



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Gestión del Mantenimiento de las Manipuladoras de la
Empresa Ferreyros S.A., para disminuir los costos –
Chimbote, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

De la Cruz Moreno, Manuel Jesús (ORCID: 0000-0001-6526-7687)
Torres Segura, Ignacio Yuniór (ORCID: 0000-0002-4965-0595)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

Chimbote - Perú
2021

Dedicatoria

Dedico esta investigación a mi familia que me han apoyado en la toma de cada decisión que he elegido, lo dedico a mis profesores que me han impartido los conocimientos que necesite para el desarrollo de la presente investigación.

Los investigadores

Agradecimiento

Agradezco a mis asesores que me han dado la guía que necesite para desarrollar mi investigación; agradezco a la universidad que me ha brindado una gran oportunidad para cumplir mis sueños y a dios que me ha permitido estar en plenas capacidades para terminar con éxito mi carrera universitaria.

Los autores

Índice de contenido

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice de contenido	v
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	17
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	17
3.2 Variables y Operacionalización	18
3.3 Población, muestra y muestreo	18
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	19
3.5 Procedimientos	19
3.6 Método de análisis de datos	20
3.7 Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS	21
O.E.1. Diagnóstico de la gestión del mantenimiento de las manipuladoras que generan altos costos.	21
O.E.2. Aplicación de la gestión del mantenimiento de las manipuladoras para disminuir los costos de mano de obra.	31
O.E.3. Aplicar la gestión del mantenimiento de las manipuladoras para disminuir los costos de materiales y refacciones.	41
O.E.4. Aplicar la gestión del mantenimiento de las manipuladoras para aumentar el cumplimiento del presupuesto.	44
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: Indicadores de costos del mantenimiento.....	14
Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
Tabla 3: Tabla de Calificación Nivel de IMPACTO	26
Tabla 4: Nivel de IMPACTO de las CAUSAS en el PROBLEMA de estudio	26
Tabla 5: Evaluación de Problemas encontrados.....	29
Tabla 6: Evaluación de indicadores de mantenimiento.....	30
Tabla 7: Evaluación de costos actuales y presupuesto	30
Tabla 8: Mantenimientos rutinarios de alta frecuencia.....	33
Tabla 9: Programación de mantenimientos realizados	34
Tabla 10: Cronograma de ejecución	35
Tabla 11: Cronograma de capacitación	38
Tabla 12: Cumplimiento de mantenimiento.....	40
Tabla 13: Descripción de repuestos	41
Tabla 14: Evaluación EOQ	41
Tabla 15: MRP mantenimientos 250 hr.	42
Tabla 16: MRP mantenimientos 1000 hr.	43
Tabla 17: MRP mantenimientos 2000 hr.	44
Tabla 18: Evaluación de costos y comparación.....	44
Tabla 19: Evaluación de cumplimiento del presupuesto	45
Tabla 20: Prueba de muestras emparejadas.....	46

Índice de figuras

Figura 1: Resultados de cuestionario- operador de máquina manipuladora	21
Figura 2: Resultados de cuestionario - supervisor de máquina manipuladora	22
Figura 3: Resultados de lista de cotejo para la observación	23
Figura 4: Resultados de lista de cotejo para el análisis documentario	24
Figura 5: Diagrama de Ishikawa.....	25
Figura 6: Diagrama de Pareto o Regla 70 - 30.....	28
Figura 7: Análisis de Mantenimiento	29
Figura 8: Flujograma para solicitar mantenimiento.....	37
Figura 9: Comparación del cumplimiento	45

Resumen

La investigación tiene el objetivo principal de aplicar la gestión del mantenimiento en las manipuladoras para disminuir los costos en la Empresa Ferreyros S.A. - Chimbote, 2021; el diseño escogido para conseguirlo es experimental del tipo preexperimental, como primer paso se realizó una evaluación mediante encuestas demostrando una falta de implementación y control sobre lo que ya está implementado (documentos), esto se debe a la falta de estandarización y cumplimiento de las planificaciones que representa 69% de los problemas; la consecuencias encontradas afectamente a los costos ya que no se cumple con lo presupuestado por la empresa superándolo un 31%; en tanto a la implementación se procuró analizar la frecuencia de fallas para ejecutar la programación; así mismo se complementó este programa con capacitaciones y un sistema para la entrega oportuna de repuestos basado en el EOQ-MRP; bajo estos cambios se redujo los costos en más de un 20% y el ratio de cumplimiento se optimizo a un 81% demostrando que se ha cumplido con el objetivo de la empresa; con todos estos resultados y lo establecido por la evaluación estadística se comprueba la hipótesis concluyendo que una gestión de mantenimiento reduce los costos en la empresa Ferreyros S.A.

Palabras clave: Gestión de mantenimiento, MTBF; confiabilidad; costos, presupuestos, MRP.

Abstract

The research has the main objective of applying maintenance management in the manipulators to reduce costs in the Ferreyros S.A. Company. - Chimbote, 2021; The design chosen to achieve this is experimental of the pre-experimental type, as a first step an evaluation was carried out through surveys demonstrating a lack of implementation and control over what is already implemented (documents), this is due to the lack of standardization and compliance with the plans which represents 69% of the problems; the consequences found affecting costs since the budget by the company is not fulfilled, exceeding it by 31%; As for the implementation, an attempt was made to analyze the frequency of failures to execute the programming; Likewise, this program was complemented with training and a system for the timely delivery of spare parts based on the EOQ-MRP; Under these changes, costs were reduced by more than 20% and the compliance ratio was optimized to 81%, demonstrating that the company's objective has been met; With all these results and what is established by the statistical evaluation, the hypothesis is verified, concluding that maintenance management reduces costs in the company Ferreyros S.A.

Keywords: Maintenance management, MTBF; reliability; costs, budgets, MRP

I. INTRODUCCIÓN

Muchas empresas ven al mantenimiento como una actividad cuya finalidad es atender a las máquinas para que no fallen y que como consecuencia los sistemas de producción continúen trabajando, sin embargo, aún no entienden que el mantenimiento es una actividad estratégica, que contribuye al éxito de las organizaciones, una gestión eficiente de los recursos para garantizar su funcionamiento, para provechar los niveles de producción de la empresa, para cumplir con los programas de producción

Pero, hay en la actualidad muchas organizaciones, según Ardila, et al. (2016, pp 129-142), que se preocupan por mejorar la administración del mantenimiento por importante rol en el logro de la productividad general de una organización, al reducir sus costos. Además, Abreu et al. (2013, pp 320-330), resalta la importancia del funcionamiento de un sistema de gestión del mantenimiento en los aeropuertos de Portugal, que permitieron la sostenibilidad de los procesos de calidad relacionados con el mantenimiento, agregando valor para la organización y contribuyendo a mejorar los procesos del negocio.

Prego (2020), escribe en la revista *appvizer*, la importancia de la gestión del mantenimiento para las empresas en la actualidad, ya que las ayuda a reducir sus costos de mantenimiento entre 20-25%, reducir el número de averías entre el 70-75%, reducir los tiempos de parada entre 35-45% e incrementar la producción en un 25-30%, con lo cual se reducen los costos, permitiéndoles mejorar su productividad y mejorar la imagen de responsabilidad a los clientes. Así mismo Orrego (2017, pp 6-8), resalta la importancia del planeamiento del mantenimiento, como detalle preciso de las pre actividades que van a garantizar el éxito de los planificado. Indica también que es básico reconocer el negocio y sus necesidades, las mismas que deben evidenciarse en los planes de mantenimiento.

La planificación adecuada del mantenimiento, es muy beneficiosa para las empresa, como lo indica Marrero, Vilalta y Martínez (2019, pp 148-160), donde después del diagnóstico donde determinarán una serie de limitaciones en la disponibilidad de los equipos que afectan directamente las ventas, se propuso la implementación de un plan de planificación y control del mantenimiento, con lo cual lograron que las ventas crecieran en un 56%, quedando claro como el mantenimiento efectivo ayuda al crecimiento de la empresa.

En estos tiempos, para una empresa que no cuente con una estrategia adecuada de mantenimiento, comenta Alcántara (2019), que se verá impactado en los resultados de los costos, en el uptime, en la imagen institucional y en el retorno de la inversión, de acuerdo a una encuesta a Gerarda Trujillo en la revista Vanguardia Industrial, donde resume que actualmente el mantenimiento ya no se centra en la reparación, sino en hacer que se incremente el tiempo en que las máquinas estén operando. Concluye Alcántara, afirmando que el impacto monetario del mantenimiento es inmenso, según los resultados de la encuesta de Aberdeen Research, donde se indicó que el 82% de las empresas del estudio sufrieron en promedio cuatro horas de paralización, que representaron un costo promedio de 250.000 dólares cada hora de paro.

La Empresa Ferreyros S.A., es la principal distribuidora de bienes de capital en nuestro país, ofreciendo productos como maquinarias, motores, grupos electrógenos de la marca Caterpillar. Además, la empresa también genera ingresos por la venta de repuestos, servicios y el alquiler de maquinaria y equipos pesados. La sede en estudio es el de la ciudad de Chimbote que ha presentado evidencias de problemas en las operaciones de los equipos que ofrece en alquiler, pues el servicio ha generado costos por penalidades, altos costos de mantenimiento, reclamos de los clientes por la calidad del servicio en términos de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, y lo peor, es que esta situación dio pie a que los competidores hayan estado haciendo propuestas a Siderperú sobre el servicio que se ofrecía. El problema fue centrado en las máquinas manipuladoras que se alquilan a la empresa Siderperú, que se utilizaba para cargar los materiales metálicos en el área de recepción y alimentación al proceso de fundición. Entre los problemas identificados, se tiene: el incumplimiento de los servicios de mantenimiento debido a problemas de coordinación entre Siderperú y Ferreyros, pues cuando se accedía a las instalaciones de Siderperú para brindar el servicio de mantenimiento, no se podía realizar debido a que las máquinas están operando y no podían parar porque se debía cumplir con el programa de producción. Otras veces los operarios de mantenimiento de Ferreyros no acudían en el día programado debido a se les cruzaba con otras actividades de mantenimiento, o porque los repuestos e insumos necesarios para realizar el mantenimiento programado, no están disponibles. También se identificó que las manipuladoras eran operadas por operarios de

Siderperú y estaban sobre esforzando a las máquinas, además que daban signos de falta de capacitación en la operación de las manipuladoras; generando problemas que requerían la atención de mantenimiento no programada. Según información recopilada antes del estudio, se registró un promedio de cuatro a cinco días de retrasos en la atención del mantenimiento programado, con una variación promedio de retraso de más o menos tres días. El nivel de cumplimiento en el mes de marzo del 2021 fue de 32%, mientras que para el mes de abril del mismo año fue de 29%. De acuerdo a los problemas mencionados, se estuvieron generando problemas de costos en la Empresa Ferreyros S.A., razón por la cual, se planteó el siguiente problema.

¿Cuál es el efecto de la gestión del mantenimiento de las manipuladoras en la disminución de los costos de la Empresa Ferreyros S.A. – Chimbote, 2021?

El estudio fue de mucha importancia para la empresa porque la solución permitió resultados muy favorables en la reducción de los costos de la empresa, así como en el mejoramiento del servicio que se ofrece al cliente, con lo cual se mejoró el nivel de satisfacción.

La investigación se justifica teóricamente porque en la búsqueda de disminuir los costos de mantenimiento, se utilizaron las teorías de la gestión del mantenimiento lo cual deja un precedente en la solución de este problema.

Se justifica económicamente porque los resultados obtenidos reflejan una reducción de los costos de almacenamiento, debido a la mejor utilización de los recursos, los que han impactado en la mejora de los márgenes de ganancia, así como la rentabilidad de la empresa.

Se justifica socialmente, debido a que los resultados han permitido que sigan efectuando los servicios, con lo cual los trabajadores no han perdido su trabajo, y se garantiza su permanencia laboral, con lo cual sus familiares o dependientes podrán sentirse más tranquilos, del mismo modo los trabajadores podrán realizar sus actividades sin ningún tipo de presión.

Se justifica metodológicamente porque se mejoró la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos de acuerdo con la gestión del mantenimiento de las máquinas en estudio, con lo cual, los costos de mantenimiento se redujeron. Además, el servicio de atención a los clientes se mejoró, con lo cual se garantiza un servicio de alquiler sostenible, con una calidad del servicio que satisface al cliente.

Académicamente la investigación se justifica porque ha permitido materializar los conocimientos sobre la gestión de mantenimiento adquiridos en la formación profesional y generar de esta forma un valor agregado en el tema de investigación al encontrar y demostrar cómo lo aprendido en las aulas nos ha ayudado a realizar las propuestas a problemas reales.

De esta forma, buscando una solución que mejore los resultados empresariales, se planteó el siguiente objetivo general, aplicar la gestión del mantenimiento en las manipuladoras para disminuir los costos en la Empresa Ferreyros S.A. - Chimbote, 2021, sustentados por sus objetivos específicos siguientes, primero, diagnosticar la gestión del mantenimiento de las manipuladoras que generan altos costos en la Empresa Ferreyros S.A.A - Chimbote 2021, segundo, aplicar la gestión del mantenimiento de las manipuladoras para disminuir los costos de mano de obra de la Empresa Ferreyros S.A - Chimbote 2021, tercero, aplicar la gestión del mantenimiento de las manipuladoras para disminuir los costos de materiales y refacciones de la Empresa Ferreyros S.A - Chimbote 2021, y cuarto, aplicar la gestión del mantenimiento de las manipuladoras para aumentar el cumplimiento del presupuesto de la Empresa Ferreyros S.A - Chimbote 2021.

En cuanto a la hipótesis general, se planteó, la aplicación de la gestión del mantenimiento de las manipuladoras disminuiría los costos en la Empresa Ferreyros S.A. - Chimbote 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Zagorodniy, Novikov y Novikov (2021), en su artículo "*Improving the efficiency of maintenance of heavy-duty engines*", el estudio muestra cómo se mejora la eficiencia los motores de servicio pesado, arreglando las piezas o componentes gastados por el uso. La investigación es del tipo aplicada y preexperimental. Basado en la información de varias empresas que han establecido el reemplazo de partes desgastadas, han determinado la influencia de los niveles de stocks de repuestos en la confiabilidad de los motores. La investigación concluye, resaltando la importancia de organizar la disposición de elementos para los reemplazos de los elementos desgastados, conduciendo a una reducción de costos debido a la reducción del número de servicios de mantenimiento. La reserva de componentes y elementos individuales para los reemplazos aumenta la confiabilidad del motor hasta en 1,97 veces, garantizando su funcionabilidad.

Thomas (2018), en su artículo "*The Costs and Benefits of Advanced Maintenance in Manufacturing*", revisó información para estimar los costos y pérdidas relevantes para diversas técnicas de mantenimiento. El estudio ha sido aplicada, no experimental y permitió recopilar información de empresas de varios países principalmente en estados unidos, resaltando los gastos de mano de obra y de materiales, sin embargo, también se pudo determinar que hay otros factores que también influyen en los costos de mantenimiento, como, el tiempo de inactividad. El tamaño de la muestra fue de 77 empresas, entrevistando al personal responsable del mantenimiento. EL resultado de la investigación, concluye que los costos de mantenimiento y reparación incluyen el costo de mano de obra y de materiales y su reducción puede oscilar entre 15% y 98%, lo cual aumentaría la productividad y la producción de las empresas.

