

Acción 2: Formación introductoria para operarios de mantenimiento, organización de equipos de trabajo, integrados por jefes de mantenimiento y representantes de la dirección.

Acción 3: Recopile datos de la máquina de archivos, registre fallas para determinar qué fallas son dominantes y desarrolle planes de mantenimiento preventivo

Acción 4: Estandarizarla limpieza e inspección para dar continuidad a esta operación para mantener el equipo para evitar su degradación.

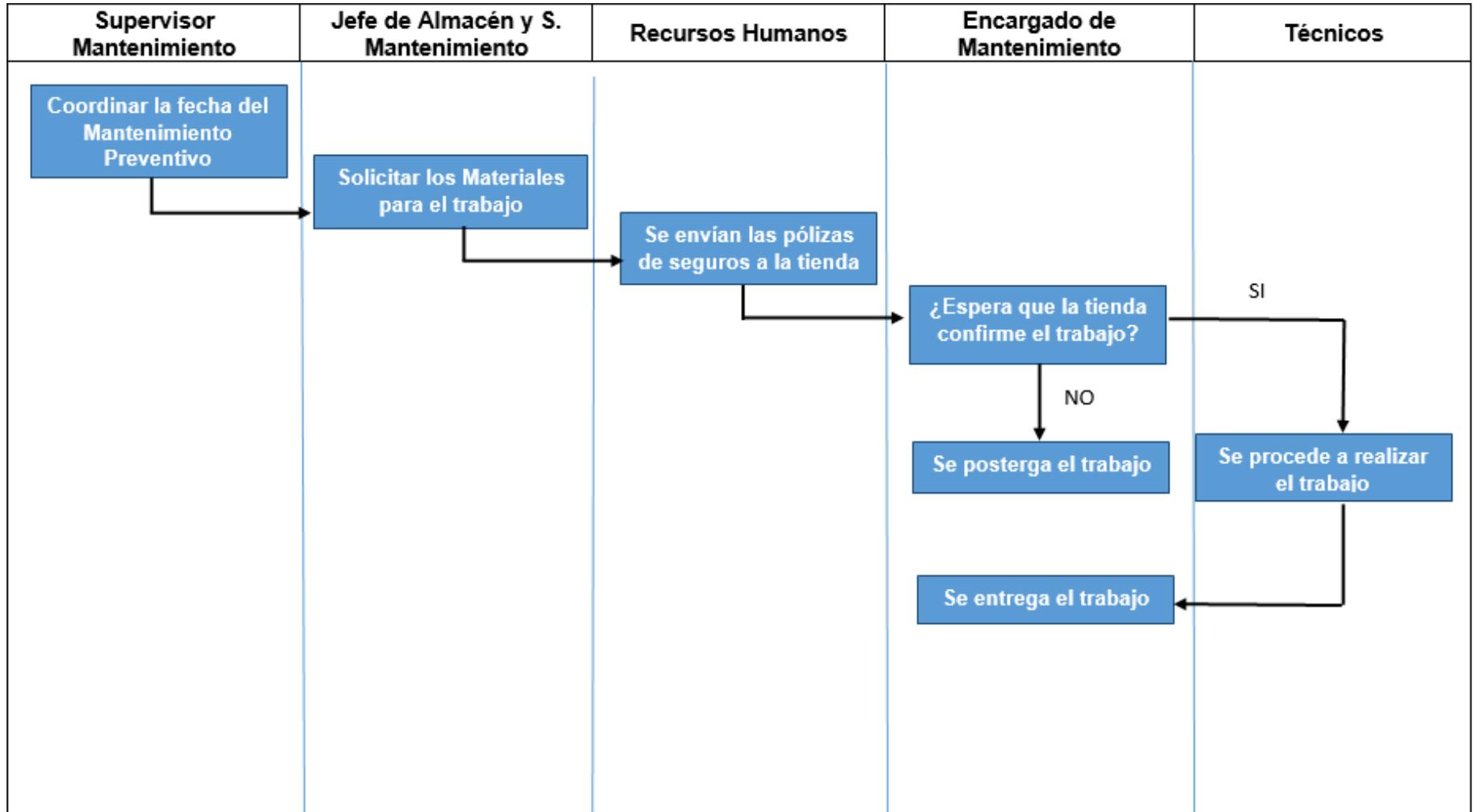


Figura 4. *Flujograma del Mantenimiento Preventivo.*

Fuente: Autor de la Investigación.

Tabla 12. *Actividades del Mantenimiento Preventivo.*

N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Programar la fecha del mantenimiento	Coordinar con los clientes el tiempo de entrega	Jefe de mantenimiento
2	Realizar la orden de pedido	Se habla con el jefe de compras para abastecer los materiales	Jefe de compras y jefe de mantenimiento
3	Se estable las políticas de entrega a los clientes	Se envía por medio digital estas políticas	Jefe de RR.HH
4	Se espera la respuesta por parte del cliente	Dar la conformidad del servicio	Jefe de mantenimiento
5	Se ejecuta el servicio de mantenimiento	Se efectúa el mantenimiento	Operarios
6	Se amplía el trabajo	Se pide ampliación del trabajo	Jefe de mantenimiento
7	Se da la conformidad del servicio culminado	El responsable de la empresa efectúa la conformidad	Jefe de mantenimiento

Fuente: Autor de la investigación.

En la Tabla 12 se observan las tareas que parten desde la programación del mantenimiento hasta la culminación del servicio.

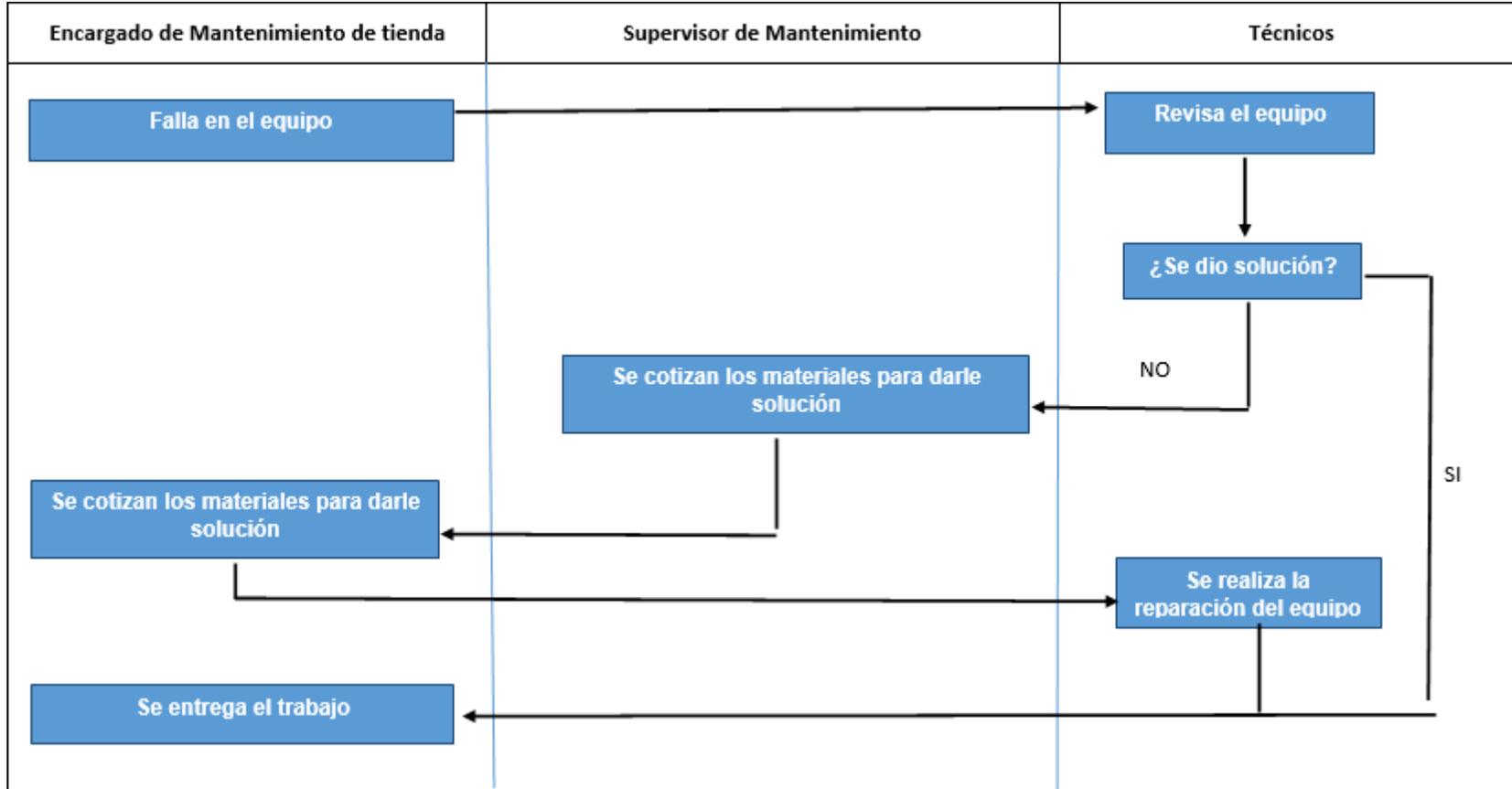


Figura 5. *Flujograma del Mantenimiento Correctivo.*

Fuente: Autor de la investigación.