Marrero, Vilalta y Martínez (2019), en su artículo "*Modelo de diagnóstico, planificación y control del mantenimiento*", analizaron la gestión de los activos fijos, y como los indicadores de gestión varían influyendo, en los procesos productivos para la obtención de productos o servicios, y así propusieron un modelo integrador para la gestión del mantenimiento. En el desarrollo del estudio se emplearon técnicas y herramientas como: la encuesta con expertos, la revisión bibliográfica, y el método Delphi para recopilar datos primarios, y luego se procesaron. Para el modelo desarrollado se emplearon técnicas multicriterio, basado en la programación lineal

entera que contribuirá a generar planes de mantenimiento, como herramienta para facilitar la toma de decisiones empresariales. El modelo desarrolla una estructura lógica que permite detectar, calcular y analizar todos los recursos que se necesitarán para llevar a cabo el mantenimiento. Este modelo será de gran ayuda a la investigación en curso.

Darestani, Ganji y Imannezhad (2020), en su paper "*What are the key determinants of maintenance performance?*", se trazaron presentar un estudio en la cual median el rendimiento del mantenimiento preventivo a partir de mezclar técnicas de toma de decisiones difusas. La investigación es una respuesta al desempeño del mantenimiento preventivo con respecto a la importancia de la reducción de costos, la rentabilidad y el rendimiento de la organización. El estudio ha aplicado las técnicas de "DEMATEL difuso" y ANP para medir el desempeño del mantenimiento y determinar las relaciones causales entre los criterios y subcriterios. Entre los resultados obtenidos se tiene que los criterios funcionales y técnicos, junto con lo individual y lo ambiental son de gran importancia. Entre los subcriterios, la satisfacción de los empleados, el crecimiento y aprendizaje, la disponibilidad de maquinaria y equipos, la calidad del mantenimiento por parte de la mano de obra calificada y altamente capacitada, consideran como los más importantes. Finalmente, se concluye con la presentación de un método de investigación integral para aplicar las técnicas de decisión y el modelo de medición propuesto para la mejora continua y promover el desempeño del mantenimiento.

Zapata (2017), en su tesis "*Gestión de mantenimiento en los transportadores de cajas de cerveza en la línea de envasado n°03 en una planta embotelladora de bebidas de Motupe*", se propuso mejorar los tiempos de parada en las fajas transportadoras de cajas hacia la línea de envasado, para lo cual primero llevó a cabo un diagnóstico de los mecanismos del proceso de mantenimiento. Luego de analizar cómo se llevaba a cabo la gestión del mantenimiento y la manera cómo se realizaban las compras de repuestos e insumos, si se realizaba una auditoría de mantenimiento, así como se verificaron los formatos, reportes, fichas, solicitudes, etc. determinando, que era necesario implementar un sistema de gestión de mantenimiento. Después de aplicar las teorías, métodos y herramientas de la gestión de mantenimiento, se obtuvo como resultado, rediseñar algunos formatos y reportes,

además, se implementó los indicadores de mantenimiento, con lo cual, se logró incrementar la disponibilidad del sistema de transporte de cajas de 97,1% a 98,8%. Castillo (2019) en su tesis *“Gestión de mantenimiento en la mejora de métodos de trabajo para disminuir los costos de mantenimiento preventivo en una Empresa Cementera”*, se propuso reducir los costos de mantenimiento a través del mejoramiento del estudio del trabajo, en la planeación de mantenimiento. Su población fueron las operaciones de mantenimiento preventivo y su muestra fueron las operaciones de mantenimiento mecánico preventivo de la sección de molienda, la sección de Carbón Grueso y la sección de Embolsadura. Los resultados obtenidos fueron la reducción del tiempo anual de los mantenimientos de 645,18 horas a 536,49 horas alcanzado una disminución del tiempo de 108,70 horas, es decir, 16,85% del total. Del mismo modo, se disminuyó el costo anual de S/. 26.002,04 a S/ 17.403,04, con lo que se logró una reducción de S/ 8.598,39 es decir, 33,07% con respecto al costo total inicial.

Gonzales (2020), en su investigación, *“Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad en el área mecánica de la Empresa GUVI SERVIS E.I.R.L., 2020”*, aplicó un estudio de tipo descriptivo y cuantitativo, realizando un análisis de sus máquinas como tornos convencionales, fresas, mandrinadora, entre otras máquinas y herramientas; se evaluó el nivel de cumplimiento respecto a los programas de mantenimiento existente. Se aplicaron las técnicas para recopilar los datos y se procesaron las respuestas determinando la situación actual que refleja las condiciones de las máquinas en estudio, el estado de las piezas y componentes procesadas, y los requerimientos de control del funcionamiento de los equipos, a partir del cual se determinaron las teorías y métodos que se emplearían para que la gestión de mantenimiento mejore el rendimiento de las operaciones. El resultado obtenido fue mejorar la disponibilidad de las máquinas que aumentó en 9%, porque la disponibilidad de la fresadora pasó de 86,98% a 94,13%, el torno paralelo de 85,68% a 94,4%, y la mandrinadora de 85,24% a 96,79%, lo que impactó en el costo de mantenimiento reduciéndolo de 76.526,24 a 42.871,84 soles generando un ahorro de 33.654,50 soles. La investigación concluye, demostrando que la gestión de mantenimiento integra las actividades, procedimientos, recursos y los tiempos necesarios para cumplir con eficiencia y eficacia las tareas de mantenimiento que las máquinas de la empresa requieren.

Cabrera y La Serna (2021) en su investigación, *“Gestión de mantenimiento de las unidades vehiculares para la reducción de costos en la división de obras de la Municipalidad Provincial de Ferreñafe”*, se propusieron el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para mejorar el servicio de los vehículos de la Municipalidad correspondiente, y reducir los costos por mantenimiento. La investigación ha sido aplicada y descriptiva de diseño no experimental, obteniendo la información por medio de los instrumentos de recolección de datos aplicados a los conductores y jefes, luego los datos se procesaron utilizando el programa SPSS y MS Excel. Por medio de herramientas como el Diagrama de Ishikawa y Pareto se detalló la situación actual y se determinó que su problema era no contar con un mantenimiento preventivo y la falta de conocer las máquinas más críticas. Con lo cual se elaboró un plan de mantenimiento para reducir las horas de paradas no programadas, los costos elevados y el número de fallas. Con la aplicación del Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM) el resultado que se obtuvo, fue mejorar la disponibilidad de 87% a 99% y la confiabilidad de 84% a 99% confirmando así la hipótesis de la propuesta de investigación, además el costo de mantenimiento se redujo en 44.210,00 soles.

Mauricio y Olarte (2020), en su investigación, *“Implementación de Lean Maintenance para optimizar los costos de mantenimiento de unidades en una empresa de transportes de carga pesada. SJL 2020”*, se centró en demostrar cómo la aplicación de las herramientas de mantenimiento esbelto reduce los costos del mantenimiento de los motores de los vehículos de transporte de carga (camiones). En base a la herramienta de causa-efecto de Ishikawa y el diagrama de Pareto correspondiente, se analizaron las causas principales y secundarias que propiciaron la aplicación del Lean Maintenance para buscar la reducción de los costos de mantenimiento. El estudio es del tipo aplicada y cuantitativa, de nivel descriptivo con una muestra de 41 unidades de transporte y sus respectivos costos de mantenimiento. El resultado del Lean Maintenance fue reducir el costo de mantenimiento por hora de 3,27 a 3,07 soles que representó una mejora del 6,1%, reducir el costo de mantenimiento preventivo por hora de 2,77 a 2,66 soles que representó una mejora de 3,97% y reducir el costo de mantenimiento correctivo por hora de 0,50 a 0,41 soles que representó una mejora de 18%. Con estos resultados se concluye que el Lean Maintenance reduce los costos de mantenimiento.

Pacheco (2017), en su investigación, *“Mejora en los procesos de mantenimiento para reducir costos operativos en la Empresa GSP Trujillo S.A.C”*, se proyectó la reducción de los costos operativos en el área de mantenimiento aplicando las herramientas de la Gestión de Procesos, para mejorar el control, el orden y limpieza en el área de mantenimiento y el manejo de los recursos humanos precisándose que habilidades, capacidades y características son necesarias para la función de mantenimiento. La aplicación de algunas técnicas de ingeniería, ayudaron a identificar las causas principales del problema, a partir del cual se priorizaron para establecer y llevar a cabo las mejoras necesarias y los controles correspondientes. Luego de aplicar las mejoras, los resultados fueron: la reducción de las pérdidas por ausencia de control en equipos y labores de los trabajadores de 73.916,79 soles a 0,00 soles, así mismo, se redujeron las pérdidas por inasistencia a las capacitaciones de los trabajadores de 15.570,89 soles a 323,54 soles y se redujeron las pérdidas debido a la falta de limpieza en los equipos y en área de mantenimiento de 6.592,53 soles a 262,80 soles por año. Los logros obtenidos se evaluaron económicamente y se determinó que la propuesta era viable con un VAN de 81.255,78 soles, un TIR de 98,13% y un Costo Beneficio de 1,31 soles.

Palomino y Tokumori (2020), en su investigación *“Propuesta para mejorar la disponibilidad de equipos en el sector construcción para una empresa de alquiler de máquinas pesadas”*, su propuesta plantearon como el mantenimiento centrado del TPM (mantenimiento productivo total) y RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad), permiten mejorar la disponibilidad de los equipos de la empresa de construcción. Este estudio ha sido del tipo aplicada y descriptiva. La recopilación de la información demuestra cómo aplicar TPM garantiza los logros de las políticas de Mantenimiento Preventivo (MP.) reduciendo los gastos excesivos acumulados por mantenimiento. La investigación concluye demostrando que el exceso de mantenimiento correctivo genera una fuerte inversión debido a las paradas no programadas y a los retrasos en tiempos de trabajo. Finalmente, la aplicación RCM y TPM, permiten seleccionar y aplicar de manera efectiva las tareas del Plan de Mantenimiento, pues los resultados indican que la disponibilidad de los equipos mejora en 90%.

Rashumán (2019), en su investigación *“Modelo de gestión de mantenimiento para el incremento de disponibilidad de las máquinas en una planta de fabricación de*

bombas centrífugas”, se orientó a desarrollar un modelo de gestión de mantenimiento para mejorar la disposición de las máquinas y mejorar el volumen de producción, y así como aumentar la rentabilidad de la empresa. El estudio ha sido del tipo aplicada, diseño no experimental, midiendo la relación entre la gestión de mantenimiento y la disponibilidad de las Máquinas. Se aplicaron los instrumentos de las técnicas de recolección de datos, y se analizó los registros de las órdenes de servicio de mantenimiento y los datos técnicos de cada máquina, lo que sirvió de base para la elaboración del nuevo procedimiento de la gestión de mantenimiento, determinándose las máquinas críticas, el programa para capacitación y entrenar a los trabajadores del área, y el uso de las nuevas técnicas de mantenimiento. El resultado del nuevo modelo de gestión de mantenimiento permitió un incremento de 2.5 % la disponibilidad de las máquinas, y se incrementó el nivel de producción de 9 a 22 toneladas por mes, con lo cual se concluyó como la gestión de mantenimiento permitió obtener mejoras para la empresa.

Guevara (2019), en su investigación *“Propuesta de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la Empresa CGW PLASTIC S.A.C. para la reducción de costos por parada de máquina”*, luego de aplicar las técnicas de recopilación de datos a través de los instrumentos, identificó que, hay avería en las máquinas del proceso productivo generando detenciones de planta, lo que impacta en las utilidades de la empresa. También se identificó la falta de cultura preventiva en el mantenimiento y frente a las averías solo aplican el mantenimiento correctivo. Se recopiló la información del número de mantenimientos correctivos y sus costos asociados de 12 meses. La muestra del estudio fueron 6 equipos del proceso de producción, de donde se identificaron 105 averías que acumularon una para de planta de 989 horas que generó un costo de mantenimiento correctivo de 29.130,00 soles. También, se identificó que las máquinas críticas eran el Molino 01, el Molino 02 y el Extractor/Peletizadora. La aplicación de la teoría de la gestión de mantenimiento propuso resultados como la reducción del número de paradas de máquina en 60,53%, la reducción de las horas de para de planta en 90,75%, representando un costo de 56 555,60 soles, y un aumento la utilidad bruta de 16,98% al año. Con esto se concluye que la gestión mejoró la confiabilidad a 97,29%, se redujo la Mantenibilidad a 90,56% y se aumentó de la Disponibilidad a 4,04%.

Finalmente, la investigación concluye que la propuesta mejora la capacidad de los equipos que influyen en la utilidad de la empresa.

Quispe y Ticona (2020), en su investigación *“Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de la flota de buses para la reducción de costos en la Empresa Transportes Wayra E.I.R.L.”*, se propone primero identificar las deficiencias existentes en el taller de mantenimiento y elaborar una propuesta de mejora, para reducir los costos de mantenimiento. Con la aplicación de los instrumentos de las técnicas de recolección de datos, se pudo identificar las propuestas para resolver los problemas identificados, consistentes en: implementar las capacitaciones y utilizar la metodología Poka Yoke y Hoshin Kanri. El resultado de la investigación concluye que los costos de la situación actual fueron de S/ 901 704,36 y la propuesta tiene un costo de S/ 649 238,24, con lo cual se logra una utilidad neta de S/ 252 466,12, y con respecto al beneficio- costo de la propuesta es de S/ 7,08 que refleja un resultado favorable para la empresa.

Pinedo (2018), en su tesis *“Aplicación del mantenimiento preventivo para disminuir los costos de mantenimiento de la empresa pesquera ICEF S.A.C. Chimbote 2018”*, la definió como de tipo preexperimental, empleando todas las máquinas de harina de pescado con lo cual la población y la muestra fueron lo mismo. En la recolección y el tratamiento de los datos, se utilizó el gráfico de Pareto, el reporte de fallas, el análisis de criticidad de las máquinas, sus costos de mantenimiento, la planeación de mantenimiento y las fichas técnicas. Con la información recopilada y la aplicación de la teoría de la gestión del mantenimiento, se obtuvieron resultados como la reducción del costo de mantenimiento de 12,930.00 soles a 1,760.00 soles, se incrementaron las actividades productivas en 94% y se redujeron las actividades improductivas en 6%. De esta manera, se concluyó que la aplicación del mantenimiento preventivo disminuyó los costos de mantenimiento de la Corporación Pesquera ICEF S.A.C.

Cossios (2018), en su tesis titulada *“Gestión de Mantenimiento para el aumento de la confiabilidad en los equipos de la Casa de Fuerza del Hospital Regional - Chimbote 2018”*, la investigación fue descriptiva, con una muestra conformada por los equipos de la casa de fuerza y la falta de gestión de mantenimiento. Se establecieron las herramientas correspondientes para analizar la confiabilidad, y se aplicó una auditoría de mantenimiento y se revisó el plan de mantenimiento. Con la información obtenida y la aplicación de las teorías correspondientes, se aplicó un plan de

mantenimiento en la sección de calderería con lo cual la confiabilidad aumentó en 2,23% al lograr un aumento de 94,92% a 97,15%, también se logró un aumento de la confiabilidad en el grupo electrógeno Siemens de 2,65%, al aumentar de 94,31% a 96,96%. El plan de mantenimiento se apoyó en un programa informático (software) en donde con la información de la calificación y la frecuencia de falla de los equipos, se obtiene el programa de mantenimiento. El estudio concluye, que el plan de mantenimiento con la ayuda de un software de mantenimiento, la confiabilidad de los equipos de la empresa mejora.

Sosa (2018), en su tesis, *“Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento de las unidades de transporte en la empresa Transportes JEVREM S.A.C”*, luego de diagnosticar la situación del sistema administración de mantenimiento de las unidades de tipo tracto-camión, se determinó que la empresa solo realizaba trabajos de mantenimiento correctivo, generando paradas no previstas en las unidades de transporte, que ocasionaban pérdidas muy importantes para la empresa. Se analizaron los más de 17.000 registros que forma parte de la historia de los trabajos de mantenimiento correctivo y se determinaron los costos de mantenimiento correctivo, pudiéndose confirmar que los costos eran muy altos, con lo que se confirmó la necesidad de un sistema que gestione mejor el mantenimiento de las máquinas, y con esto la reducción de los costos. Se elaboró un programa de gestionar el mantenimiento, se definieron los lineamientos estratégicos del área de Mantenimiento y se implementó el sistema de gestión. El resultado obtenido fue contundente, pues, se logró reducir el costo anual de mantenimiento correctivo por cada camión obteniéndose un ahorro de \$ 3.011,45 al año. Con esto se concluye que un sistema de gestión contribuye en la reducción de los costos de mantenimiento.

Pérez (2019), en su estudio *“Gestión de Mantenimiento para reducir los costos en el Área de Electromecánica en el Hospital Regional de Lambayeque”*, desarrolló un plan para la gestión de mantenimiento, orientado a la reducción de los costos de mantenimiento, en el área de electromecánica. La investigación fue aplicada y descriptiva, no experimental. En primer lugar, se hizo un diagnóstico de la situación actual, y con la aplicación de los instrumentos correspondientes se determinó que solo hacían mantenimiento correctivo, no había control o programación de los mantenimientos, con lo cual se generaban fallos de atención urgente y se generaban

altos costos por parada. El resultado de la investigación, permitió identificar las máquinas críticas y semicríticas y basado en la herramienta RCM se obtuvo un plan de mantenimiento, que logró una reducción de costos de 97,648.00 soles al año, precisándose que la evaluación del beneficio – costo, era favorable generando una ganancia de 0,53 soles por cada sol invertido.

Cordero y Che (2018), en su tesis “*Gestión de Mantenimiento para reducir el costo de operación de un remolcador marítimo en el puerto de Bayovar Piura*”, buscaron la reducción de los costos de operación, con la gestión de mantenimiento que aseguraría una adecuada operación de los equipos, incrementándose su confiabilidad y la productividad en el proceso de producción. Luego de recopilar los datos con la ayuda de los instrumentos, se evaluó la situación actual se elaboró una propuesta para gestionar los Remolcadores del Puerto de Bayovar, para reducir los costos de operación, garantizándose la seguridad y calidad de servicio. El plan elaborado hizo disminuir en 1,4% la diferencia entre el presupuesto y lo real. La propuesta logró reducción de 43.685 dólares en el costo de operación debido a la disminución en el costo de manteniendo y repuestos en un 14% con respecto al año anterior.

Un aspecto importante en el mantenimiento de las máquinas y equipos, son los costos, porque finalmente son los que van a respaldar el financiamiento de las actividades de mantenimiento. Para García (2011, p. 127), los costos son de cierta forma una medida de los costos incurridos en el mantenimiento. Entre los costos de mantenimiento, se pueden mencionar el costo de mantenimiento general, que indica la relación que hay entre los costos totales de mantenimiento con el costo total de la operación. El costo directo de mantenimiento, que relaciona los costos totales de mantenimiento directo (proactivo y reactivo), con el costo de mantenimiento general. Costo indirecto de mantenimiento, que relaciona los costos totales de mantenimiento, con el costo de mantenimiento general. El costo de administración del mantenimiento, que relaciona el costo de las labores administrativas de mantenimiento y el costo total del mantenimiento.

Para Barrick (2011, p. 23), los costos de mantenimiento deben de reportar de manera visible todo aquello que permita el control eficaz. Para esto, es necesario, que el informe de mantenimiento se lleve a cabo mensualmente, contemplando: el

presupuesto de mantenimiento, los gastos de mantenimiento, los análisis de variación, las tendencias y los pronósticos.

Para Integramarkets (2018, p. 23), la gestión del mantenimiento debe sustentarse en indicadores que expliquen o establezcan a través de los datos, como se está llevando a cabo la función de mantenimiento. En este caso la tabla uno, nos muestra los indicadores de costo más relevantes del mantenimiento.

Tabla 1: Indicadores de costos del mantenimiento

Indicador	Unidad	Fórmula
Costo del mantenimiento comparado con la nueva condición de valor	Número	$\frac{\text{Costo de mantenimiento}}{\text{valor del activo en las nuevas condiciones}}$
Costo de personal	Porcentaje	$\frac{\text{Costo del personal}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$
Costo de los subcontratistas	Porcentaje	$\frac{\text{Gastos en subcontratistas}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$
Costo de los proveedores	Porcentaje	$\frac{\text{Consumo de partes industriales}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$

Fuente: (IntegraMarkets, 2018)

Mora (2009, p. 467-468), a través de la figura tres, nos muestra los indicadores de costo asociados a cada uno de los niveles.

De acuerdo a esto, los costos se pueden clasificar en costos fijos, referidos a las acciones de la planificación del mantenimiento y no guardan relación con el volumen del servicio, costo variables, los que se incurre cuando se atienden fallas o reparaciones no planificadas, es decir, se refieren a los gastos por mantenimiento correctivo, donde los gastos de los diferentes recursos no son precisos y que dependen del nivel de requerimiento de atención de la máquina, costos financieros, referidos a la inversión de tener almacenado los repuestos, insumos y todos los recursos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento, y los costos de la no disponibilidad por fallas, referido a las reparaciones resultado de fallas no previstas y que requieren atención para su normal funcionamiento.

Integramarkets (2018, p. 4), define el mantenimiento como el conjunto de procedimientos que se llevan a cabo para crear condiciones de servicio adecuado a los equipos, maquinaria, e instalaciones de una empresa, asegurando el funcionamiento correcto del proceso de producción, mientras que García (2011, p.

23), lo define como las actividades que se desarrollan en secuencia lógica con el objetivo de garantizar que su operación se lleve a cabo de manera segura, efectiva y económica.

Para Hidalgo y otros (2017, p. 50), las empresas deben asegurar la calidad de su trabajo, para cual es necesario se tenga un buen conocimiento acerca del estado de los equipos, los métodos y medios que aseguren los mínimos gastos, el diagnóstico adecuado para darle al equipo el mejor mantenimiento para darle mayor duración de operación, y capacidad de desempeño. Por otro lado, Mora (2009, p. 3) resalta la función principal del mantenimiento como la garantía el buen funcionamiento de los equipos y el buen estado de las máquinas a lo largo del tiempo.

Los aplazamientos o demoras en la recuperación de disposición de las máquinas para que cumplan con sus funciones según Mora (2009, p. 37), están relacionadas directamente con el mantenimiento. Es responsabilidad del mantenimiento prever eventos no deseables y descartarlos, restablecer la operación de los mecanismos que fallaron y, sobre todo, garantizar que la máquina o equipo estará disponible de manera eficiente para cumplir con su trabajo. Hablar de mantenimiento ahora, es reconocer dos aspectos fundamentales: la gestión y la operación. La gestión se refiere al empleo de los recursos, a su planeación y a su control, mientras que la operación se refiere a la realización física del servicio de mantenimiento, es decir, al mantenimiento en sí. Es así entonces, que la gestión de mantenimiento debe contemplarse como la planeación, la organización, la dirección, la ejecución y el control de todas las actividades propias del mantenimiento y de todos los recursos necesarios, para cumplir con la misión del mantenimiento.

El sistema de gestión de mantenimiento, busca hacer que los clientes internos y externos dispongan de las máquinas y equipos, para cuando lo requieran, para lo cual es vital la planificación, que como detalla Barrick (2011, p. 15), detalla que el plan de mantenimiento debe estar integrado con el plan de operaciones, debiendo incluir: personal, material, duración y última fecha de inicio, herramientas y equipos especiales, procedimientos e instrucciones de trabajo y cualquier información de respaldo, las evaluaciones de riesgo y requerimientos de seguridad.

Para Mora (2009, pp. 56-57), el mantenimiento comprende cuatro los niveles de actuación, que se muestran en la figura cuatro, donde en nivel uno denominado instrumental, abarca los elementos que dan soporte al sistema de mantenimiento.

Este nivel cuenta con toda la información necesaria, para establecer las relaciones entre personas, recursos productivos y máquinas, que permita la gestión del mantenimiento. Luego se tiene el nivel dos denominado operacional, que comprende las actividades que se van a realizar a partir de los requerimientos demandados. Comprende en realidad las operaciones correctivas, preventivas, predictivas y modificativas. Sigue el nivel tres denominados tácticos, que contempla las operaciones de mantenimiento para casos específicos, sobre todo si se trata del cumplimiento de normas o reglas preestablecidas. Algunas de las acciones serían por ejemplo TPM, RCM, PMO, etc. Finalmente, el nivel cuatro denominado estratégico, que está orientado a evaluar el grado de conformidad de las operaciones de mantenimiento, que se reflejarán en los indicadores correspondientes.

Existen varios puntos de vista acerca de la filosofía de gestión del mantenimiento, por ejemplo, para Integramarkets (2018, p. 5), distingue el mantenimiento preventivo-correctivo, el mantenimiento productivo total (TPM), Mantenimiento basado en Fiabilidad (RCM), el mantenimiento como cliente interno de producción, la administración del mantenimiento y la gestión integral del mantenimiento.

Es importante, considerar como lo indica Integramarkets (2018, p. 28), establecer los grados de criticidad y la prioridad de mantenimiento, para asignar de manera eficiente los diferentes recursos. Podría utilizarse cuatro niveles de criticidad. Equipos críticos, que serían aquellos en los que alguna avería haría que el proceso de producción se detenga, equipos importantes, que corresponden a las máquinas que si bien representan un afectó a la economía de la empresa no lo dañan, los equipos necesarios, que serían los equipos normales que intervienen en los procesos de producción, y los equipos prescindibles, que corresponden a todos los equipos o máquinas que no impactan en la productividad o en los costos de mantenimiento.

III. METODOLOGÍA

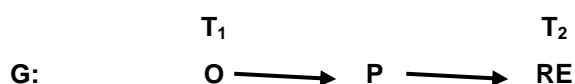
3.1 Tipo y Diseño de Investigación

En cuanto al tipo de investigación según su finalidad, Hernández & Mendoza (2018, p. 106), sostiene puede ser pura o básica y aplicada. Si lo que se pretende lograr es la solución de problemas prácticos, entonces, la investigación será aplicada. En este caso el estudio correspondió a una investigación de tipo aplicada, porque se utilizaron las teorías del Mantenimiento con respecto a la gestión, aplicados al quehacer del mantenimiento, para disminuir sus costos.

Respecto al diseño de la investigación, Hernández & Mendoza (2018, p. 524), aseguran que en un diseño pre experimental, se puede manipular intencionalmente la variable independiente para analizar o examinar el impacto sobre la variable dependiente. En esta investigación el diseño ha sido pre experimental, ya que se aplicaron las técnicas de la gestión del mantenimiento, para lograr que los costos de mantenimiento se reduzcan.

Según el diseño, la investigación ha permitido realizar un estudio antes y después de aplicar la gestión del mantenimiento a las máquinas manipuladoras, para evaluar su impacto en los costos de mantenimiento.

La investigación siguió el siguiente esquema:



Dónde:

G: Las máquinas manipuladoras de la Empresa Ferreyros S.A.A.

O: Observación: Los costos de mantenimiento de las manipuladoras antes de aplicar la gestión del mantenimiento

P: Propuesta: Aplicación de la teoría de la gestión del mantenimiento para disminuir los costos que se observó.

T₁: Momento de la medición inicial con los datos actual.

T₂: Momento de la medición final, con los datos después de implementar la gestión del mantenimiento.

RE: Es el resultado de los costos de mantenimiento disminuidos, con la aplicación de la gestión del mantenimiento.

3.2 Variables y Operacionalización

Según Hernández, Méndez, Mendoza y Cuevas (2017, p. 82), la variable es un valor notable, que representa una característica o propiedad distintiva de la entidad, hecho, objeto, fenómeno o elemento en estudio. Además, de acuerdo con Navarro, Jiménez, Rappoport y Thoillies (2017, 224), según la función en la investigación puede ser independiente, que actúa como estímulo para provocar cambios (causa), o dependiente, que refleja los cambios provocados por la variable independiente (efecto).

En el estudio, la variable dependiente, correspondió a los costos de mantenimiento, y como variable independiente, a la gestión del mantenimiento, en la que, las dos variables se relacionaban y se pudieron medir.

Variable Dependiente: Costos de Mantenimiento

Variable Independiente: Gestión de Mantenimiento

En el anexo tres, se muestra la tabla de operacionalización de las variables.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población. De acuerdo con Navarro, Jiménez, Rappoport y Thoillies (2017, p. 66), son todos los individuos o casos que son de interés a la investigación. La población del estudio comprendió a todos los elementos que pertenecen al área de Mantenimiento de la Empresa Ferreyros S.A., principalmente, los registros históricos de los costos por mantenimiento de las tres manipuladoras.

Muestra. Para Hernández, Méndez, Mendoza y Cuevas (2017, p. 128), definen la muestra como un subconjunto o parte de la población, del cual se recogerán los datos para hacer generalizaciones a partir de los resultados y comenzar a conocer la población. Para la investigación la muestra, estuvo conformada por todos los elementos que pertenecen a la sección de mantenimiento de las manipuladoras de la Empresa Ferreyros S.A., conformado en este caso por las tres manipuladoras, los nueve operadores de la manipuladora y los cuatro

operarios de mantenimiento, principalmente, por los registros históricos sobre los costos por mantenimiento de las manipuladoras de los seis últimos meses del 2020.

En cuanto al muestreo fue no probabilístico, debido a que fue lo más conveniente para la investigación.

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Hernández, Méndez, Mendoza y Cuevas (2017, p. 128), plantean que para la recoger o capturar los datos, se utilizan uno o más instrumentos de recolección, dependiendo de las variables de estudio y sus dimensiones correspondientes. Para el estudio, en la recolección de los datos, se utilizaron las técnicas de la observación, análisis documental, y la encuesta, con sus respectivos instrumentos, como la lista de cotejo, formularios necesarios y cuestionario correspondiente, para recopilar la información acerca de las actividades y hechos de mantenimiento.

Tabla 2: *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Variables	Técnicas	Instrumentos	Fuentes
V.I: Gestión del Mantenimiento	Análisis documental Encuesta	Lista de cotejo Cuestionario	Archivos de registros de mantenimiento Fichas técnicas de las manipuladoras
V.D: Costos de mantenimiento	Análisis documental Observación	Lista de cotejo	Operarios de mantenimiento Operadores de las manipuladoras

Fuente: Elaboración propia

3.5 Procedimientos

La investigación, tomó como referencia una encuesta previa con el responsable de la gestión del mantenimiento de la Empresa Ferreyros S.A., a partir de lo cual se elaboró el diagrama de Ishikawa, que ayudó a comprender el problema de estudio. De acuerdo a esto se elaboraron los instrumentos de recolección de datos, los que se validaron por expertos y luego se aplicaron. Los datos recopilados se tabularon, procesaron y analizados permitiendo, a través de los indicadores de mantenimiento, determinar los métodos y técnicas de la gestión

del mantenimiento necesarios para disminuir los costos de mantenimiento, en relación a la mano de obra, los materiales, las refacciones y los presupuestos.