Tabla 13. *Actividades del Mantenimiento Correctivo.*

N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Reporte de la falla	El área de mantenimiento efectúa dicho reporte	Jefe de mantenimiento
2	Se analiza el equipo	Se procede a enviar a un residente para realizar el análisis correspondiente	Operarios
3	El trabajo se dio la solución oportuna	Se entrega el trabajo culminado	Operarios
4	Se hace la cotización de todos los materiales	Se envía el análisis del reporte a la empresa	Jefe de mantenimiento
5	Se aprueba la cotización de la compra	El gerente aprueba la cotización	Jefe de mantenimiento
6	Se efectúa el trabajo de mantenimiento al equipo	Se realiza el servicio	Operarios
7	Se culmina el servicio	Los responsables firman el trabajo culminado	Jefe de mantenimiento

Fuente: Autor de la investigación.

La Tabla 13 muestra las labores que forman parte al realizar el mantenimiento correctivo debido a múltiples inspecciones de problemas de máquinas y cotizaciones de reparación de equipos, así como la demora de la empresa en aprobar cotizaciones de obra, resultando en costos de material y mano de obra. El plan de mantenimiento preventivo se basa en la guía del usuario de la máquina y coopera con los expertos en mantenimiento para actualizar el formato del archivo técnico. Esta es una herramienta que puede describir sistemas, componentes, características técnicas y vida útil, así como aquellos en el formato anterior, como máquinas. Para ello, se desarrolló una herramienta

para visualizar los tipos de sistemas y equipos, indumentaria, mantenimiento frecuente, detallar la actividad, materiales, durabilidad y tipo de mantenimiento. Asimismo, se especifican los factores claves del sistema y el estado de mantenimiento de cada sistema se muestra en función del contador de tiempo de ejecución y la cantidad recomendada de guías.

En la Tabla 13, también muestra planes para abordar el tiempo de inactividad no programado y / o el tiempo de mantenimiento excesivo, lo que indica que el sistema del motor sufrió modificaciones en la limpieza, el reemplazo y el mantenimiento del motor cigüeñal, tipo integral, aceite y otros aspectos. Asimismo, el sistema hidráulico tiene grandes desventajas ya que no existen repuestos que eviten fallos, sin embargo, cuando el equipo lo requiera se prestará más atención a plantear una frecuencia de mantenimiento menor que los componentes del sistema. Es recomendable que el sistema de dirección no tenga defectos mayores, al fin y al cabo, por lo que su frecuencia de mantenimiento es mayor que otras, de manera que el equipo pueda optimizarse y mejore su uso, y el equipo se encuentre en óptimas condiciones, para utilizarse cuando se necesite.

Gestión De Mantenimiento

- a. Trazabilidad de la información:** El gerente comercial debe brindar información sobre el servicio en trámite al inicio del servicio y durante su ejecución.
- b. Supervisión de trabajos:** Una vez creado el diseño, se fabricará y / o supervisará durante todo el proceso, teniendo en cuenta las especificaciones proporcionadas para el servicio.
- c. Aprobación o rechazo del proyecto:** Ya culminado el desarrollo del proyecto, el gerente de mantenimiento junto con el gerente de producción revisará el equipo fabricado.
- d. Elaboración de Informe de inspección de mantenimiento:** El responsable de mantenimiento deberá elaborar un informe de inspección de mantenimiento al final del servicio, y especificar las no conformidades encontradas en la inspección del servicio en el informe correspondiente. Si

la información detallada de las no conformidades se encuentra en el archivo, será fundar.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO INTERNO

Mantenimiento preventivo

- Se considera **Mantenimiento Preventivo** El mantenimiento preventivo de cada equipo, maquinaria y / o infraestructura se realiza anualmente.

- **ACERCA DE LA INFRAESTRUCTURA**

El responsable de control de calidad supervisa el estado de protección de los edificios y espacios de trabajo de la empresa, y plantea los requisitos de servicio para la corrección y mantenimiento preventivo de la infraestructura general.

- **ACERCA DE LOS EQUIPOS DE OPERATIVOS**

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

- a. Teniendo en cuenta las especificaciones del fabricante, la frecuencia de uso y la carga de trabajo, el programa correspondiente se puede reprogramar y / o modificar para diferentes situaciones, tales 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.
- b. El responsable se coordina con el responsable de otras áreas para realizar el mantenimiento preventivo de forma periódica para evitar la interrupción de las operaciones o el trabajo en curso.
- c. La ejecución de las actividades de mantenimiento se realiza mediante la realización de una solicitud de acuerdo con el formato de la lista de demanda, y el gerente de logística solicita prestar los servicios de según lo estipulado en procedimientos de compras y servicios.

- d. El mantenimiento se realiza de forma específica de acuerdo con las instrucciones de mantenimiento de cada máquina o equipo.
- e. Si se requiere un servicio, suministro o recambio específico, la solicitud se genera utilizando el formato de lista de solicitudes, la cual es administrada por el responsable y recibida por el gerente de compras.
- f. El responsable se pone en contacto con el proveedor de servicios (contratista) para coordinar la fecha de finalización de la obra.
- g. El responsable supervisa y apoya a la empresa contratista en el transcurso del procedimiento de ejecución del proyecto de acuerdo con las labores de mantenimiento prescritas, si no se realizan actividades por cualquier motivo, el responsable y el gerente regional reprogramarán.
- h. El responsable informa al responsable del área correspondiente de la finalización del proyecto y el estado restante de los equipos y / o instalaciones. Ambas partes confirman que el trabajo realizado después de probar el equipo y salir del área de trabajo está limpio y ordenado. Aprueban el formato del registro de reparación y guardan una copia para el gerente de área. El área de reparación archiva el registro original.
- i. Los equipos de cómputo y / o maquinaria que sufrieron daño y / o deterioro no correctivo, o su mantenimiento es económicamente inconveniente para la empresa, serán separados y clasificados como no operativos; continuaremos ejecutando los trámites correspondientes para finalmente cancelar

1.1.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

- a. Se considera mantenimiento correctivo a toda actividad que se realiza cuando surge una parada intempestiva en su proceso productivo.
- b. Si los usuarios detectan una falla en la operación de los equipos y / o infraestructuras regionales, deben emitir una acción correctiva o formulario de solicitud de mejora F-MQ-SGI-39 y notificar al líder regional o gerente de procesos del problema.

- c. El gerente de área revisa y aprueba el formulario de solicitud de mejora o acción correctiva previamente llenado F-MQ-SGI-39, y lo envía al área de mantenimiento para su ejecución inmediata.

DISPOSICIONES GENERALES

- a. El responsable debe llevar una hoja de registro de mantenimiento con el fin de llevar un registro histórico de cualquier daño, operación incorrecta, modificación y / o mantenimiento de cada máquina, infraestructura o equipo. Esta protección será supervisada por el director general.
- b. Al realizar determinados tipos de mantenimiento, el responsable deberá revisar y / o actualizar la ficha técnica correspondiente de cada equipo o máquina.
- c. La insignia correspondiente es el color específico del mes. El tamaño de la insignia está relacionado con el tamaño de la máquina relacionada. Debe colocarse en un lugar visible para no dificultar su visualización al manipular la maquinaria o equipo correspondiente.

Tabla 14. Plan de mantenimiento preventivo de las máquinas en TFM SAC.

cronograma de mantenimiento preventivo a las máquinas de TFM SAC																														
ÁREA DE MANTENIMIENTO														FECHA DE ELABORACIÓN										Julio del 2021						
Máquina	Sistema	Modelo	SERIE	jul-21				ago-21				sep-21				oct-21				nov-21				dic-21				Mecánico	% Cumplimiento	
				SE 1	SE 2	SE 3	SE 4	SE 1	SE 2	SE 3	SE 4	SE 1	SE 2	SE 3	SE 4	SE 1	SE 2	SE 3	SE 4	SE 1	SE 2	SE 3	SE 4	SE 1	SE 2	SE 3	SE 4			
Cargador frontal 966 H	Sistema dirección	V225B	70Y29 - D	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	Julio Arellano	100%	
	Sistema hidráulico			MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP		Padilla	100%
	Sistema eléctrico			MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	Ángel Tarazona	100%	
	Sistema de motor			MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP		Ramírez	100%
	Sistema de dirección			MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP		Ramírez	100%
	Sistema eléctrico			MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	Ramírez	100%	
					FD0- 5	11010383	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	Ramírez		100%	

Excavadora hidráulica 330 DL	Sistema de motor	MP	100%											
		MP	100%											
		MP	100%											
	Sistema de dirección	MP	Lorenzo Mendoza Llanos	100%										
	Sistema hidráulico	MP	100%											
	Sistema eléctrico	MP	José Denis Pulido Varas											

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Descripción del mantenimiento preventivo de las máquinas en TFM SAC.

Máquina	Sistemas	Frecuencia de mantenimiento	Descripción de la operación	Materiales	Duración	Tipo de mantenimiento
Cargador frontal 966 H	Sistema de dirección	300 hr.	Realizar el cambio de aceite del motor	Nivel de medición de aceite	1.0 hr.	Preventivo
		900 hr.	Limpiar el filtro del motor diésel	Llaves y balón de aceite para motor	1.3 hr.	Preventivo
	Sistema hidráulico	250 hr.	Sacar el radiador	Limpiar todos los radiadores	1.5 hr..	Preventivo
	Sistema eléctrico	800 hr.	Revisar y sincronizar el motor	Trapos industriales, gasolina	2.5 hr.	Preventivo
	Sistema de motor	700 hr.	Limpiar la culata del motor	Tener los dados y llaves para realizar el trabajo	2.0 hr	Preventivo
			940 hr.	Pulir el motor	Emplear cepillo metálico y soplete	1.2 hr.
		800 hr.	Realizar una limpieza general de todo el equipo	Emplear agua de tipo destilada	1.4 hr.	Preventivo
	Sistema de dirección	300 hr.	Verificar el estado de los pernos	Emplear una	1.7 hr.	Preventivo

Sistema eléctrico	450 hr.	Ajustes de purga de pistón de levante	compresora de aire	2.2hr.	Preventivo
-------------------	---------	---	--------------------	--------	------------

Excavadora hidráulica 330 DL	Sistema de motor	400 hr.	Limpieza a guías del mástil de elevación		1.4 hr.	Preventivo
	Sistema de	300 hr.	Verificar el nivel de aceite hidráulico Limpiar las	Comprensora de aire	1.7 hr.	Preventivo
	dirección	900 hr.	horquillas		2.2hr.	Preventivo
	Sistema de motor	700 hr.	Verificar el nivel de aceite empleado		0.5 hr.	Preventivo
	Sistema de dirección	800 hr.	Verificar el funcionamiento de la válvula	Varillas de medición y aceite hidráulico	2.5 hr.	Preventivo
	Sistema hidráulico	840 hr.	Limpiar el base del tanque reactor	Manguera de aire comprimido	2.0 hr	Preventivo
	Sistema eléctrico	320 hr.	Revisión de la condición y nivel de líquido del tanque reactor Cambio del nivel	Comprensora de aire Manguera de aire	1.2 hr.	Preventivo
	Sistema de motor	560 hr.	de aceite del tanque de aire	comprimido	1.5 hr.	Preventivo

Fuente: Elaboración propia.

Capacitación al personal

Formar a los operarios brinda un efecto directamente en el mantenimiento preventivo y en la mejora de la disponibilidad de equipos TFM SAC. Los operarios han recibido la siguiente formación:

Tabla 16. *Temas de capacitación*

Ítems	Temas	Fechas
01	Alcance del TPM	10 de julio del 2021
02	Dar a conocer los pilares del TPM	24 de julio del 2021
03	Orden, limpieza y clasificación	14 de agosto del 2021
04	Uso correcto de las máquinas	28 de agosto del 2021
05	Mantenimiento preventivo	12 de setiembre del 2021
06	Acciones correctivas ante un fallo de máquina	16 de setiembre del 2021
07	Correcta manipulación de las máquinas	23 de setiembre del 2021
08	Dar a conocer los procedimientos de mantenimiento preventivo	2 de octubre del 2021
09	Dar a conocer los procedimientos de mantenimiento correctivo	9 de octubre del 2021
10	Aplicación de la mejora continua	20 de octubre del 2021

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16 se detalla todos los temas de capacitación a realizar a los trabajadores de la empresa TFM SAC, el cual se ejecutó en el tiempo planificado.

Tabla 17. Personal a dar la capacitación.

Nombres y Apellidos	Cargo	Máquina	Responsabilidad	Capacitación		
Carlos Lizano López	Mecánico	Cargador frontal 966 H	Sistema de dirección	Asistente		
Eder Cueva Rojas			Sistema de dirección			
Roger Aquino Flores			Sistema hidráulico			
Josue Villanueva Grande			Sistema eléctrico			
Marín Castañeda López			Sistema de motor			
Julio Lezama López			Sistema de motor			
Augusto Domínguez Aguirre			Sistema de motor			
Miguel Herrera Domínguez			Sistema de dirección			
Luis Caballero Luna			Sistema eléctrico			
Julio Luna López		Excavadora hidráulica 330 DL	Sistema de motor			
David Castillo López			Sistema de motor			
Jeyson Colonia Grandes			Sistema de dirección			
Alfonso Guevera Luna			Sistema de motor			
Rolando Reyna Gutierrez			Sistema de dirección			
Juan Salas Díaz			Sistema hidráulico			
Diego Torres Gil			Sistema eléctrico			
Niki Higuera Konfú			-		Sistema de motor	Capacitador

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Costo de capacitación al personal.

Nombres	Cargo	Operador	Sueldo	Costo hora hombre	Horas	Sesiones	Costo total
Carlos Lizano López	Mecánico	Sistema de dirección	S/. 3,000.00	S/. 15.00	2	10	S/. 300.00
Eder Cueva Rojas			S/. 2,800.00	S/. 14.00	2	10	S/. 280.00
Roger Aquino Flores		Sistema hidráulico	S/. 2,650.00	S/. 13.25	2	10	S/. 265.00
Josue Villanueva Grande		Sistema eléctrico	S/. 2,500.00	S/. 12.50	2	10	S/. 250.00
Marín Castañeda López		Sistema de motor	S/. 2,500.00	S/. 12.50	2	10	S/. 250.00
Julio Lezama López			S/. 2,450.00	S/. 12.25	2	10	S/. 245.00
Augusto Domínguez Aguirre			S/. 2,450.00	S/. 12.25	2	10	S/. 245.00
Miguel Herrera Domínguez		Sistema de dirección	S/. 1,850.00	S/. 9.25	2	10	S/. 185.00
Luis Caballero Luna		Sistema eléctrico	S/. 1,850.00	S/. 9.25	2	10	S/. 185.00
Julio Luna López		Sistema de motor	S/. 1,850.00	S/. 9.25	2	10	S/. 185.00
David Castillo López		Sistema de motor	S/. 1,800.00	S/. 9.00	2	10	S/. 180.00
Jeyson Colonia Grandes		Sistema de dirección	S/. 1,800.00	S/. 9.00	2	10	S/. 180.00
Alfonso Guevera Luna		Sistema de motor	S/. 1,800.00	S/. 9.00	2	10	S/. 180.00
Rolando Reyna Gutierrez		Sistema de dirección	S/. 1,650.00	S/. 8.25	2	10	S/. 165.00
Juan Salas Díaz		Sistema hidráulico	S/. 1,500.00	S/. 7.50	2	10	S/. 150.00
Diego Torres Gil		Sistema eléctrico	S/. 1,400.00	S/. 7.00	2	10	S/. 140.00
Niki Higuera Konfú	Capacitador	Sistema de motor	S/. 1,800.00	S/. 9.00	2	10	S/. 180.00
COSTO TOTAL DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL							S/. 3,565.00

Fuente: Elaboración propia.

Para realizarla formación se necesitó que el encargado autorice el mantenimiento de TFM SAC, ya que este se va a responsabilizar del funcionamiento de máquinas.

Este plan formativo se vincula a la evaluación realizada por el encargado de mantenimiento que compruebe si se logró la finalidad de mejora continua que incremente la disponibilidad de equipos de TFM SAC. Para implementar las capacitaciones se empezó con la verificación del plan de mantenimiento realizado por el responsable de mantenimiento el 15 de junio de 2021. Esta formación impacta directamente en la disponibilidad del equipo de TFM SAC.

Luego comenzamos a aplicar las 5S para capacitar a los empleados de la empresa y hacerles conscientes del propósito de usar este método.

Figura 6. PPT usado en capacitación.



Fuente: elaboración propia.

Después de aplicar las 5S y capacitar a los empleados, se explicarán en detalle los beneficios de las 5S.

Los pasos a seguir son:

Paso 1. Regístrese en el almacén mediante la "Hoja de aceptación", código R-ALM-003

Paso 2. Ingrese el pedido en el área de almacén.

Paso 3. Cada paquete es almacenado según el lugar asignado en almacén, almacenándose según el número existente y su correspondiente proceso de rotación.

Nota 1: La modificación de posición de algunos paquetes solo se da si se determina el flujo de rotación.

Nota 2: Los productos de limpieza, desinfección, mantenimiento y control de plagas son almacenados de forma distinta para evitar la contaminación.

Nota 3: El paquete se mantiene organizado de tal manera que el recuento se pueda completar de manera rápida y eficiente.

Nota 4: Considere la capacidad del almacén para almacenar paquetes designados y designados.

Paso 4: Actualice el inventario de acuerdo con el paquete ingresado

Paso 5: Notifique al almacén si el paquete es conforme mediante el documento de informe de paquete no conforme para emitir el cheque correspondiente.

4.4.O.E.4 Evaluación costo beneficio de la posible implementación de la propuesta TPM.

De acuerdo con el plan de diseño de TPM, el cuestionario 5S se utiliza para determinar sus mejoras para la empresa.

Tabla 19. Resultados de las 5S final.

5 S	No	Muy poco frecuente	Regular	Casi siempre	Siempre	Total
Clasificar	0.50%	2.53%	1.59%	37.88%	57.50%	100%
Ordenar	0.97%	2.53%	1.59%	37.25%	57.66%	100%
Limpiar	0.13%	2.53%	1.59%	37.41%	58.59%	100%
Estandarizar	0.00%	2.60%	1.27%	37.56%	59.06%	100%
Disciplinar	0.81%	2.38%	0.34%	38.66%	57.81%	100%
Promedio	0.48%	2.51%	1.28%	37.75%	58.13%	100%

La Tabla 19 muestra que, en promedio, el 95,88% de las personas dijeron que, si están de acuerdo con las recomendaciones de implementación del TPM, se mejora la disponibilidad de los equipos. Luego se procedió a determinar la disponibilidad final de las máquinas.

Tabla 20. Reporte de fallas finales.