3.6 Método de análisis de datos

Los datos fueron recopilados aplicando las técnicas de recopilación por intermedio de sus instrumentos, se procesaron, analizaron e interpretaron con la ayuda de la estadística descriptiva, a través del cual los datos fueron tabulados en tablas y luego se elaboraron los gráficos correspondientes para su comprensión y análisis. Además, se analizaron las diferentes medidas estadísticas que permitieron analizar el comportamiento de los datos, evaluando y validando su confiabilidad y significancia de las variables del estudio. El análisis de datos se realizó con el apoyo de los programas estadísticos (programas informáticos) del SPSS y del MS Excel.

3.7 Aspectos éticos

La investigación se desarrolló con veracidad tanto en los resultados como con la propiedad intelectual acerca de la información empleada en este documento. Además, se tomó en cuenta algunos principios, como el principio de la autonomía; donde los comentarios y reflexiones vertidos en este documento son ideas propias de los investigadores, que se expresaron con libertad y sin intención de afectar a terceros, el principio de beneficencia, donde los resultados que se muestran en la investigación, han sido obtenidos con la aplicación de las herramientas seleccionadas y con la intención de favorecer a la organización y a los lectores que accedan a la investigación. La investigación no busca dañar por ningún lado a la empresa, más bien busca ayudar en el problema que se ha estudiado. Finalmente se consideró el principio de justicia, que buscó que la investigación se desarrolle sin consideraciones culturales, ideológicas, políticas, sociales o económicas, donde los investigadores respetaron la diversidad de concepciones y el sentido fue el de colaborar con un aporte de beneficio.

IV. RESULTADOS

O.E.1. Diagnóstico de la gestión del mantenimiento de las manipuladoras que generan altos costos.

Habiéndose aplicado los instrumentos de las técnicas correspondientes, se tiene el siguiente análisis, donde, se observa que la gestión del mantenimiento, tiene varias deficiencias. Las encuestas aplicadas al operador de la máquina manipuladora, nos indica que el servicio de mantenimiento, no se está llevando de manera oportuna, debido a problemas tanto de la empresa cliente como de la empresa que ofrece el servicio; esto se ve reflejado en que solo la pregunta 2 y 3 tienen respuestas positivas en cambio las demás preguntas reflejan un incumplimiento en la gestión de mantenimiento. La inoportunidad del servicio se debe en el caso del cliente a que el operador no puede dejar la máquina para el servicio correspondiente, por órdenes de producción, que indico que la máquina no puede parar porque hay necesidad de producir para cumplir con las metas y los programas de producción. Por otro lado, la inoportunidad de la empresa servidora, se debe a que algunas veces el personal de mantenimiento no está disponible en la fecha programada debido a que está en otros servicios, también se debe a que muchas veces no tienen los repuestos e insumos para efectuar el servicio.

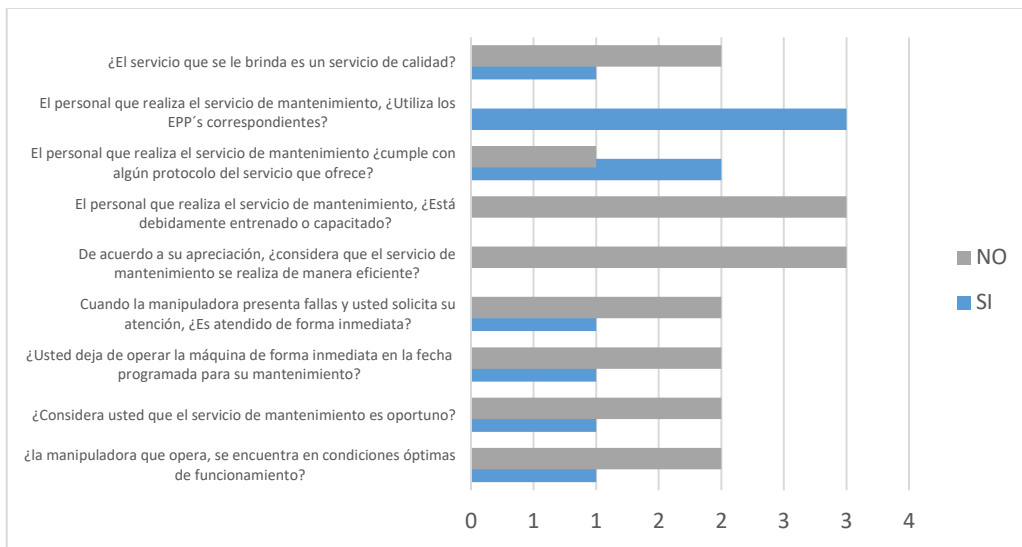


Figura 1: Resultados de cuestionario- operador de máquina manipuladora

Fuente: anexo 14

Las encuestas al supervisor de mantenimiento muestran una deficiencia similar ya que, solo cumplen con el protocolo existente (preguntas 2 y 3) pero no se proponen mejoras ni se cumplen con los indicadores propuestos de tal forma que la eficiencia del programa de mantenimiento es reducida lo que provoca diferentes mantenimientos correctivos.

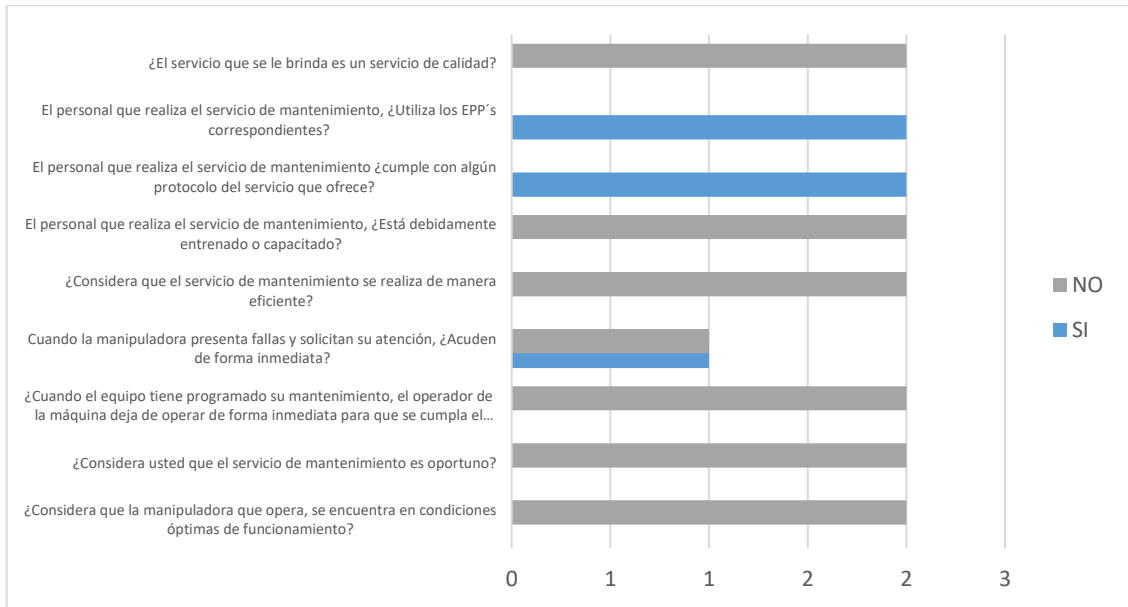


Figura 2: Resultados de cuestionario - supervisor de máquina manipuladora

Fuente: anexo 15

En cuanto a tiempo de respuesta ante la solicitud por una falla, algunas veces se atiende de manera inmediata y otras veces no es posible, debido a que el personal de mantenimiento se encuentra ocupado en otros servicios. Es importante resaltar que las respuestas indican que el personal de mantenimiento está capacitado y cumple con los protocolos establecidos y utiliza sus elementos de protección personal, lo cual, hace que su trabajo sea eficiente. En cuanto a la calidad del servicio, tiene algunas deficiencias, y que responde a las causas antes explicadas.

Con respecto a la observación, se pudo ver que el trabajador de mantenimiento, siguió un protocolo establecido que algunas veces incumple por estar contra el tiempo, luego delimitó la zona o área de trabajo, que muchas veces no tiene el área necesaria debido a que hay materiales que lo restringen. Se observó que los trabajadores contaban con sus equipos en buen estado y utilizaban sus

elementos de protección personal, en la realización de sus actividades. Un detalle importante, que, si llamó la atención, es que, por el apuro, algunas veces el trabajador de mantenimiento, solo pudo guardar sus herramientas y levantar la zona restringida, pero no retiró alguno de los desperdicios que se generaron, observándose un área con falta de limpieza. Es bajo lo mencionado que la siguiente figura se tiene un incumplimiento del 71%; por la falta de una gestión de mantenimiento adecuada.

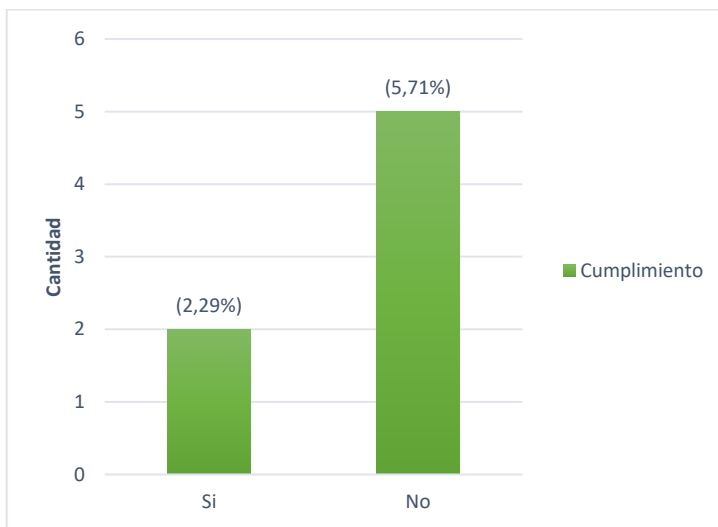


Figura 3: Resultados de lista de cotejo para la observación

Fuente: anexo 13

El análisis Documentario, a través de la aplicación de la lista de cotejo, refleja que el manual de operación de la máquina está en mal estado debido a su uso frecuente por lo que debería ser reemplazado por otro en buen estado. Se han observado documentos que no se actualizan generando desinformación por los datos no registrados. Estos documentos que no se actualizan son las solicitudes de mantenimiento, la ficha de mantenimiento, el manual de procedimientos de mantenimiento y el registro de fallas, lo cual afecta de alguna manera a una adecuada gestión del mantenimiento. Es por lo mencionado que en el siguiente cuadro más del 50% de los documentos no se actualizan.

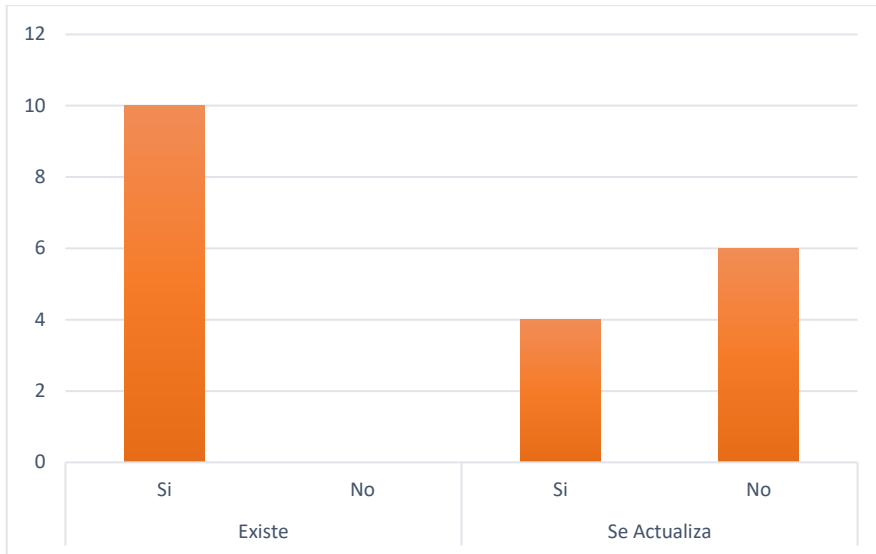


Figura 4: Resultados de lista de cotejo para el análisis documentario

Fuente: anexo 13

En cuanto al programa de mantenimiento, debido al incumplimiento de algunas fechas programadas, hace que las fechas se reprogramen, y muchas veces estas nuevas fechas no se coordinan con la empresa cliente, con lo cual la falta de comunicación, genera malestar e incomodidad por querer disponer de los equipos en momentos críticos de producción. Por otro lado, si bien hay un registro adecuado de los requerimientos de compras, sin embargo, esto no contribuye favorablemente, porque igual al desabastecimiento de repuestos e insumos. Finalmente, todas las actividades de mantenimiento, solo se informan verbalmente, con lo cual, se contribuye también a la desinformación. En ese sentido es necesario la implementación de algunos formatos que ayuden a registrar todos los hechos u ocurrencias de las actividades de mantenimiento.

Con la información recopilada se elaboró el diagrama de Ishikawa mostrada en la figura 1, que se socializa con los trabajadores de mantenimiento de la empresa Ferreyros y luego fue validado por el supervisor de mantenimiento.

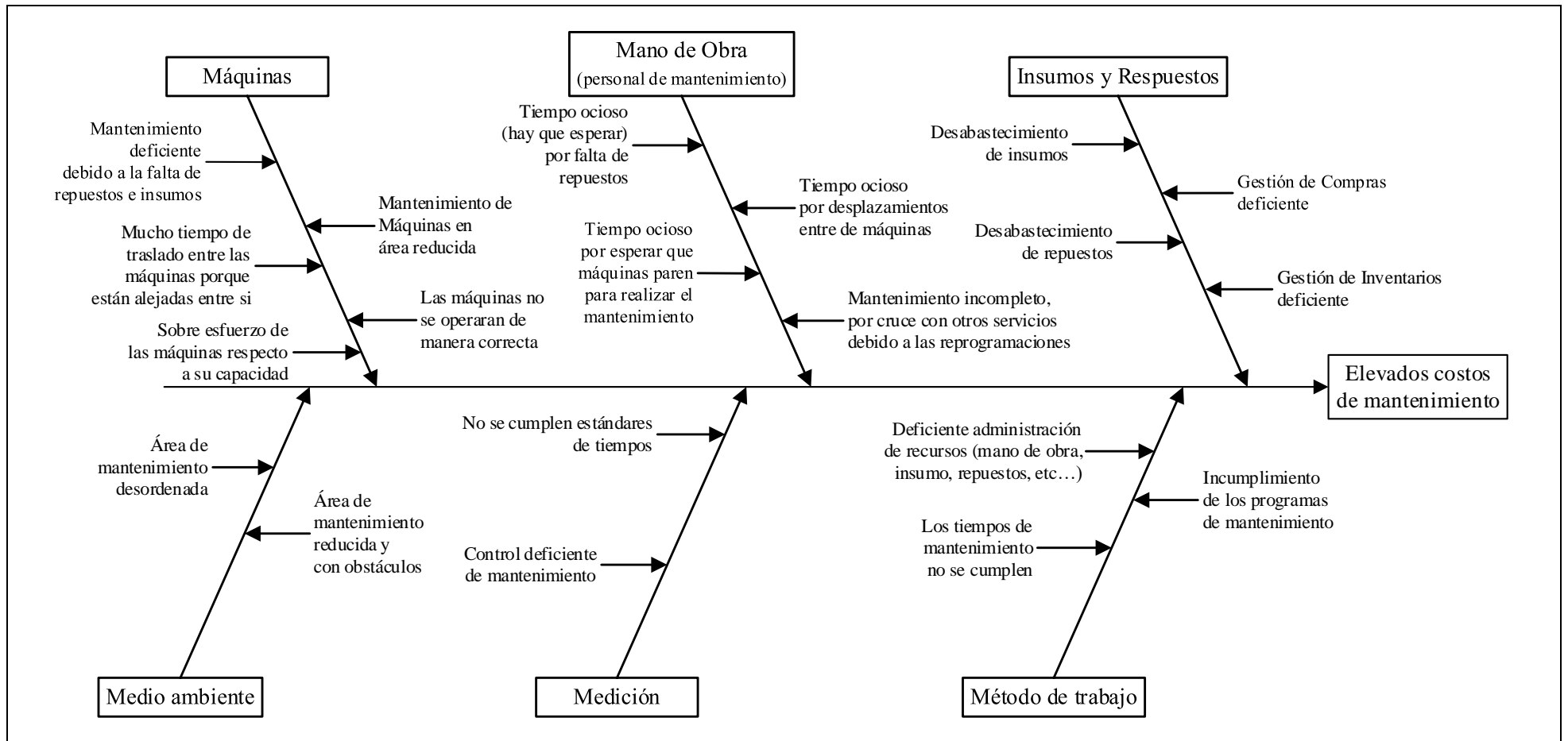


Figura 5: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia y personal de la empresa

La tabla 4, muestra las causas que afectan los costos de mantenimiento, en la cual se ha evaluado el impacto de las causas en el problema de estudio. Para calificar el impacto, se utilizó la tabla 3, donde se establecen las calificaciones de acuerdo al impacto directo o indirecto, así como los niveles de mucho, regular, poco y casi nada.