Máquina	Sistema	Causa de la falla	Horas trabajadas de la máquina	Número de reparaciones de la máquina	Horas de reparación
Cargador frontal 966 H	Sistema de dirección	Reparación de llanta	78.6	1	1
	Sistema de dirección	Cambio de un espejo lateral derecho	78.1	2	2
	Sistema hidráulico	Reparación del pistón de dirección posterior derecho	84.4	2	3
Excavadora hidráulica 330 DL	Sistema de motor	Cambio de aceite de motor	79.6	2	3
	Sistema de motor	Reparación de bomba de agua	85.6	3	1
	Sistema de dirección	Cambio de 02 rotulas de mando de aceleración	89.5	3	3
Suma total			495.8	13	13
MTBF: Tiempo medio entre fallas			38.14		
MTTR: Tiempo medio entre reparaciones			1.00		
Tasa de falla			0.03		
%Disponibilidad			97.44%		

En la Tabla 20 se detalla que las fallas obtenidas dentro de la empresa TFM SAC, fueron mínimas y es por ello que si % de disponibilidad aumentó a 97.44%, el cual permite concluir que la aplicación del TPM si aumentó de manera significativa la disponibilidad de las máquinas, es decir, de cada 100 horas disponibles, la máquina estuvo habilitada 97.44 horas activas.

Tabla 21. Disponibilidad de las máquinas final.

Máquina	Sistemas	MTTR	MTBF	Disponibilidad por sistema	Disponibilidad por máquina
Cargador frontal 966 H	Sistema de dirección	0.00	1.00	100.00%	98.15%
	Sistema de dirección	0.00	1.00	100.00%	
	Sistema hidráulico	0.00	1.00	100.00%	
	Sistema eléctrico	0.00	1.00	100.00%	
	Sistema de motor	0.00	1.00	100.00%	
	Sistema de motor	0.00	1.00	100.00%	
	Sistema de motor	0.00	1.00	100.00%	
	Sistema de dirección	1.00	5.00	83.33%	
	Sistema eléctrico	0.00	1.00	100.00%	
Excavadora hidráulica 330 DL	Sistema de motor	0.00	1.00	100.00%	97.50%
	Sistema de motor	0.00	1.00	100.00%	
	Sistema de dirección	0.00	1.00	100.00%	
	Sistema de motor	0.00	1.00	100.00%	
	Sistema de dirección	0.00	1.00	100.00%	
	Sistema hidráulico	0.00	1.00	100.00%	
	Sistema eléctrico	1.00	4.00	80.00%	
	Sistema de motor	0.00	1.00	100.00%	

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa TFM SAC.

En la Tabla 21 se muestra que las máquinas tienen una disponibilidad elevada, esto es debido a que el cumplimiento del mantenimiento preventivo si aumentó de manera significativa las horas disponibles del mismo, y para corroborar estos datos se procedió a determinar el análisis estadístico.

Tabla 22. Comparación de disponibilidad inicial y final de las máquinas.

Máquina	Sistemas	Disponibilidad inicial	Disponibilidad final
Cargador frontal 966 H	Sistema de dirección	84.11%	100.00%
	Sistema de dirección	91.90%	100.00%
	Sistema hidráulico	62.31%	100.00%
	Sistema eléctrico	78.99%	100.00%
	Sistema de motor	71.28%	100.00%
	Sistema de motor	65.48%	100.00%
	Sistema de motor	70.76%	100.00%
	Sistema de dirección	50.33%	83.33%
Excavadora hidráulica 330 DL	Sistema de motor	62.83%	100.00%
	Sistema de motor	75.54%	100.00%
	Sistema de dirección	85.40%	100.00%
	Sistema de motor	90.62%	100.00%
	Sistema de dirección	81.71%	100.00%
	Sistema hidráulico	80.99%	100.00%
	Sistema eléctrico	83.72%	80.00%
	Sistema de motor	82.32%	100.00%
Promedio		75.97%	97.84%

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa TFM SAC.

En la Tabla 22 se muestra que el aumento de la disponibilidad fue de 21.87%, lo cual indica que con el TPM se aumentó 21.87 horas más disponibles para el trabajo.

Para validar la hipótesis de la investigación, se empleó la herramienta estadística t student:

Hipótesis alterna (H1): la implementación del mantenimiento productivo total mejora la disponibilidad de las máquinas de la empresa TFMSAC, Piura – 2021.

Hipótesis nula (H0): la implementación del mantenimiento productivo total no mejora la disponibilidad de las máquinas de la empresa TFMSAC, Piura – 2021.

Para poder ser válido la hipótesis alterna de la investigación, se tendrá que cumplir las siguientes condiciones:

Valor t de dos colas < error

Valor t de dos colas <5%

Valor t de dos colas <0.05

Tabla 23. Análisis estadístico de la disponibilidad de las máquinas.

	Disponibilidad inicial	Disponibilidad final
Media	0.759700	0.978431
Varianza	0.012343	0.003742
Observaciones	17.000000	17.000000
Coeficiente de correlación de Pearson	0.250511	
Diferencia hipotética de las medias	0.000000	
Grados de libertad	16.000000	
Estadístico t	-8.008919	
P(T<=t) una cola	0.000000	
Valor crítico de t (una cola)	1.745884	
P(T<=t) dos colas	0.000001	
Valor crítico de t (dos colas)	2.119905	

Fuente: SPSS 22.

En la tabla 23 se muestra que el valor t de dos colas es 0.000001, el cual es un valor menor al margen de error, es decir menor a 0.05, permitiendo concluir que se valida la hipótesis alterna de la investigación, el cual hace mención que la implementación del mantenimiento productivo total mejora la disponibilidad de las máquinas de la empresa TFMSAC, Piura – 2021, rechazando de esta manera la hipótesis nula.

Tabla 24. Costo de Materiales.

Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Unit.	Precio	Total	
Filtro De Succión	Unidad	8	S/.	112.00	S/.	896.00
Filtro De Líquido	Unidad	8	S/.	125.00	S/.	1,000.00
Filtro De Aceite	Unidad	6	S/.	100.00	S/.	600.00
Gas Refrigerante R22	Unidad	5	S/.	150.00	S/.	750.00
Bencina Blanca	Galón	1	S/.	125.00	S/.	125.00
Aceite Suniso	Galón	8	S/.	60.00	S/.	480.00
Pernos Y Tuercas	Unidad	60	S/.	2.50	S/.	150.00
Trapo Industrial	Kilo	5	S/.	4.00	S/.	20.00
Soldadura	Unidad	12	S/.	18.00	S/.	216.00
Teflón	Unidad	1	S/.	2.00	S/.	2.00
Nitrógeno	Unidad	3	S/.	250.00	S/.	750.00
Acetileno	Unidad	1	S/.	180.00	S/.	180.00
Pinza A perimétrica	Unidad	3	S/.	50.00	S/.	150.00
Total					S/.	5,319.00

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 24 muestra los costos de material para un buen proceso general de producción y mantenimiento. La lista se basa en 5 máquinas de TFM.

Tabla 25. Costo de Mano de Obra.

Materiales								
Descripción	Electricista	Frigorista	Mecánico	Ayudante				
Sueldo Mensual	S/.	1,600.00	S/.	896.00	S/.	112.00	S/.	896.00
Sueldo Por Día	S/.	53.33	S/.	1,000.00	S/.	125.00	S/.	1,000.00
Sueldo Por Hora	S/.	6.67	S/.	600.00	S/.	100.00	S/.	600.00
Equipos Intervenidos	8	8	8	8				
Hora Hombre	96	304	256	224				
Total	S/.	640.00	S/.	2,533.33	S/.	1,920.00	S/.	933.33
Costo Total	S/.	6,026.67						

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 25 detalla los costos de mano de obra incurridos al implementar completamente la producción y el mantenimiento completos en las máquinas de TFM.

Tabla 26. Costo de Capacitación al Personal

Servicio De Capacitación	Costos
Capacitación Al Personal	S/. 3,000.00
Insumos Para La Capacitación	S/. 565.00
Total	S/. 3,565.00

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 26 posee gastos por capacitaciones al personal de mantenimiento productivo total a los equipos.

Tabla 27. Costo Total de la Implementación del TPM.

Costo Total De Implementación	
Capacitación	S/. 3,565.00
Herramientas Y Materiales	S/. 5,319.00
Mano De Obra	S/. 6,026.67
Total	S/. 14,910.67

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, el costo total para implementar el TPM oscilará entre S/. 14,91067 soles.

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
COSTOS de operación PRE		177,850	177,850	177,850	177,850	177,850	177,850	177,850	177,850	177,850	177,850	177,850	177,850
Materiales		150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550
Mantenimiento		18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750
CIF		8,550	8,550	8,550	8,550	8,550	8,550	8,550	8,550	8,550	8,550	8,550	8,550
COSTOS de operación POST		173,850	173,850	173,850	173,850	173,850	173,850	173,850	173,850	173,850	173,850	173,850	173,850
Materiales		150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550	150,550
Mantenimiento		15,300	15,300	15,300	15,300	15,300	15,300	15,300	15,300	15,300	15,300	15,300	15,300
CIF		8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Beneficio		4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Inversiones Tangibles	11,750												
Repuestos y accesorios	2,500												
Bienes y servicios	750												
Papelera y útiles de oficina	8,500												
Inversiones Intangibles	20,900												
Servicio de agua y desague	400												
Servicio de suministro de energía	500												
Viáticos y asignaciones	6,000												
Otros gastos	14,000												
Imprevistos (5%)	1,633												
TOTALES NETOS	-34,283	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000

Cálculo del VAN	8,018.86		Anual
Costo de Oportunidad del capital (COK)	2%	Mes	26.82%
Cálculo de la TIR	5.60%	mes	92.30% anual
Cálculo del ratio Beneficio / Costo	1.23		

Ver detalle en pestaña de Inversiones Intagibles S/42,301.36 6%

Figura 7. Valor Actual neto y Tasa interna de retorno.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7 se presenta un flujo actual de niveles S / 8.018.86 que sobrepasa a0, por lo que se recomienda estimar la propuesta basada en la TIR, del 5,60%, que superó a la tasa de descuento del 2%, mostrando una rentabilidad para quien invierte. Y el costo beneficio es de 1.23, lo que representa que por cada sol invertido la empresa está ganando 0.23 soles.

V. DISCUSIÓN

En este estudio, el objetivo general fue implementar el TPM para mejorar la disposición de la maquinaria de la empresa TFM SAC, para ello, se empleó la herramienta estadística t student, donde el valor estadístico salió $t = 0.000001$ el cual se visualiza en la Tabla 23, este valor es menor que el error en la investigación actual, es decir menor al 0.05, permitiendo concluir que la implementación de TPM si aumenta la disposición de las máquinas; estos resultados son similares a la encuesta de Tejada (2019), que adquirió el aumento significativo en la disposición al aplicar el mantenimiento productivo total, dado que el valor estadístico que encontró fue de $t = 00001$, y concluyó que la implementación del mantenimiento preventivo aumentó la disponibilidad de las máquinas en estudio. La obtención de los resultados se respalda en las teorías de Susuki (2017), quien expresa que el TPM es un desarrollo que conlleva al área de operaciones conocer acerca de la compleja función de las maquinarias y realizar un mantenimiento eficaz; también integrando a los operarios, genera interés y genera unas ganas de aprender más respecto a la maquinaria y el equipo, conocimiento sobre las máquinas. Ante lo expuesto, se concluye que para cualquier compañía la implementación correcta del TPM si mejora la disponibilidad de las máquinas de la compañía.

Para dar solución al primer y segundo objetivo específico, la investigación hace uso del mantenimiento preventivo en las máquinas de la empresa TFM SAC para mejorar la disponibilidad, por lo que, en primer lugar, de acuerdo con la teoría propuesta por Parra y Crespo (2012) indica que mediante la auditoría y diagnóstico de la gestión del mantenimiento se logra determinar el nivel de cumplimiento de la misma, ya que estudia varios factores identificados en la Tabla 4 para medir dicho cumplimiento, por lo tanto Boza y Donato (2017) utilizaron esta herramienta en su trabajo, quienes aplicaron un cuestionario para ayudarlos a determinar el índice de cumplimiento en la empresa, donde determinó que el desempeño del cumplimiento del mantenimiento fue pobre y que mayormente hay más problemas en el área de reparación de la empresa. Estos resultados se asemejan en la investigación actual donde se halló que en la empresa TFM SAC muestra un índice de cumplimiento

aceptable pero mejorable, por lo que se puede aplicar tecnología y herramientas para incrementar este valor y cuidar sus equipos y su proceso de producción se perfeccione. Contrastando con las teorías se tiene que el TPM se concibe como un medio para aumentar el potencial de la empresa, así como la eficiencia de todos los equipos en el transcurso del tiempo de utilidad (Shupingahua y Moya, 2019, pag.35).

En segundo lugar, se determinó el reporte de falla, por esta razón, (Arques, 2010) considera quien el que mencionó que el defecto es la detención de la capacidad del componente la realización de la función sugerida, por lo tanto, a menudo ocurren problemas en la máquina y la tasa de falla, según (Zapata, 2015) determina que la relación que existe entre el número de fallas que percibe un componente por unidad de tiempo durante la operación; las dos teorías planteadas en el estudio se pueden señalar que el reporte de fallas contiene las razones para mantenimiento correctivo en diferentes periodos de tiempo, como (Ticlavilca, 2016) en su tesis, muestra los informes de fallas inicial donde se demuestra una gran proporción de fallas en todas las máquinas, en esta investigación se tuvo resultados similares, ya que el tiempo de actividad inicial de todo el equipo es del 79,75%, lo que significa que está en buenas condiciones, pero se pueden mejorar 0.04 fallas / hora de los sistemas del equipo según lo planeado, o sea, la confiabilidad de algunos sistemas de equipos. A su vez, se asemeja en los resultados de Palomino y Tokumori (2020) quienes determinaron que la baja disponibilidad se define como un componente clave, y se recomienda mejorar este indicador entre un 4% y un 5% en cada uno de los ocho patines de dirección.

Se determinó en la Tabla 9 que el valor mostrado fluctúa desde 60% entre 90% de la disponibilidad del motor, la dirección, los sistemas hidráulico y eléctrico, por lo que este indicador es favorable, pero el sistema es más crítico a la hora de aplicar un plan de mantenimiento preventivo, por ejemplo debido al motor y sistema hidráulico Estos valores se han incrementado porque el tiempo medio entre averías y el tiempo medio de reparación tienen poco impacto en la máquina, así que se enfoca está en el plan que mejore estas características para que el post test comparativo muestre un cambio importante. Estos resultados se asemejan en la

investigación de Garay y Maceda (2020) quienes hallaron que los resultados muestran que la importancia de reducir las fallas de los equipos no solo puede garantizar entregas a tiempo, sino que también brinda un producto de alta calidad, rinde productivamente y satisface a los empleados, lograr una mayor rentabilidad y simular el tiempo en el sistema se reduce el proceso de determinación, y se obtiene un resultado del 92.02%, es decir, el tiempo transcurrido desde 6.455 minutos a los 515 minutos. Por lo descrito, se muestra que la importancia de mejorar la disponibilidad de las máquinas es sumamente importante.

En vista de dar solución al tercer objetivo específico, se muestra que en la Tabla 20 se detalla que las fallas obtenidas dentro de la empresa TFM SAC, fueron mínimas y es por ello que si % de disponibilidad aumentó a 97.44%, el cual permite concluir que la aplicación del TPM si aumentó de manera significativa la disponibilidad de las máquinas, es decir, de cada 100 horas disponibles, la máquina estuvo habilitada 97.44 horas activas, en la Tabla 21 se muestra que las máquinas tienen una disponibilidad elevada, esto es debido a que el cumplimiento del mantenimiento preventivo si aumentó de manera significativa las horas disponibles del mismo, y finalmente en la Tabla 22 se muestra que el aumento de la disponibilidad fue de 21.87%, lo cual indica que con el TPM se aumentó 21.87 horas más disponibles para el trabajo. Estos resultados se asemejan en la investigación de Garay y Maceda (2020) quienes concluyen que los tiempos de entrega de los pedidos aumentaron un 83.68 por ciento, y los retrasos de los mismos aumentaron un 66.6% y que los tiempos de entrega de los pedidos aumentaron a 83.6%, también se asemeja en la investigación de Quispe et al. (2020) quienes determinaron que las sugerencias de mejora pueden aumentar la eficiencia de producción de la empresa en un 5%, y la aplicación de TPM después del método, la eficiencia general de la máquina de organización aumentó en un 15,16%, de 67,20% a 83,37% al finalizar el trimestre de la prueba piloto, los autores concluyen que el modelado que se propuso se utiliza para la resolución del problema con menor eficiencia de la etapa de lavado y teñido en la fabricación textil de MSE. Estos resultados hallados, se relaciona con las teorías de Salazar (2019), quien indica que el TPM es un método

de mejoramiento continuo ya que permite a una empresa garantizar el aumento de la disponibilidad y la fiabilidad en diversas operaciones basándose en: prevención, cero fallos, cero emergencias y participación completa de los empleados.

El informe final de fallas mostró la mejora del sistema más crítico de la máquina, que redujo la tasa de fallas en 0.01 veces por hora, también se aplica el formato mencionado en el primer objetivo, como el tiempo medio entre fallas (MTBF). Según (Arques, 2010), se menciona que el instrumento presenta un índice de confiabilidad, que es la probabilidad de que el dispositivo siga funcionando, corregir en el tiempo y condiciones prescritos; en cuanto al tiempo medio de reparación (MTTR), ayuda a obtener una disponibilidad diferente a la original, lo cual se puede comprobar en el trabajo (Gutiérrez, 2017), lo que demuestra que la disponibilidad se ha incrementado en 50% y se mantiene previsto aumentar la frecuencia de cambio de aceite de 250 horas a 375 horas. Pero a diferencia de este proyecto, el cambio de aceite del motor tuvo una duración de 250 horas, y la modificación de este elemento se modificó porque se llevó a cabo en un período de tiempo relativamente corto, es decir, esta actividad tomó más de media hora, por lo que una solución para el sistema, por ejemplo, realización de una tarea se encontró en el nivel de aceite hidráulico, porque se reponía cada 700 horas, y la duración correspondiente era de 1 hora, debido a que el mayor tiempo ocupado por el sistema fue la bomba encontrada durante la limpieza. e inspección de la madre y mangueras hidráulicas. Asimismo, el trabajo (García, 2018) muestra que el tiempo de mantenimiento preventivo de los sistemas más críticos como los hidráulicos se ha reducido de 99,5 horas a 87,5 horas, mientras que el tiempo de mantenimiento preventivo de los sistemas eléctricos también se ha reducido en 22,1 horas para 23,9 horas, y la disponibilidad se ha incrementado en un 1,03%. Por lo expuesto, se concluye que la aplicación del TPM, si aumenta de manera significativa la disponibilidad de las máquinas.