Tabla 3: *Tabla de Calificación Nivel de IMPACTO*

	Indirecto	Directo
Mucho	10	12
Regular	7	9
Poco	4	6
Casi Nada	1	3

Fuente: los investigadores

De acuerdo con la información, la técnica de Pareto que se empleará por conveniencia al estudio es la de 70-30, es decir, que el 30% de las causas impactan en el 70% del efecto analizado. Si bien la regla general es la de 80-20, sin embargo, también se puede analizar bajo la regla 70-30, que es la que se empleará en esta investigación.

Tabla 4: *Nivel de IMPACTO de las CAUSAS en el PROBLEMA de estudio*

Causa	Área de la Especialidad	Causa Primaria	Nivel de Impacto	% Frecuencia	% Acumulado
Mantenimiento deficiente debido a falta de repuestos e insumos	Gestión del Mantenimiento	Máquinas	12	8,82%	8,82%
No se cumplen estándares de tiempos	Gestión del Mantenimiento	Medición	12	8,82%	17,65%
No se cumplen estándares de materiales e insumos	Gestión del Mantenimiento	Medición	12	8,82%	26,47%
Incumplimiento de los programas de mantenimiento	Mantenimiento	Método de Trabajo	12	8,82%	35,29%
Tiempo ocioso (hay que esperar) por falta de repuestos	Gestión del Mantenimiento	Mano de Obra	12	8,82%	44,12%
Desabastecimiento de insumos y repuestos	Compras	Materiales	10	7,35%	51,47%
Los tiempos de mantenimiento no se cumplen	Mantenimiento	Método de Trabajo	9	6,62%	58,09%
Procesos de mantenimiento no están documentados	Estudio de Métodos	Método de Trabajo	9	6,62%	64,71%
Tiempo ocioso por desplazamientos entre máquinas	Estudio de Métodos	Mano de Obra	6	4,41%	69,12%
Sobre esfuerzo de la máquina respecto a su capacidad	Ventas	Máquinas	4	2,94%	72,06%

Las máquinas no se operan de manera correcta	Ventas	Máquinas	4	2,94%	75,00%
Mantenimiento incompleto, por cruce con otros servicios debido a las reprogramaciones	Mantenimiento	Mano de Obra	4	2,94%	77,94%
Gestión de compras deficiente	Compras	Materiales	4	2,94%	80,88%
Deficiente administración de recursos	Gestión del Mantenimiento	Método de Trabajo	4	2,94%	83,82%
Gestión de inventarios deficiente	Compras	Materiales	4	2,94%	86,76%
Mantenimiento de máquinas en área reducida	Mantenimiento	Máquinas	3	2,21%	88,97%
Tiempo ocioso por esperar que máquinas paren para realizar el mantenimiento	Gestión del Mantenimiento	Mano de Obra	3	2,21%	91,18%
Control deficiente de mantenimiento	Gestión del Mantenimiento	Medición	3	2,21%	93,38%
Área de mantenimiento desordenada	Estudio de Métodos	Medio ambiente	3	2,21%	95,59%
Área de mantenimiento reducida y con obstáculos	Estudio de Métodos	Medio ambiente	3	2,21%	97,79%
Mucho tiempo de traslado entre las máquinas porque están alejadas entre sí	Estudio de Métodos	Máquinas	3	2,21%	100,00%
TOTAL			136	100,00%	

Fuente: los investigadores

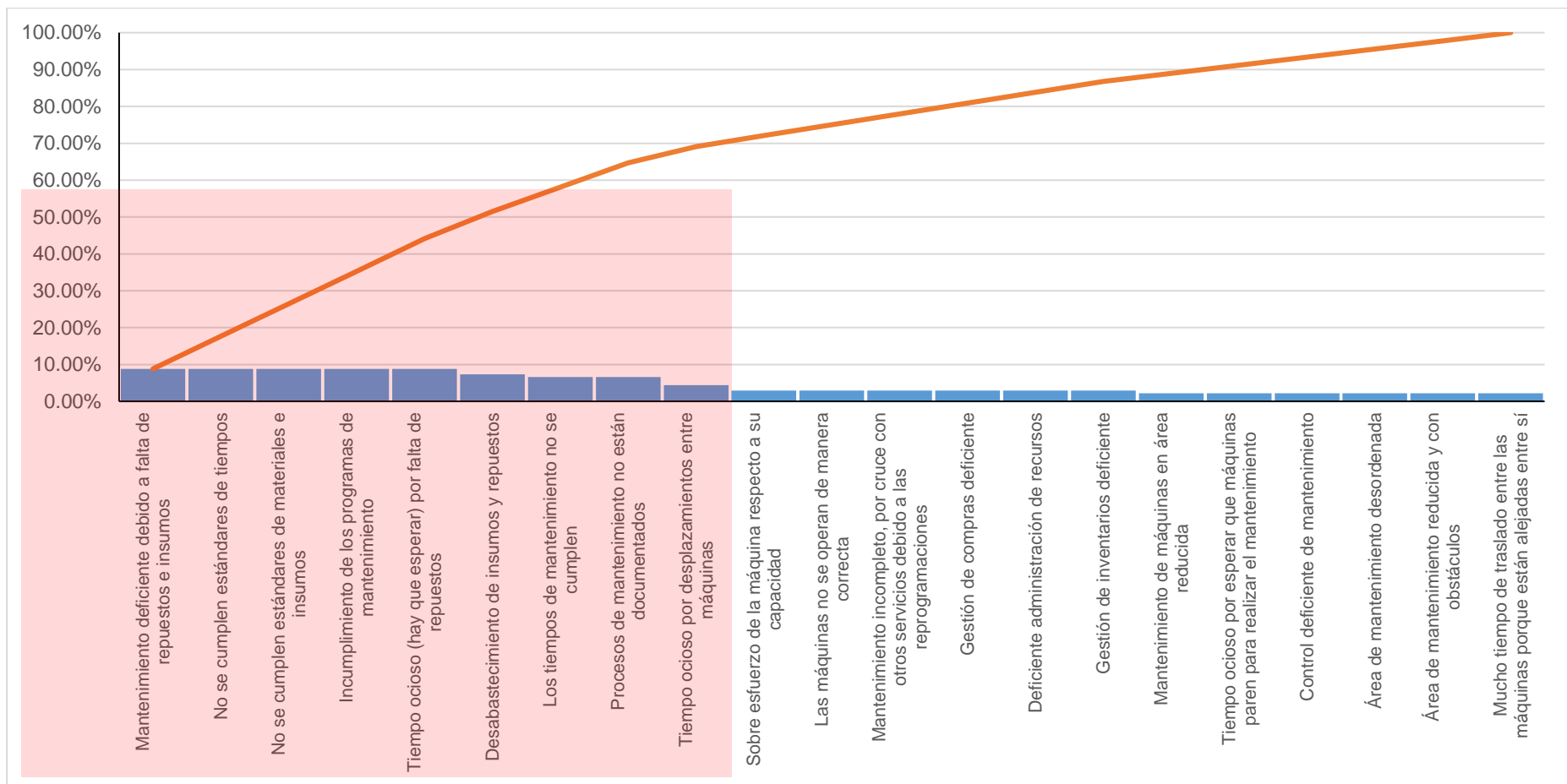


Figura 6: Diagrama de Pareto o Regla 70 - 30

Fuente: Elaboración por los investigadores

Tabla 5: Evaluación de Problemas encontrados

Problemas	Área
Mantenimiento deficiente debido a falta de repuestos e insumos	Gestión del Mantenimiento
No se cumplen estándares de tiempos	Gestión del Mantenimiento
No se cumplen estándares de materiales e insumos	Gestión del Mantenimiento
Incumplimiento de los programas de mantenimiento	Mantenimiento
Tiempo ocioso (hay que esperar) por falta de repuestos	Gestión del Mantenimiento
Desabastecimiento de insumos y repuestos	Compras
Los tiempos de mantenimiento no se cumplen	Mantenimiento
Procesos de mantenimiento no están documentados	Estudio de Métodos
Tiempo ocioso por desplazamientos entre máquinas	Estudio de Métodos

Fuente: elaboración propia

El registro de las actividades de mantenimiento del sistema motor con respecto a lo planificado versus lo actuado en los meses de marzo y abril de las tres máquinas manipuladoras, mostrados en el anexo 6, se resume el cumplimiento del programa de mantenimiento en las figuras 3 y 4, donde se resalta que en marzo hubo un 68% de actividades programadas atrasadas, mientras que en el mes de abril fue de 71%. La misma información del anexo 6, nos muestra que las demoras con respecto a la fecha programada de mantenimiento llegan hasta 7 días, y en promedio 4,1 días. En cuanto a las horas de ejecución de la actividad de mantenimiento, también es mayor a programado hasta un promedio de 0,8 horas, equivalente a 48 minutos.

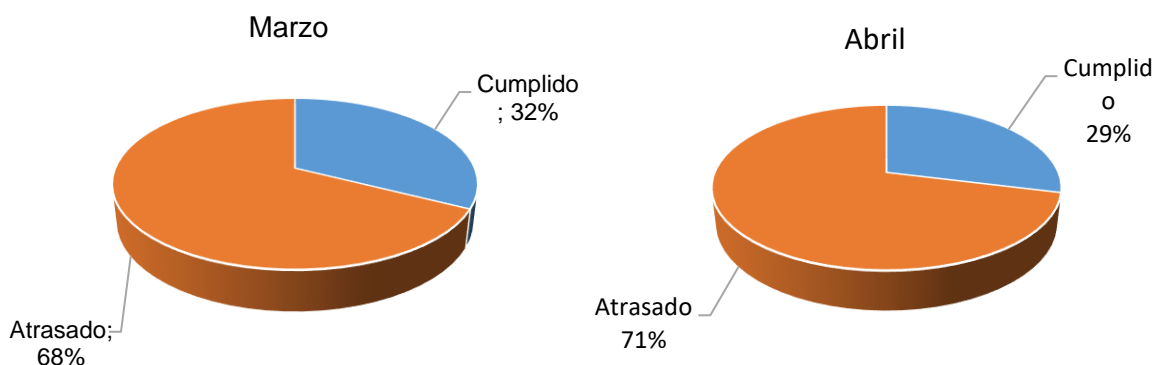


Figura 7: Análisis de Mantenimiento

Fuente: anexo 6

La evaluación de los indicadores de mantenimiento a través de registro de fallas indicó una tasa de errores superior a la media para los 3 equipos los cuales no

tienen una confiabilidad suficiente para asegurar un día libre de fallos; así mismo se observa un MTBF crítico en la manipuladora 2, la cual debe ser continuamente monitoreada; por otro lado, la manipuladora 3 es la que tiene mayor tasa de reparación dado que no se tienen procedimientos adecuados para ejecutar el mantenimiento.

Tabla 6: Evaluación de indicadores de mantenimiento

	Horas trabajadas			Numero de fallas			MTBF		
	Marzo	Abril	Mayo	Marzo	Abril	Mayo	Marzo	Abril	Mayo
Manipuladora 1	40	88	79	4	7	2	10,0	12,6	39,5
Manipuladora 2	66	41	58	6	4	3	11,0	10,3	19,3
Manipuladora 3	87	115	116	3	5	4	29,0	23,0	29,0
Total	193	244	253	13	16	9	14,8	15,3	28,1
	Horas de reparación			MTTR			Confiabilidad (8 horas)		
	Marzo	Abril	Mayo	Marzo	Abril	Mayo	Marzo	Abril	Mayo
Manipuladora 1	9	14	2	2,25	2,00	1,00	45%	53%	82%
Manipuladora 2	11	6	3	1,83	1,50	1,00	48%	46%	66%
Manipuladora 3	7	12	5	2,33	2,40	1,25	76%	71%	76%
Total	27	32	10	2,08	2,00	1,11	58%	59%	75%

Fuente: anexo 9 y 10

Los costos de los 3 últimos meses demostraron una diferencia de 6 a 1 entre los costos de mantenimientos programados con los mantenimientos correctivos, lo cual es un buen indicador, pero no representa una eficiencia correcta ya que no se ajusta al presupuesto que supera en la mayoría de los casos el 16% hasta un 54%; para un correcto ajuste es necesario que los repuestos se entreguen a tiempo y las actividades se realicen rápidamente ya que eso causa sobrecosto.

Tabla 7: Evaluación de costos actuales y presupuesto

		Costos (Mantenimientos planificados)			Costo total MP	Costos (Mantenimientos Correctivos)			Costo total MC	Costo Total	
		Mano de obra	Repuestos	Servicios		Mano de obra	Repuestos	Servicios			
EQ-1	Marzo	14070	1176,81	2123,8	64860	3000	699	1350	13218	78077,73	
	Abril	15242	1176,81	2049,6		4000	939	2100			
	Mayo	24528	1176,81	3315,9		600	230	300			
	Total	53840	3530,43	7489,3		7600	1868	3750			
EQ-2	Marzo	14472	1176,81	2104,9	63078	3400	905	1650	11844	74922,23	
	Abril	14656	1176,81	2121,7		2400	465	900			
	Mayo	23004	1176,81	3189,2		1200	474	450			
	Total	52132	3530,43	7415,8		7000	1844	3000			
EQ-3	Marzo	16328	1176,81	2230,2	66661	2600	374	1050	15499	82160,03	
	Abril	16202	1176,81	2130,1		3800	475	1800			
	Mayo	23168	1176,81	3072,3		1800	1800	1800			
	Total	55698	3530,43	7432,6		8200	2649	4650			
Presupuesto mensual					60000	Cumplimiento			Cumplimiento		
									Marzo	69887,3	1,16
									Abril	72810,8	1,21
									Mayo	92461,8	1,54
									Total	235160,0	1,31

Fuente: anexo 8 y 9

O.E.2. Aplicación de la gestión del mantenimiento de las manipuladoras para disminuir los costos de mano de obra.