VI. CONCLUSIONES

- 1) Se logró determinar que las principales causas que afectan la disposición de las maquinas es la falta de mantenimiento, la capacitación al personal, capacitación ineficiente, no existe orden y limpieza dentro del área de mantenimiento y procedimientos inadecuados.
- 2) Se logró determinar que los tiempos de las actividades iniciales de las máquinas son el 79,75%, lo que resulta que no está en buenas condiciones siendo esta una disponibilidad baja.
- 3) Respecto a la ejecución del mantenimiento preventivo, se logró reconocer cual es la correcta programación de ejecución de los trabajos de mantenimiento de prevención y la capacitación constante del personas en los temas de gestión de mantenimiento, lo cual nos llevó a una excelente mejora de reducción de tiempos tanto en la reparación de máquinas, como en la frecuencia de mantenimiento en los sistemas más críticos, de igual manera se aplicaron capacitaciones las cual lograron ayudar al mejoramiento del funcionamiento de las máquinas de la empresa TFM SAC y el costo de las capacitaciones fue un total de S/. S/. 3,565.00 soles.
- 4) Se determinó que el costo beneficio siendo de 1.23, lo que representa que por cada sol invertido la empresa está ganando 0.23 soles.

VII. RECOMENDACIONES

Estructurar de una manera adecuada la gestión logística que, desde la perspectiva económica, mediante un inventario de repuestos e insumos de mantenimiento que autoriza información relativa y oportuna del elemento en stocks, de igual manera ayudara a mantener actualizado el historial de equipos, ya que las actividades detalladas en ellos serán de gran ayuda para la transformación del plan ejecutado, de esta manera se concreta las mejoras continuas del sistema de gestión del mantenimiento.

Instruir de manera técnica y acertado al personal que se encuentra en el área de gestión de mantenimiento, con el fin de que los trabajos de mantenimiento se realicen de manera adecuada y oportuna, accediendo a la mejorar del mantenimiento, la disposición y la reducción de horas sin actividad en el taller de mantenimiento de tal manera efectuó la adecuada gestión comercial.

Poner en efecto las herramientas de manteamiento preventivo que se han propuesto en el trabajo de investigación, para poder lograr una mejora en el control de la disposición de maquinarias y se tenga a todas las personas debidamente capacitadas, de igual manera, realizar un adecuado seguimiento a las herramientas que han sido propuestas.

Realizar un mantenimiento preventivo adecuado utilizando una filosofía empresarial para mantener la mejora de los procesos en el área de mantenimiento de la empresa TFM SAC con el objetivo de lograr cumplir todas las expectativas de los clientes.

Se recomienda que investigaciones futuras, tomen en cuenta la metodología en que se desarrolló esta investigación ya que los datos obtenidos son confiables y con veracidad. Primar y ahondar el nivel de la capacitación de los trabajadores, lo cual elevara de manera constante los resultados y el aporte individual de la organización.

REFERENCIAS

- ARIAS, Jesús. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México, 2016, vol. 63, no 2, p. 201-206.
- ALMEIDA, Zambrano. Mejora continua en productividad organizacional y su impacto en colaboradores. Colombia, 2017. 2017. pág. 20, Artículo científico.
- Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. MARÍN GARCÍA, Juan y MARTÍNEZ, Rafael Mateo. 2013. 3, Barcelona: OmniaScience, 2013, Vol. 9. 2014-3214.
- BURR, Irving. Statistical quality control methods. New York: New York Marcel Dekker, 2018, Vol. 16, pág. 522.
- CÁRDENAS, Anibal. Collection Instruments data through the statistics of deformation and pointing. Horizon of Science 3 (4): 165-180, July 2015. ISSN 2304 – 4330
- RUELLES, José. Mejora de Métodos y Tiempos de Fabricación. primera edición. México: Alfa Omega Grupo Editor,S.A.de C.V, 2012. pág. (22, 44, 131, 194). ISBN 9786077076148.
- CÉSPEDES, Pablo y RAMÍREZ, Nelson. 2016. Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias. Universidad del Pacífico, 2016.
- CRUELLES, José. Mejora de métodos y tiempos de fabricación. Barcelona: Marcombo, S.A, 2012. pág. 66-22-22. ISBN: 978-84-267-1812-9.
- DANIEL, Héctor. 2015. Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto. 2015. ISBN 978-958-771-346-6.
- DOMÍNGUEZ, Catherine y PÁEZ, Ingrid. 2019. Aplicación de los pilares del TPM para la mejora en el mantenimiento de la flota de ETIB S.A.S. Universidad distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C.: 2019.
- GARCÍA, Jorge; ROMERO, Jaime y NORIEGA, Salvador. 2012. México DF: Elsevier, 2012, Vol. 57. 0186-1042.

ESCOBAR, Arturo, et al. 2018. Metodología de la investigación científica. Ciencias, 2018.

FALCONI. Aplicación de la mejora de método de trabajo para incrementar la productividad del producto filete de caballa en aceite vegetal de la empresa INVERSIONES ESTRELLA DE DAVID. 2017. pág. 138.

GALVÁN, Daniel. 2012. Análisis de la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) mediante el modelo de opciones reales. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA, México: 2012.

GARCÍA, Alfonso. 2017. Productividad y reducción de costos. 2ª edición. ISBN 9786071707338

GARCIA, Roberto. 2018. Estudio del Trabajo. Ingeniería de métodos del trabajo. 2ª edición. ISBN 9701046579.

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, 2014. 613pp. ISBN: 978-607-15-0291-9.

HEYZER, Jay y RENDER, Barry. Principios de Administración de Operaciones. 7ma edición ISBN 9786074420999.”

HUAMÁN, Luis. 2018. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR LOS. Huaraz: s.n., 2018. Tesis.

ICART, Teresa. 2016. Elaboración y presentación de un proyecto de investigación en una tesina. 2.ª ed. España: Universidad de Salamanca 2015. 55pp. ISBN: 8483894587

JIMÉNEZ, Fernando. 2015. Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial. [En línea]. 2º. Ed. Málaga: IC Editorial, 2015 [fecha de consulta: 17 de mayo del 2019]. 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

KIRAN, Chandra. 2017. Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in a machine shop. Departamento de Ingeniería de Energía Eléctrica y Mecatrónica, Tallín: 2017.

MARTÍNEZ, Fernando. Design of a maintenance plan for high reliability equipment. Industrial Technique (20): 289-301, 2017.

ISSN: 0786 – 1342

MARVEL, Mirza; RODRIGUEZ, Carlos y NUÑEZ, Miguel. La productividad desde una perspectiva humana: Dimensiones y factores Intangible, España: Universitat Politècnica de Catalunya. Intangible Capital, 7 (2): 549-584, October 2016. ISSN: 2014-3214

MATA, Dayler; ALLER, Junior y GOOD, Andres. Probabilistic analysis of the predictive and corrective maintenance of rotating electric machines in a drawing plant. Science and Technology, (12): 28-43, 2016. ISSN: 1425-3422

MEDINA, Daniel. 2017. Mejora de la productividad mediante un sistema de gestión basado en lean six sigma en el proceso productivo de pallets en la empresa maderera Nuevo Perú S.A.C. Chiclayo, Perú. 2017. 26-45pp
ISSN: 2586-9562

MESA, Julio. 2019. Propuesta de un plan para la mejora de disponibilidad de flota en una empresa de carga utilizando la metodología TPM. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima: 2019.

MUHAMMAD, Fahad. Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning. Cogent Engineering, (1):108, 2016
ISSN: 2332-1916

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andrés. 2014. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 13ª Edición, México D.F. Editorial: MCGRAW-HILL, 2014. 548pp. ISBN: 9786071511546

OSEDA, Dulio y RAMÍREZ, Felisícimo. (2011). ¿Cómo aprender y enseñar investigación científica? Primera edición. S.I: Editorail Agencia Peruana de la Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. 2011. 219pp. ISBN: 978-612-46019-0-3

PARADINAS, Felipe. Metodología y técnica de investigación en ciencias sociales. 2.ª ed. Argentina: Universidad de Buenos Aires, 2017. 63pp. ISBN: 9682315778

PÁRAMO, Pablo y GÓMEZ, Manuel. (2008). La investigación de las ciencias sociales. Bogotá: Universidad piloto de Colombia, Net educativa.

PEÑA, Tania. La complejidad del análisis documental Información, cultura y sociedad: revista del Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas, Buenos Aires. (16): 55-81, 2016. 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, 2014
ISSN: 1923-9335

RAMÍREZ, Juan. Study of productivity factors focused on improving productivity in building works. España. 1.ª ed. 2016. 139 pp. ISBN: 9788479789671

RIERA, Jerson. Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento industrial asistido por computador para la empresa cubiertas del Ecuador Kubiec S.A. en la planta Esthela. Pichincha, Ecuador. (8): 89-97. 2015. ISSN: 4578-9651

TEJADA, Jon. 2019. Propuesta de Modelo de Optimización de la Disponibilidad de Maquinaria y Equipo del Área de Maestranza de la empresa FAMAI, utilizando la metodología del Mantenimiento Productivo Total - TPM. Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa: 2019.