Planificación

Para la aplicación de la gestión del mantenimiento se inició con la planificación en donde se coordinó con el área de mantenimiento que están al cargo de los mantenimientos que se está realizando de mayo de 2021 hasta octubre de 2021. Para ajustarlo a las necesidades de la empresa se tomó como referencia el Manual de operación y mantenimiento de la manipuladora, asimismo se pone en énfasis el cumplimiento adecuado lo que indica en el manual de mantenimiento, además se actualiza las fichas técnicas, aquí es donde se detalla los tipos de sistemas de la maquinaria, el rango de mantenimiento, detalles de la operación, duración, tipos de mantenimientos que se realiza, vida útil de los Manipuladores de materiales, accesorio y materiales. Este análisis de los documentos, nos indican que las máquinas manipuladoras, requieren mantenimiento en cinco sistemas, como:

- El sistema motor,
- El sistema hidráulico,
- El sistema de transmisión,
- El sistema eléctrico, y
- El sistema de implementos.

Cada sistema, a su vez requiere actividades, que se deben programar y así garantizar el buen funcionamiento de las máquinas manipuladoras. A continuación, se detallan las actividades de mantenimiento por cada sistema.

El sistema motor

- MP_11 Cambiar lubricante de motor
- MP_12 Cambiar filtro de lubricante de motor
- MP_13 Cambiar filtro de combustible
- MP_14 Cambiar filtro de aire
- MP_15 Cambiar filtro separador de Combustible
- MP_16 Evaluar/cambiar inyectores

El sistema hidráulico

- MP_21 Evaluar/cambiar bomba hidráulica
- MP_22 Evaluar/cambiar mangueras hidráulicas
- MP_23 Evaluar/cambiar cilindro hidráulico
- MP_24 Evaluar/cambiar válvula hidráulica
- MP_25 Cambiar lubricante hidráulico
- MP_26 Cambiar filtro de lubricante hidráulico

El sistema de transmisión

- MP_31 Cambiar filtro de lubricante de transmisión
- MP_32 Cambiar lubricante de transmisión
- MP_33 Revisar funcionamiento de timón
- MP_34 Revisar condición y nivel de líquido de frenos
- MP_35 Lubricar varillaje del eje de dirección
- MP_36 Revisar/lubricar los rodamientos de rueda del eje de dirección
- MP_37 Revisar ajuste y nivel de desgaste de las cadenas elevadoras

El sistema eléctrico

- MP_41 Inspeccionar y limpiar batería
- MP_42 Inspeccionar y limpiar circulina
- MP_43 Inspeccionar alarma de retroceso
- MP_44 Verificar luces delanteras
- MP_45 Verificar luces posteriores
- MP_46 Verificar luces intermitentes

El sistema de implementos.

- MP_51 Verificar estructura del estabilizador
- MP_52 Verificar estructura de implemento
- MP_53 Evaluar/cambiar motor de giro
- MP_54 Revisar fugas de lubricantes de distribución
- MP_55 Inspeccionar acoples
- MP_56 Verificar estado de bocinas

De tal manera, que conocedores de estos datos a la hora de gestionar el mantenimiento se logrará optimizar y reducir el costo de mano de obra. Asimismo, se establecen actividades básicas que deben ser aplicadas regularmente en función a la tasa de fallas (tabla 8) con el objetivo de optimizar

los mantenimientos preventivos para detectar cualquier error antes de producirse, además tales errores se presentan por la falta de una limpieza adecuada en los momentos luego de utilizarse el equipo.

Tabla 8: *Mantenimientos rutinarios de alta frecuencia*

El sistema motor	Comprobación visual de lubricante
	Evaluación externa de filtros
	Evaluar inyectores
	Limpieza externa de motor
El sistema hidráulico	Comprobación visual de manguera hidráulica
	Comprobación visual de bomba hidráulica
	Comprobación visual de cilindro hidráulico
	Comprobación de válvula hidráulica
	Comprobación visual de lubricante
	Limpieza externa de bomba hidráulica
El sistema de transmisión	Comprobación visual de lubricante de transmisión
	Evaluación de timón
	Revisión de frenos
	Comprobación del eje de dirección
	Comprobación visual de estado de cadenas
	Limpieza externa del eje de dirección
El sistema eléctrico	Limpieza interna de consola
El sistema de implementos	Verificar funcionamiento de estabilizador
	Evaluar motor de giro
	Verificar condición externa de acoples y bocinas
	Verificar limpieza del sistema

Fuente: elaboración propia

Programación

La programación se realizó en función a dos aspectos fundamentales el primero es el MTBF y el segundo se refiere al manual de equipo; bajo este diseño se pretende responder todas las necesidades del equipo con el fin de adelantarse a la falla e identificar el problema antes que este ocurra es por ello que los mantenimientos se realizan bajo la frecuencia MTBF en el nivel mínimo los cuales se componen en su mayoría por inspecciones para verificar el estado del equipo; así mismo se utiliza el MTBF a nivel máximo para programar las limpiezas rutinarias del equipo que necesitan más tiempo para aplicarse; por último, la frecuencia de los mantenimientos más complejos se realizan bajo la frecuencia recomendada del manual de mantenimiento.

Tabla 9: Programación de mantenimientos realizados

Código	Actividad	Frecuencia (horas)	Frecuencia (días promedio)	Tiempo de Mantenimiento (min)	Tiempo de Mantenimiento (hr)	
MPI_01	El sistema motor	Comprobación visual de lubricante	10	5	0,08	
MPI_02		Evaluación externa de filtros	10	5	0,08	
MPI_03		Evaluar inyectores	10	5	0,08	
MPI_04		Limpieza externa de motor	39,5	10	0,17	
MPI_05	El sistema hidráulico	Comprobación visual de manguera hidráulica	10	5	0,08	
MPI_06		Comprobación visual de bomba hidráulica	10	5	0,08	
MPI_07		Comprobación visual de cilindro hidráulico	10	5	0,08	
MPI_08		Comprobación de válvula hidráulica	10	5	0,08	
MPI_09		Comprobación visual de lubricante	10	5	0,08	
MPI_10		Limpieza externa de bomba hidráulica	39,5	10	0,17	
MPI_11	El sistema de transmisión	Comprobación visual de lubricante de transmisión	10	5	0,08	
MPI_12		Evaluación de timón	10	5	0,08	
MPI_13		Revisión de frenos	10	5	0,08	
MPI_14		Comprobación del eje de dirección	10	5	0,08	
MPI_15		Comprobación visual de estado de cadenas	10	5	0,08	
MPI_16		Limpieza externa del eje de dirección	39,5	10	0,17	
MPI_17	El sistema eléctrico	Limpieza interna de consola	39,5	10	0,17	
MPI_18	El sistema de implementos	Verificar funcionamiento de estabilizador	10	5	0,08	
MPI_19		Evaluar motor de giro	10	5	0,08	
MPI_20		Verificar condición externa de acoples y bocinas	10	5	0,08	
MPI_21		Verificar limpieza del sistema	39,5	10	0,17	
MP_11	El sistema motor	Cambiar lubricante de motor	250	10	30	0,5
MP_12		Cambiar filtro de lubricante de motor	250	10	60	1
MP_13		Cambiar filtro de combustible	250	10	120	2
MP_14		Cambiar filtro de aire	250	10	120	2
MP_15		Cambiar filtro separador de Combustible	250	10	120	2
MP_16		Evaluar/cambiar inyectores	6000	250	60	1
MP_21	El sistema hidráulico	Evaluar/cambiar bomba hidráulica	2000	83	120	2
MP_22		Evaluar/cambiar mangueras hidráulicas	2000	83	120	2
MP_23		Evaluar/cambiar cilindro hidráulico	2000	83	30	0,5
MP_24		Evaluar/cambiar válvula hidráulica	2000	83	30	0,5
MP_25		Cambiar lubricante hidráulico	2000	83	60	1
MP_26		Cambiar filtro de lubricante hidráulico	2000	83	90	1,5
MP_31	El sistema de transmisión	Cambiar filtro de lubricante de transmisión	1000	41	90	1,5
MP_32		Cambiar lubricante de transmisión	1000	41	60	1
MP_33		Revisar funcionamiento de timón	1000	41	60	1
MP_34		Revisar condición y nivel de líquido de frenos	1000	41	180	3
MP_35		Lubricar varillaje del eje de dirección	1000	41	30	0,5
MP_36		Revisar/lubricar los rodamientos de rueda del eje de dirección	1000	41	120	2
MP_37		Revisar ajuste y nivel de desgaste de las cadenas elevadoras	1000	41	60	1
MP_41	El sistema eléctrico	Inspeccionar y limpiar batería	1000	41	120	2
MP_42		Inspeccionar y limpiar circulina	1000	41	60	1
MP_43		Inspeccionar alarma de retroceso	1000	41	120	2
MP_44		Verificar luces delanteras	1000	41	30	0,5
MP_45		Verificar luces posteriores	1000	41	30	0,5
MP_46		Verificar luces intermitentes	1000	41	30	0,5
MP_51	El sistema de implementos	Verificar estructura del estabilizador	2000	83	30	0,5
MP_52		Verificar estructura de implemento	2000	83	60	1
MP_53		Evaluar/cambiar motor de giro	2000	83	120	2
MP_54		Revisar fugas de lubricantes de distribución	2000	83	120	2
MP_55		Inspeccionar acoples	2000	83	120	2
MP_56		Verificar estado de bocinas	2000	83	60	1

	Min MTBF
	Max MTBF
	Manual de equipo

Fuente: Tabla 6 y 8; anexo 9 y 10

Ejecución

Para la ejecución se establece el siguiente cronograma el cual determinará las horas necesarias y la fecha indicada para ejecutar el mantenimiento sin que se

contraponga con una actividad de la empresa y con los mantenimientos de las otras maquinarias, hay que señalar que estas actividades de mantenimiento se programan en un horario que no afecte a los clientes ya sea antes o después de su actividad productiva.

Tabla 10: Cronograma de ejecución

Código de mantenimiento	Horas programadas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Frecuencia	MES 1																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
MPI_01	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_02	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_03	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_05	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_06	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_07	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_08	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_09	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_11	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_12	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_13	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_14	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_15	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_18	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_19	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_20	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MPI_04	39,5	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	
MPI_10	39,5	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	
MPI_16	39,5	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	
MPI_17	39,5	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	
MPI_21	39,5	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	
MP_11	250							Mq1				Mq2				Mq3							
MP_12	250							Mq1				Mq2				Mq3							
MP_13	250							Mq1				Mq2				Mq3							
MP_14	250							Mq1				Mq2				Mq3							
MP_15	250							Mq1				Mq2				Mq3							
Horas de mantenimiento planificado		2,167	2,167	1,333	2,167	2,167	2,167	8,833	2,167	2,167	2,167	8,833	2,167	2,167	2,167	8,833	2,167	2,167	2,167	1,333	2,167	2,167	
Codigo de mantenimiento	Horas programadas	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
	Frecuencia	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6	
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2
MP_31	1000	Mq1				Mq2						Mq3											
MP_32	1000		Mq1				Mq2					Mq3											
MP_33	1000			Mq1				Mq2					Mq3										

MP_34	1000				Mq1				Mq2				Mq3									
MP_35	1000					Mq1				Mq2				Mq3								
MP_36	1000						Mq1				Mq2				Mq3							
MP_37	1000							Mq1				Mq2				Mq3						
MP_41	1000								Mq1				Mq2				Mq3					
MP_42	1000									Mq1				Mq2				Mq3				
MP_43	1000										Mq1				Mq2				Mq3			
MP_44	1000											Mq1				Mq2				Mq3		
MP_45	1000												Mq1				Mq2				Mq3	
MP_46	1000													Mq1				Mq2				Mq3
Horas de mantenimiento planificado		1,5	1	1	3	2	3	2	5	3	5	2,5	5,5	2	4	1,5	2,5	1,5	2	0,5	0,5	0,5
Codigo de mantenimiento	Horas programadas	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
	Frecuencia	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5				Año 6
		tri 1	tri 2	tri 3	tri 4	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4	tri 1
MP_21	2000		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3	
MP_22	2000		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3	
MP_23	2000		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3	
MP_24	2000		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3	
MP_25	2000		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3	
MP_26	2000		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3	
MP_51	2000		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3	
MP_52	2000		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3	
MP_53	2000		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3	
MP_54	2000		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3	
MP_55	2000		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3	
MP_56	2000		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3		Mq1	Mq2	Mq3	
MP_16	6000	Mq1				Mq2				Mq3				Mq1				Mq2				Mq3
Horas de mantenimiento planificado		1	17	17	17	1	17	17	17	1	17	17	17	1	17	17	17	1	17	17	17	1

Fuente: Tabla 6 y 8; anexo 9 y 10

Para continuar con la ejecución se establece el siguiente flujograma el cual menciona el procedimiento que un trabajador tiene que realizar para ejecutar un mantenimiento correctivo, esto se hace con el fin de mejorar la rapidez de respuesta y análisis del equipo de tal forma que no se comentan errores en el proceso que desperdicien recursos para la empresa.

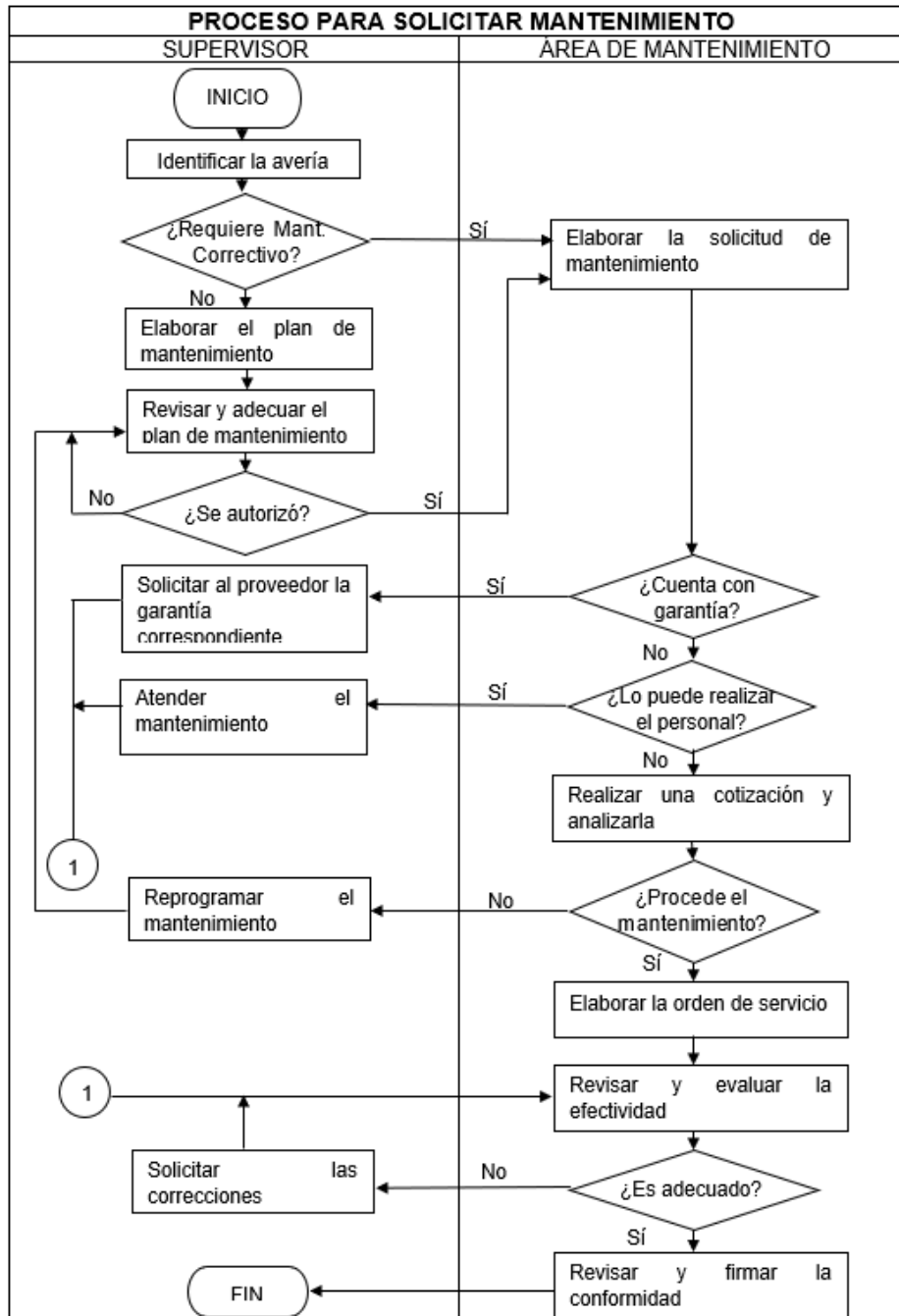


Figura 8: Flujograma para solicitar mantenimiento

Fuente: elaboración propia

Se elaboró un cronograma de capacitaciones a partir de agosto del año 2021 y todo el año 2022, el cual contiene temas relacionados al mantenimiento de las máquinas manipuladoras que posee la Empresa Ferreyros S.A, entre estos destacan como realizar un correcto y oportuno mantenimiento a las bombas, inyectores y rodamientos de eje, así como también la lubricación y ampliar el conocimiento en electricidad. Estas capacitaciones se brindarán tanto a supervisores como a los operadores de las máquinas manipuladoras, la capacitación se llevará a cabo mensualmente y en un horario adecuado para la participación oportuna del personal objetivo. El área a cargo de la organización es la de mantenimiento, el fin de programar estos temas y capacitar al personal es que estos cuenten con conocimientos actualizados y sean utilizados en el momento de realizar su labor, garantizando que no se pierda tiempo y dinero por un mal manejo de las máquinas, de igual manera se crea un compromiso ya que dichos conocimientos se deben traducir en acciones puntuales o concretas y por ende en beneficios corporativos, profesionales y personales.

Tabla 11: *Cronograma de capacitación*

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES

Encargado: _____

Fecha: _____

Nº	Temas	Participantes	Área responsable	Fecha	2021					2022											
					Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1	Importancia de los cambios de Filtros	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	19/08/2021																	
2	Mantenimiento de Inyectores	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	15/09/2021																	
3	Mantenimiento de bombas	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	18/10/2021																	

4	Mantenimiento de los rodamientos de rueda del eje	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	17/11/2021															
5	Máquinas industriales	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	13/12/2021															
6	Organización del mantenimiento	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	Por definir															
7	Montaje y mantenimiento de máquinas manipuladoras	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	Por definir															
8	Ampliación de conocimiento en electricidad	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	Por definir															
9	Lubricación en máquinas	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	Por definir															
10	Inspección y mantenimiento de elementos de conducción en sistema hidráulico	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	Por definir															
11	Deterioro de las válvulas	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	Por definir															
12	Control de repuestos y suministros	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	Por definir															
13	Propiedades físico-químicas de los lubricantes	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	Por definir															
14	Consideraciones necesarias en el montaje de máquinas	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	Por definir															
15	Diagnóstico de fallas por variaciones de temperatura	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	Por definir															
16	Diagnóstico de máquinas industriales	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	Por definir															
17	Seguridad industrial	Supervisores y Operarios	Mantenimiento	Por definir															

Fuente: elaboración propia

Supervisión

Para la ejecución del control de cumplimiento de mantenimiento (Tabla 11), se programaron las actividades del mantenimiento preventivo para el año 2021 desde el mes de julio, de este modo se pudo obtener el porcentaje de cumplimiento del mantenimiento. Para la manipuladora 1 se llegó a un cumplimiento del 98%, la manipuladora 2 a un 95% y la manipuladora 3 a un 94%; estos altos porcentajes se deben a que el proceso está correctamente definido; así mismo el índice de tiempo tiende a 1 lo que demuestra que se logra dentro del tiempo estimado.

Tabla 12: Cumplimiento de mantenimiento

Tipo de mantenimiento por hr.		Julio - Setiembre 2021						
		10	39,5	250	1000	2000	6000	Total
Manipuladora 1	Mantenimientos planeados	1008	75	15	12	12	1	1123
	Mantenimientos realizados	990	72	14	12	12	1	1101
	Cumplimiento	98%	96%	93%	100%	100%	100%	98%
	Tiempo planeado (min)	1008	2250	1500	1440	1440	60	7698
	Tiempo realizado (min)	1050	1944	1470	1220	1400	59	7143
	Índice de tiempo	1,04	0,86	0,98	0,85	0,97	0,98	0,93
Manipuladora 2	Mantenimientos planeados	1008	75	15	8	12	0	1118
	Mantenimientos realizados	960	72	15	7	11	0	1065
	Cumplimiento	95%	96%	100%	88%	92%	-	95%
	Tiempo planeado (min)	1008	2250	1500	960	1440	0	7158
	Tiempo realizado (min)	1098	1728	1650	990	1500	0	6966
	Índice de tiempo	1,09	0,77	1,10	1,03	1,04	-	0,97
Manipuladora 3	Mantenimientos planeados	1008	75	15	4	0	0	1102
	Mantenimientos realizados	945	75	13	4	0	0	1037
	Cumplimiento	94%	100%	87%	100%	-	-	94%
	Tiempo planeado (min)	1008	2250	1500	480	0	0	5238
	Tiempo realizado (min)	1065	2475	1170	500	0	0	5210
	Índice de tiempo	1,06	1,10	0,78	1,04	-	-	0,99

Fuente: tabla 9

Se elabora un check list para ayudar a las inspecciones establecidas por el programa de mantenimiento, esta se presenta en el anexo 11; es bajo este diseño que se logra una mejor atención a los detalles del funcionamiento de los equipos.

O.E.3. Aplicar la gestión del mantenimiento de las manipuladoras para disminuir los costos de materiales y refacciones.

Finalmente, una vez se pudo dar detalle de los sistemas de mantenimiento con los que cuenta el manipulador, se realiza correctamente la gestión de los materiales y accesorios que serán reemplazados. Como se puede ver en el siguiente cuadro se determinan los días de entrega, el tipo de mantenimiento donde se requiere y la cantidad que se requieren lo cual sirve más adelante para programar el MRP.

Tabla 13: Descripción de repuestos

CANT.	UNIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Frec. (hrs)	Días de entrega
1	UND.	252-5001	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	250	4
2	UND.	360-8960	FILTRO DE COMBUSTIBLE	250	4
1	UND.	439-5037	FILTRO AGUA COMBUSTIBLE	250	4
1	UND.	462-1171	FILTRO DE ACEITE	250	4
1	UND.	3E9713	CAT DIESEL ENGINE OIL	250	3
1	UND.	252-5002	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	1000	4
1	UND.	273-5711	FILTRO DE ELIMINACIÓN DE HUMOS	1000	4
1	GAL	8T9582	ACEITE ENGRANAJES - TRANSMISIÓN	1000	5
1	UND.	245-7823	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	2000	4
2	UND.	361-7480	FILTRO SISTEMA PILOTO Y SWING	2000	4
1	UND.	8U-0723	FILTRO HYD RETORNO	2000	4
1	UND.	293-1184	FILTRO AIRE DE CABINA	2000	4
1	UND.	361-7478	ELEMENTO FILTRO HIDRÁULICO RETORNO	2000	4
7	GAL	8T9582	ACEITE ENGRANAJES - MANDOS FINALES	2000	5
1	UND.	3096930	ACEITE HIDRÁULICO	6000	5

Fuente: anexo 12

El siguiente paso es el cálculo del EOQ el cual requirió la determinación de los costos por almacenar y los costos por pedir y en base a la demanda anual requerida por los mantenimientos programados se pudo obtener una cantidad mínima de pedido para optimizar los costos; lo cual se necesita para evitar grandes desperdicios.

Tabla 14: Evaluación EOQ

Cantidad por trabajo		Unidad	Código	Descripción	N° de trabajos al año	Demanda anual	EOQ
1	UND.	085-7539	Sello De Filtro H Y D		1	1	1

Costo por almacenar un año	
Costo de mano de obra (soles)	15000
Costo de servicios (soles)	600
Costo de Mantenimiento (soles)	2000
Capacidad de almacén (unid)	1000
Total	17600
Costo por unidad	17,6
Costo por pedir	
Costo de mano de obra	200
Costo de servicios	20
Costo de transporte	100
Capacidad de transporte	30
Total	320
Costo por unidad	10,67

1	UND.	095-1608	Sello H Y D	1	1	1
1	UND.	117-1495	Sello Filtro Swing	1	1	1
1	UND.	194-7849	Cap	1	1	1
4	UND.	203-0215	Sello De Tapón De Diferencial	1	4	2
1	UND.	245-7823	Filtro De Aire Acondicionado	1	1	1
1	UND.	252-5001	Filtro De Aire Primario	11	11	4
1	UND.	252-5002	Filtro De Aire Secundario	3	3	2
1	UND.	273-5711	Filtro De Eliminación De Humos	3	3	2
1	UND.	293-1184	Filtro Aire De Cabina	1	1	1
2	UND.	360-8960	Filtro De Combustible	11	22	5
1	UND.	361-7478	Elemento Filtro Hidráulico Retorno	1	1	1
2	UND.	361-7480	Filtro Elemento Hidráulico Sistema Piloto Y Swing	1	2	2
1	UND.	3E9713	Cat Deo	10	10	3
1	UND.	439-5037	Filtro Agua Combustible	11	11	4
1	UND.	462-1171	Filtro De Aceite	11	11	4
1	UND.	4J-0526	Sello De Filtro Aceite	1	1	1
1	UND.	527-1641	Sello Tapa Válvulas	1	1	1
2	UND.	8T9582	Aceite Engranajes	2	4	2
1	UND.	8U-0723	Filtro H Y D Retorno	1	1	1
1	UND.	8U-0724	Sello Filtro H Y D	1	1	1
1	UND.	9R-3176	Sello De Tapón De Transmisión	3	3	2
2	UND.	9R-3176	Sello De Tapón De Transmisión	1	2	2

Fuente: anexo 12

Se aplica un MRP para todos los tipos de mantenimientos programados que se diseñaron en la anterior etapa con el fin que se encuentren los repuestos en el tiempo adecuado y ha menor costo ya que no se pedirán de emergencia, así mismo el tiempo para realizar los mantenimientos se acortará; hay que señalar que este es un diseño mensual que tiene que ajustarse a los distintos meses.

Tabla 15: MRP mantenimientos 250 hr.

Mantenimiento (250 hr.)	MES																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Necesidades Brutas							1				1				1						
Entradas programadas																					
Saldo disponible proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas							1				1				1						
Entradas de pedidos planeadas							1				1				1						
Expedición de pedidos planeados						1				1				1							
Filtros	MES																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Necesidades Brutas						5				5				5							
Entradas programadas																					
Saldo disponible proyectado	0	0	0	0	0	11	11	11	11	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1
Necesidades netas						5															
Entradas de pedidos planeadas						16															
Expedición de pedidos planeados			16																		
Diesel	MES																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Necesidades Brutas						1				1				1							
Entradas programadas																					
Saldo disponible proyectado	0	0	0	0	0	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas						1															
Entradas de pedidos planeadas						3															
Expedición de pedidos planeados				3																	

Fuente: anexo 12; tabla 9 y 13

En tanto al MRP para las 1000 hr se procedió a ser un diseño mensual con el objetivo de ser cumplido en 3 meses de aplicación; para ello el diseño se expresó en semanas y se utilizó el EOQ para la expedición de pedidos planeados; bajo este concepto se logró obtener los repuestos sin necesidad de un pago adicional por entrega rápida.

Tabla 16: MRP mantenimientos 1000 hr.

Mantenimiento (1000 hr.)	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Necesidades Brutas	1	1			1	1			1	1		
Entradas programadas												
Saldo disponible proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas	1	1			1	1			1	1		
Entradas de pedidos planeadas	1	1			1	1			1	1		
Expedición de pedidos planeados	1			1	1			1	1			
Filtros	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Necesidades Brutas	1				1				1			
Entradas programadas												
Saldo disponible proyectado	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1
Necesidades netas	1											
Entradas de pedidos planeadas	4											
Expedición de pedidos planeados												
ACEITE ENGRANAJES - TRANSMISIÓN	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Necesidades Brutas		1			1					1		
Entradas programadas												
Saldo disponible proyectado		1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Necesidades netas		1								1		
Entradas de pedidos planeadas		2								2		
Expedición de pedidos planeados	2								2			

Fuente: anexo 12; tabla 9 y 13

El diseño MRP para mantenimientos de 2000 horas, se evaluó anualmente dado que es la fecha más próxima proyectada por la programación, cada año se separa en trimestres con el fin de determinar la cantidad de repuestos utilizados y aumentar la efectividad del método EOQ al responder con las necesidades brutas.

Tabla 17: MRP mantenimientos 2000 hr.

Mantenimiento (2000 hr.)	Año 1				Año 2				Año 3			
	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4
Necesidades Brutas		1	1	1		1	1	1		1	1	1
Entradas programadas												
Saldo disponible proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas		1	1	1		1	1	1		1	1	1
Entradas de pedidos planeados		1	1	1		1	1	1		1	1	1
Expedición de pedidos planeados	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
Filtros	Año 1				Año 2				Año 3			
	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4
Necesidades Brutas	6	6	6		6	6	6		6	6	6	
Entradas programadas												
Saldo disponible proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas	6	6	6		6	6	6		6	6	6	
Entradas de pedidos planeados	6	6	6		6	6	6		6	6	6	
Expedición de pedidos planeados	6	6		6	6	6		6	6	6		
ACEITE ENGRANAJES - MANDOS FINALES	Año 1				Año 2				Año 3			
	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4
Necesidades Brutas	7	7	7		7	7	7		7	7	7	
Entradas programadas												
Saldo disponible proyectado	20	23	26	26	19	22	25	25	18	21	24	24
Necesidades netas	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Entradas de pedidos planeados		10	10			10	10			10	10	
Expedición de pedidos planeados	10	10			10	10			10	10		

Fuente: anexo 12; tabla 9 y 13

O.E.4. Aplicar la gestión del mantenimiento de las manipuladoras para aumentar el cumplimiento del presupuesto.

Para analizar el costo antes y después se evalúa el costo por hora de las actividades planificadas con el fin de evaluar la reducción obtenida, ya que de ese modo se acentuará el cumplimiento del presupuesto proyectado por la empresa en estos 3 últimos meses; que en función a las mejoras obtenidas fijo un nuevo limite en el presupuesto.