TERRAZAS, Rafael. Planificación y programación de operaciones. Cochabamba, Bolivia. (28): 12-27, 2015. ISSN: 1994-3733

TORRES, Luis. Maintenance. Its implementation and management. Universitas (5): 77-87, 2017. ISSN: 0123-1234

ULUGBEK, Fayzimatov. A reliability-based preventive maintenance methodology for the projection spot welding machine. Management Science Letters. Artículo científico, (6): 497-506, 2018. ISSN: 1923-9335

VELARDE, Alexander. Diseño de la mejora de la productividad en un taller de ebanistería y carpintería de artesanías de alta calidad. Chimbote, Perú. 2014. 15-56pp. ISBN: 458156782103

VIVANCO, Manuel. Muestreo estadístico diseño y aplicaciones. Santiago: Universidad de Chile, 2016. 53 pp. ISBN: 9561987180

VIVEROS, Pedro; STEGMAIER, Rodolfo; KRISTJANPOLLER, Fernando; BARBERA, Luis y CRESPO, Andrea. Proposal for a maintenance management model and its main support tools. I will engineer. (1): 10-21, 2016. ISSN: 0011 - 2918

WALPOLE, Rigoberto y MYERS, Renato. Probability and statistics for engineers. Pearson (7): 45-61, 2018. ISSN: 0654 – 5432

WORWELL, Irene. Reporting: exploring databases as instruments of analysis. Acimed. 9 (4): 20-32, 2017. ISSN 1024-9435

XIAOMENG, Sun. 2018. Implementing a Total Productive Maintenance Approach into an Improvement AT S Company. Universidad de Western Kentucky Bowling Green, Kentucky - Bowling Green: 2018.

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, 2014. ISSN: 1256-6543

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable Independiente: TPM	El TPM es una metodología que busca obtener cero fallas, fragilidad y defectos a fin de mejorar el proceso productivo eficazmente hablando, donde se mide a través de los pilares mejoras enfocadas, mantenimiento planificado, capacitación y entrenamiento; además, dentro de toda organización es fundamental tener en claro la aplicación de la metodología 5S ya que consiste en la base del TPM para mejorar la organización. (Torres, 2017, pág. 45).	El TPM está dado por un diagnóstico a través de una auditoría de mantenimiento, para luego ejecutarse mediante las mejoras enfocadas (mejora de procedimiento), mantenimiento planificado (mantenimiento preventivo), capacitación y entrenamiento (cumplimiento de capacitaciones) y la metodología de las 5S (con el fin de mejorar la organización en cuanto al orden).	Pilar 1: Mejoras enfocadas	Procedimientos cumplidos / Total de procedimiento	Razón
			Pilar 2: Mantenimiento planificado	Horas máquinas realizados mantenimiento preventivo / horas máquinas planificadas mantenimiento preventivo	Razón
			Pilar 3: Capacitación y entrenamiento	Capacitaciones ejecutadas / Capacitaciones programadas	Razón
Variable Dependiente: Disponibilidad	La disponibilidad es el tiempo operativo que una máquina tiene para ser empleado en un trabajo, donde se mide a través del MTB y MTTR para poder verificar su cumplimiento (Marvel, et al, 2017, pág. 55).	La disponibilidad se medirá a través del tiempo medio entre fallas y el tiempo medio para reparar el cual dará como resultado el % de disponibilidad existente en las máquinas de la empresa.	Tiempo medio entre fallas	$MTBF = \frac{\text{Tiempo total operaciones}}{\text{N}^\circ \text{ de fallas}}$	Razón
			Tiempo medio para reparar	$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de paradas}}{\text{N}^\circ \text{ de fallas}}$	Razón
			Disponibilidad	$Dispo = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100$	Razón

Anexo 2. Cuestionario de las 5S.

Separar lo necesario de lo innecesario						
Id	S1=Seiri=Clasificar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?					
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?					
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útil o similar en el entorno de trabajo?					
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenado, en su ubicación y correctamente identificado en el entorno laboral?					
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?					
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?					
7	¿Está todo el mobiliario, mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?					
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?					
9	¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?					
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?					
Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio						
Id	S2=Seiton=Ordenar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?					
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?					
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?					
4	¿Están todos los materiales, pallets, contenedores almacenados de forma adecuada?					
5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?					
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: ¿grietas, sobresalto...?					

7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?					
8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?					
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?					
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?					

Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden

Id	S3=Seiso=Limpiar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¡Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?					
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?					
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?					
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?					
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuosa (total o parcialmente)?					
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techos limpios, libres de residuos?					
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?					
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?					
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?					
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?					

Eliminar anomalías evidentes con controles visuales

Id	S4=Seiketsu=Estandarizar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?					
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?					
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?					

4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?					
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?					
6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?					
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?					
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?					
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?					
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (¿eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza?					
Hacer el hábito de la obediencia a las reglas						
Id	S5=Shitsuke Disciplinar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?					
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?					
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?					
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (¿arnés, casco...)?					
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?					
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándar definidos?					
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?					
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?					
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?					
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?					

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Análisis de confiabilidad del instrumento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,881	,751	50

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Item01	61,13	50,552	,365	,738
Item02	61,73	51,210	,373	,739
Item03	61,40	54,400	,030	,761
Item04	61,40	48,114	,579	,722
Item05	61,20	53,314	,120	,755
Item06	61,67	47,810	,487	,727
Item07	61,47	53,838	,061	,760
Item08	61,87	49,695	,400	,735
Item09	61,67	49,238	,419	,733
Item10	61,67	48,238	,414	,733
Item11	61,13	47,838	,547	,723
Item12	61,80	48,457	,394	,735
Item13	61,73	58,210	-,262	,782
Item14	61,93	51,781	,248	,746
Item15	62,07	48,352	,582	,723
Item16	61,20	49,171	,427	,733
Item17	61,67	50,952	,249	,747
Item18	61,33	52,238	,209	,749
Item19	61,33	49,667	,384	,736
Item20	61,13	50,552	,365	,738
Item21	61,87	59,410	,580	,777
Item22	62,40	63,543	,352	,791
Item23	62,13	66,695	,065	,805
Item24	62,07	59,495	,628	,775
Item25	61,93	65,352	,166	,800
Item26	62,33	58,524	,562	,777
Item27	62,13	65,695	,118	,804
Item28	62,60	63,257	,301	,793
Item29	62,33	60,381	,479	,783
Item30	62,40	58,829	,511	,780
Item31	61,87	58,981	,613	,775

Item32	62,47	59,267	,460	,783
Item33	62,47	71,124	-,244	,822
Item34	62,67	64,238	,249	,796
Item35	62,73	59,495	,604	,776
Item36	61,93	62,067	,375	,789
Item37	62,33	60,667	,416	,787
Item38	62,00	66,143	,105	,804
Item39	62,00	61,143	,439	,785
Item40	62,47	60,981	,471	,784
Item41	61,87	59,410	,580	,777
Item42	62,40	63,543	,352	,791
Item43	62,13	66,695	,065	,805
Item44	62,07	59,495	,628	,775
Item45	61,93	65,352	,166	,800
Item46	62,33	58,524	,562	,777
Item47	62,13	65,695	,118	,804
Item48	62,60	63,257	,301	,793
Item49	62,33	60,381	,479	,783
Item50	62,40	58,829	,511	,780

Análisis de la confiabilidad:

La fiabilidad del instrumento (cuestionario) con que medirá las variables de estudio, que determina la consistencia interna de los ítems formulados para medir dicha variable de interés; es decir, detectar si algún ítem tiene un mayor o menor error de medida, utilizando el método del Alfa de Cronbach y aplicado a una muestra piloto de 10 trabajadores con características similares a la muestra, obtuvo un coeficiente de confiabilidad de $r = 0.881$ y una Correlación de Pearson máxima de aporte de cada ítem con el total de $r = 0.751$, lo que permite inferir que el instrumento a utilizar es CONFIABLE.

Anexo 4. Plan de mantenimiento preventivo.

PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA																											
ÁREA DE MANTENIMIENTO														FECHA DE ELABORACIÓN								Mecánico	%Cumplimiento				
COMPONENTES	SERIE																										

Fuente: Método del proyecto.

Anexo 5. Formato capacitaciones.

Ítems	Temas
1	Introducción al mantenimiento preventivo
2	Sobre indicadores de gestión de mantenimiento
3	Clasificar
4	Ordenar
5	Limpiar
6	Estandarizar
7	Disciplina y control
8	Introducción al mantenimiento preventivo
9	Limpieza e inspección
10	Acciones correctivas
11	Preparación de estándares
12	Inspección general

Fuente: Método de proyecto.

Anexo 10. Constancia de validación 1.

Yo, Guillermo Segundo Miñan Olivos identificado con DNI N° 44317159de profesión Ingeniero, ejerciendo actualmente como Docente.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos de elaboración propia; a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: “Implementación del TPM para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Tecnología Fabricación Mantenimiento SAC”

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 Piura, a los 20 días del mes de setiembre del año 2021.



Guillermo Segundo Miñan Olivos
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 215311

Sello y firma del validador

Anexo 11. Constancia de validación 2.

Yo, Samuel Josue Oliver Cossios Risco, con DNI N°73300484 de profesión Ing. Industrial ejerciendo actualmente como Ingeniero Industrial en Nicovita. Alicorp Trujillo S.A.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos de elaboración propia; a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Implementación del TPM para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Tecnología Fabricación Mantenimiento SAC"

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 Piura, a los 20 días del mes de setiembre del año 2021.



COSSIOS RISCO SAMUEL JOSUE OLIVER
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP N° 228667

Sello y firma del validador

Anexo 12. Constancia de validación 3.

Yo, Percy Giraldo González, con DNI N° 33260966 de profesión Ingeniero Industrial, ejerciendo actualmente como Jefe de productividad CHI en la empresa Pesquera Hayduk SA.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos de elaboración propia; a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Implementación del TPM para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Tecnología Fabricación Mantenimiento SAC"

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 Piura, a los 20 días del mes de setiembre del año 2021.



PESQUERA HAYDUK S.A.
Percy Giraldo González
JEFE DE PRODUCTIVIDAD CHI

Sello y firma del validador

Anexo 13. Validez de los instrumentos.

Calificación del Ing. Guillermo Segundo Miñan Olivos

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. Samuel Josue Oliver Cossios Risco

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. Percy Giraldo González

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. Guillermo Segundo Miñan Olivos	16	80%
Ing. Samuel Josue Oliver Cossios Risco	17	85%
Ing. Percy Giraldo González	17	85%
Calificación	17	83.3%

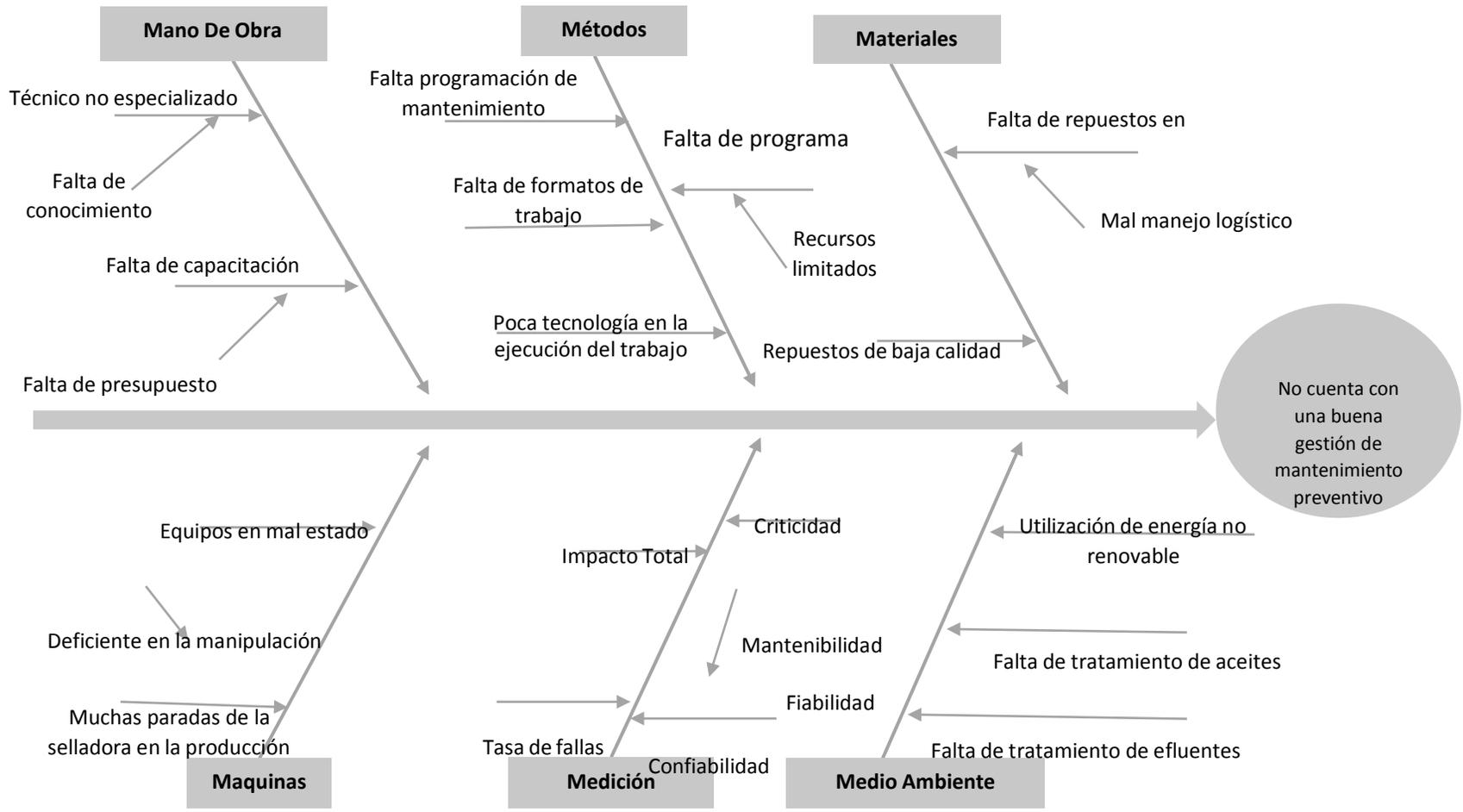
Fuente: Elaboración propia.

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 14. Diagrama de Ishikawa.



Anexo 15. Cuestionario inicial de las 5S.

VALORACION				
Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No

1. Lea con cuidado cada pregunta.
2. Marcar con una X en el casillero que más se acerque a su modo de apreciación.
3. Se le pide una opinión sincera.
4. No deje de contestar ninguna pregunta.

Separar lo necesario de lo innecesario						
Id	S1=Seiri=Clasificar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	8	9	9	13	25
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?	7	11	12	11	23
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útil o similar en el entorno de trabajo?	10	9	11	14	20
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenado, en su ubicación y correctamente identificado en el entorno laboral?	11	10	9	13	21
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	6	8	8	13	29
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?	6	9	8	14	27
7	¿Está todo el mobiliario, mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	8	10	7	13	26
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	9	9	10	14	22
9	¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?	6	9	7	18	24
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	9	9	6	17	23
Puntuación		80	93	87	140	240
Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio						
Id	S2=Seiton=Ordenar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	8	9	9	13	25

2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	6	8	8	15	27
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?	11	11	8	13	21
4	¿Están todos los materiales, pallets, contenedores almacenados de forma adecuada?	9	9	10	14	22
5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?	6	9	7	18	24
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: ¿grietas, sobresalto...?	9	9	6	17	23
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	9	10	14	11	20
8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?	9	8	11	13	23
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	9	9	6	11	29
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	7	11	8	11	27
Puntuación		83	93	87	136	241
Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden						
Id	S3=Seiso=Limpiar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¡Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	8	9	9	13	25
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	6	9	7	18	24
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?	9	9	6	17	23
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?	9	10	14	11	20
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuosa (total o parcialmente)?	9	8	11	13	23
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techos limpios, libres de residuos?	9	9	6	11	29
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?	8	11	9	14	22

8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	6	8	8	13	29
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	6	9	8	14	27
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	6	11	9	13	25
Puntuación		76	93	87	137	247
Eliminar anomalías evidentes con controles visuales						
Id	S4=Seiketsu=Estandarizar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?	8	9	9	13	25
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	8	11	9	14	22
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?	6	8	8	13	29
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?	6	9	8	14	27
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?	6	11	9	13	25
6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	6	9	8	14	27
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?	8	10	7	13	26
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	9	9	10	14	22
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?	6	9	7	18	24
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (¿eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?	10	9	10	12	23
Puntuación		73	94	85	138	250
Hacer el hábito de la obediencia a las reglas						
Id	S5=Shitsuke Disciplinar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	8	9	9	13	25
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	6	9	8	14	27
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	8	10	7	13	26
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (¿arnés, casco...)?	9	9	10	14	22

5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?	6	9	7	18	24
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándar definidos?	10	9	10	12	23
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	9	10	6	16	23
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?	9	9	6	19	21
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	9	8	7	14	26
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?	8	10	9	12	25
	Puntuación	82	92	79	145	242

Fuente: elaboración propia.

Anexo 16. Autorización de la empresa para realizar proyecto de investigación



TFM S.A.C
TECNOLOGIA FABRICACION Y MANTENIMIENTO

“Año del Bicentenario del Perú, 200 años de independencia”

Piura, 15 de octubre del 2021

ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Edwin Michel Alejos Callan, identificado con DNI N° 72465465, Gerente General de la empresa TECNOLOGÍA, FABRICACIÓN Y MANTENIMIENTO SAC, con RUC 20602403441 ubicada en JR. ALMIRANTE GUISSÉ NRO. 1263

P.J. MIRAFLORES ALTO, CHIMBOTE, sede principal digo:

AUTORIZO, a los estudiantes **GASPAR HURTADO EMERLIN** y **AYALA ZETA**

JOSE MARÍA de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, en calidad de los autores para poder realizar su proyecto de investigación titulado: **“Implementación del TPM para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Tecnología Fabricación Mantenimiento SAC”**, para la cual se les brinda los datos de la empresa TFM SAC, así como las facilidades para la ejecución y aplicación del proyecto de investigación.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado para los fines que se estime conveniente.



Edwin Michel Alejos Callan
GERENTE GENERAL
TECNOLOGIA FABRICACION Y MANTENIMIENTO TFM SAC
RUC. 20602403441



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, AYALA ZETA JOSE MARIA, GASPAS HURTADO EMERLIN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "IMPLEMENTACIÓN DEL TPM PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA TECNOLOGÍA FABRICACIÓN MANTENIMIENTO SAC", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
AYALA ZETA JOSE MARIA DNI: 40660452 ORCID 0000-0003-0413-4834	Firmado digitalmente por: JAYALAZ el 22-02-2022 11:16:15
GASPAR HURTADO EMERLIN DNI: 46515542 ORCID 0000-0003-4552-7773	Firmado digitalmente por: EGASPARH el 22-02-2022 11:14:04

Código documento Trilce: INV - 0578343