Tabla 18: Evaluación de costos y comparación

	Mes	Costo Total	Horas	Costo por hora	Mes	Costo Total	Horas	Costo por hora	% de mejora
EQ-1	Julio	13714,5	30,0	457,53	Marzo	17370,61	30,34	572,53	20%
	Agosto	5152,0	12,8	401,87	Abril	18468,41	29,41	627,96	36%
	Setiembre	4888,8	12,0	408,93	Mayo	29020,71	47,37	612,64	33%
EQ-2	Julio	6074,5	12,9	472,72	Marzo	17753,71	30,07	590,41	20%
	Agosto	8309,3	18,4	452,45	Abril	17954,51	30,31	592,36	24%
	Setiembre	8613,5	18,9	455,02	Mayo	27370,01	45,56	600,75	24%
EQ-3	Julio	3348,8	7,4	450,40	Marzo	19735,01	31,86	619,43	27%
	Agosto	4057,3	7,5	540,61	Abril	19508,91	30,43	641,11	16%
	Setiembre	6038,0	13,4	449,26	Mayo	27417,11	43,89	624,68	28%

Fuente: anexo 16

El cumplimiento del presupuesto para este último periodo fue óptimo, ya que se alcanzaron indicadores menores al 80% lo que significa un ahorro para la empresa, esto es debido a que los repuestos se encuentran a tiempo y los mantenimientos se realizan rápidamente y el mejor momento reduciendo significativamente los costos de mantenimiento correctivo; esto también evita multas por parte de los clientes al recibir íntegramente el servicio solicitado.

Tabla 19: Evaluación de cumplimiento del presupuesto

		Costos (Mantenimientos planificados)			Costo total MP	Costos (Mantenimientos Correctivos)			Costo total MC	Costo Total	
		Mano de obra	Repuestos	Servicios		Mano de obra	Repuestos	Servicios			
EQ-1	Julio	8858,0	3332,0	1524,5	16269	400	148	150	3949	29487,3	
	Agosto	3471,0	1040,0	641,0		400	118	300			
	Setiembre	3187,0	1104,0	597,8		1600	233	600			
	Total	10384,8	5476,0	2763,3		2400	499	1050			
EQ-2	Julio	4225,0	1207,0	642,5	22997	1400	289	750	5371	28368,25	
	Agosto	5670,0	1721,0	918,3		1000	223	450			
	Setiembre	5769,0	1898,0	946,5		800	159	300			
	Total	15664	4826	2507,25		3200	671	1500			
EQ-3	Julio	2267,0	710,0	371,8	13444	1000	171	450	3226	16670	
	Agosto	2784,0	898,0	375,3		1000	155	450			
	Setiembre	4092,0	1274,0	672,0		0	0	0			
	Total	9143	2882	1419		2000	326	900			
Presupuesto mensual					30000	Cumplimiento			Cumplimiento		
									Julio	27895,8	0,93
									Agosto	21614,5	0,72
									Setiembre	23232,3	0,77
									Total	72742,5	0,81

Fuente: anexo 16 y 17

En la siguiente grafica se encuentra la comparativa de cumplimiento de los meses antes y después; como se puede visualizar se logra cumplir con el presupuesto en todos los meses obteniendo un total del 0,8 ahorrando un 20%.

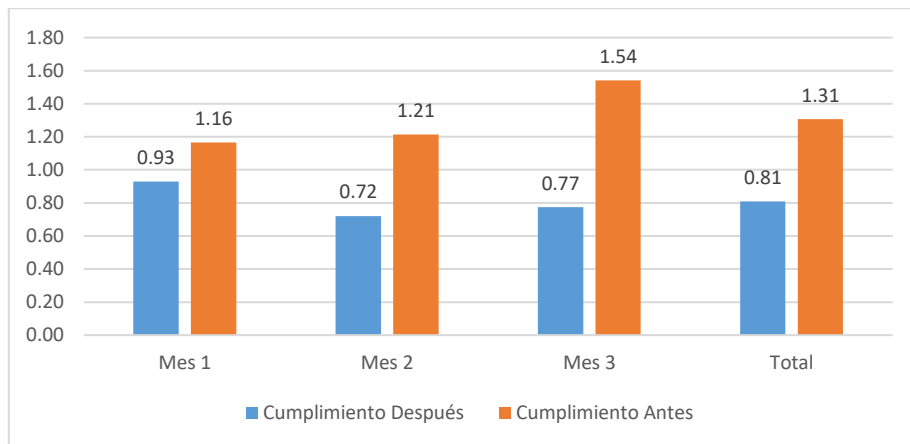


Figura 9: Comparación del cumplimiento

Fuente: anexo 16 y 17

Para la comprobación de hipótesis se usó el programa SPSS, con el fin de detectar el cambio en los costos por hora de los mantenimientos realizados antes y después, los resultados obtenidos muestran una sig. Bilateral menor a 0,05 lo que demuestra un cambio significativo en la reducción de costos, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa la cual es la aplicación de la gestión del mantenimiento de las manipuladoras disminuiría los costos en la Empresa Ferreyros S.A. - Chimbote 2021.

Tabla 20: *Prueba de muestras emparejadas*

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Costos_despues - Costos_antes	- 154,78667	42,30217	14,10072	-187,30299	-122,27034	- 10,977	8	,000

Fuente: anexo 16 y 17

V. DISCUSIÓN

Para iniciar con el primer objetivo se realiza una encuesta sobre los supervisores y colaboradores relacionados a la maquina manipuladora, en donde se demostró que existe una gran deficiencia en la capacidad de la gestión de mantenimiento para cumplir con las necesidades del equipo, esto es debido a la falta de capacitaciones y al largo tiempo de repuesta formado por la falta de materiales; en base a la encuesta realizada se encontró que la mayor parte de trabajadores utilizan los EPP; una evaluación similar lo presenta Gonzales (2020) realizando de igual forma una encuesta para determinar el grado de efectividad de la gestión de mantenimiento, los resultados indicaron una falta en el stock de inventarios y una falta de conocimientos técnicos, se tiene una desaprobación del 78% de los gestores de mantenimiento, esto involucra una gran cantidad de errores y grandes tiempos de reparación; al igual que la actual investigación estos puntos son importantes para agilizar el proceso, es por ello que la investigación obtiene niveles bajos en lo que son capacitaciones lo cual representa un punto importante para mantener las programaciones dentro del tiempo estimado.

Se continuó con el diagnostico a través de un *check list* de la gestión de mantenimiento en la cual se observó que el cumplimiento de los factores básicos de mantenimiento no se realiza adecuadamente obteniendo un puntaje del 29% lo cual es mínimo y no permite una mejora continua en esta área. Así mismo se aplicó otra lista de cotejo sobre los documentos se pudo visualizar que la empresa tiene todos los registros necesarios para una adecuada gestión, pero de todos ellos más del 50% no son aplicados generando una falta de información, con una evaluación similar Cabrera y La Serna (2021) al igual que la investigación utilizó una encuesta y un *check list* para realizar su diagnóstico, bajo el *check list* detectó que la gestión de mantenimiento no cuenta con los elementos necesarios para dar seguimiento a los equipos, esto se vio reflejado en la confiabilidad del equipo que a través de la encuesta el 86% de los operadores no confían que el equipo estará en funcionamiento continuo por más de un día de trabajo; la investigación actual establece una situación similar ya que los equipos al no ser mantenidos correctamente generan fallas continuas que afectan el ritmo de trabajo.

Para la evaluación de las causas raíces de los problemas encontrados se procede a utilizar 2 técnicas de análisis de datos los cuales son el diagrama Pareto e Ishikawa; bajo esta evaluación se formuló que la causa más probable de los problemas de mantenimiento es la deficiente falta de registros, bajos estándares de tiempo, una falta de adecuación con el sistema de inventarios y los programas de mantenimientos insuficientes para cubrir con las necesidades del equipo; de tal forma que se seleccionan 09 causas que forman el 70% del nivel de impacto en la empresa, bajo una evaluación previa encontramos a Pacheco (2017) que antes de aplicar el diagrama Pareto realiza una matriz de priorización por medio de los colaboradores que interactúan con el equipo, este método es muy fiable dado que permite evaluar el equipo y su efecto sobre la empresa en un punto externo; para la investigación se utilizó el diagrama Ishikawa como punto de partida ya que a diferencia del autor mencionado el análisis se enfoca en determinar una causa interna en la gestión de mantenimiento; otro uso para el diagrama Pareto lo establece Pérez (2019) para seleccionar los equipos con más tasa de fallos y asegurar que el mantenimiento se realice detalladamente en ellos; para la investigación actual eso no es necesario dado que solo se centra en las manipuladoras.

El cumplimiento con respecto a los programas de mantenimiento es muy bajo ya que se encuentran retrasos mayores al 68% de lo programado y esto es debido a una falta de planificación previa de elementos como conocimiento y repuestos; esta situación se encuentra también en la tesis de Castillo (2019) el cual tienen una tasa de demoras del 30% que a pesar de no ser tan grave como el problema de la investigación, ya presenta problemas en las horas desperdiciadas por la mano de obra; bajo este espectro es necesario desarrollar un plan de mejora después de superado el 30% en las demoras de la programación.

La evaluación de los indicadores de mantenimiento demostraron que la manipuladora 2 tienen los indicadores más bajos en la evaluación de los últimos 3 meses, aun así la confiabilidad y tiempo para reparar los equipos son muy deficientes alcanzando indicadores menores al 80% para un día de trabajo, lo que permite que se desperdicien recursos; lo calculado por

Gonzales (2020) demostró que el sistema de mantenimiento alcanzó una media en la confiabilidad de 85%, con la data suministrada por el diagrama Pareto se demostró que el sistema requiere una mejora enfocada en elevar este indicador a un 90% lo cual es lo más recomendable; es bajo este concepto que la investigación requiere de una mejora lo más pronto posible ya que cada falla involucra un costo que merma las utilidades de la empresa. Bajo lo indicado se hace necesario disminuir los mantenimientos correctivos ya que actualmente la media es de 15 horas por falla para cada una de las manipuladoras; un ejemplo similar lo presenta Quispe y Ticona (2020) ya que expuso índices de MTBF altos dado que sus mantenimientos correctivos representan el 89% de todos los trabajos realizados en la organización, porcentaje similar alcanzado por la empresa evaluada donde sus mantenimientos correctivos se expresan en 50%; en un caso opuesto Cossios (2018) al evaluar una gestión de mantenimiento bien implantada obtuvo MTBF superiores a 30 horas con confiabilidad del 95% lo cual indica que no es necesario eliminar los mantenimientos correctivos sino establecer una frecuencia mayor a una semana de trabajo con el fin de asegurar los recursos; tal como lo indica Zagorodniy, Novikov y Novikov (2021) el cual expresa la confiabilidad como un elemento fundamental para el ahorro de recursos, ya que te permite planificar de mejor manera las actividades a realizar.

Los costos incurridos en estos meses de trabajo superaron los 60 mil soles para mantenimiento preventivo y los 10 mil soles para los mantenimientos correctivos; y dado que el presupuesto fijado por la organización es de 60 mil se establecen índices de cumplimiento que sobrepasan el presupuesto en un 20%; todo debido a que no se programa correctamente y no se toma en cuenta las fallas inesperadas del equipo; así mismo Mauricio y Olarte (2020) realiza su evaluación por medio del costo por hora para asegurar la comparación obteniendo una distribución similar al costo; hay que señalar que este tipo de evaluación es excelente por lo cual se utilizó en la comparación antes y después; pero para esta etapa de los resultados se prefirió indicar el cumplimiento del presupuesto que resulta más útil para ejecutar un diagnóstico.

Se establece para el segundo objetivo que la gestión de mantenimiento fue aplicada en los 5 sistemas que componen la manipuladora, el diseño de programa se efectuó según el manual el cual especifica los mantenimientos según el tiempo trabajado por el equipo; los cuales tienen frecuencias cortas como muy altas, aun así, esto no resulta efectivo para erradicar los problemas adecuados ya que la mínima frecuencia es de 250 horas según el manual y los problemas se presentan cada 10 a 30 horas por tanto no existiría confiabilidad en el equipo; Quispe y Ticona (2020) separa los mantenimientos en 4 sistemas tales como los eléctricos, mecánicos, estructura y externo, la investigación contiene también una evaluación del sistema eléctrico y mecánico los cuales son los principales elementos a evaluar para equipos complejos; el mismo autor programa el mantenimiento cada 5 días para los mantenimientos básicos lo que resulta inefectivo con la organización actual ya que las manipuladores no trabajan todos los días y bajo esta programación sería un desperdicio de recursos o todo lo contrario, por tanto una programación según horas de trabajo es lo más efectivo.

Para continuar con la planificación se opta por establecer una frecuencia para cada mantenimiento seleccionado, los criterios para su selección son por medio del manual de procedimiento y los cálculos del MTBF, con el fin de preservar el dispositivo y adelantarse a las fallas, bajo un objetivo similar Castillo (2019) establece un diseño similar pero en función a las actividades programadas dado que la actividad trabaja por proyecto esto resulta útil para ahorrar recursos, caso contrario de lo que ocurre con la investigación la cual presta un servicio y las horas prestadas resultan ser vitales para adelantarse a las fallas. El cronograma se diseñó en 3 fases la primera es por mes donde las actividades básicas se realizan a nivel diario esto consta de inspecciones rutinarias antes de empezar el trabajo; así mismo las limpiezas tienen una recurrencia de una semana; las otras programaciones se dieron a medio año y cada 3 años, esto es debido a que la cantidad recomendada solo se alcanza en ese tiempo; por otro lado el orden de las inspecciones se dio en función al tiempo disponible que se tiene al día para efectuar el mantenimiento; este diseño lo establece Palomino y Tokumori (2020) pero en su construcción toma en cuenta la mano de obra y repuestos disponibles, la investigación mejora el

diseño del autor para que pueda encajar no solo con esos dos elementos sino con las hora de producción de cada maquinaria para que no exista cruces.

Para lograr mantener la mejora se crea un diagrama de flujo el cual esta enfocado en que el trabajador pueda responder inmediatamente con las fallas ocurridas de esa manera se reduce el tiempo de espera de los clientes para recibir el servicio, Marrero, Vilalta y Martínez (2019) piensa en este aspecto y desarrolla un procedimiento para los mantenimientos preventivos, aun asi no resulta tan detallado como lo desarrollado en la actual investigación ya que no considera una retroalimentación del área de mantenimiento. A continuación, se implanta el cronograma de capacitaciones ejecutado con el fin de mejorar las actividades realizadas, para ello se seleccionan con el personal de mantenimiento 17 temas para ser repartidos a lo largo de los años 2021 y 2022; el diseño establecido por Zapata (2017) optó por capacitaciones de planta, proveedores y en el extranjero para aumentar todo con el fin de aumentar las habilidades de los colaboradores en la empresa, este diseño requiere una gran cantidad de recursos los cuales tienen que ser correctamente controlados, el diseño tomado por la investigación es más económico para la empresa ya que permite a los colaboradores mas experimentados ayudar a los menos experimentados mientras estos refuerzan sus conocimientos, de tal forma que las opciones de capacitación sean mínimas; un diseño mas parecido al plan de capacitación presentado lo establece Rashuman (2019) diseña una capacitación basada en un compromiso no de la empresa sino también de las áreas, de tal forma en que los conocimientos se traspasen entre todos los colaboradores; a pesar del gran parecido se presentan una serie de diferencias en especial con los temas a impartir los cuales el autor solo lo reduce a 5 relacionados a la implantación de la mejora, esto no resulta muy útil ya que se hace necesario temas que puedan optimizar el trabajo diario.

En la última etapa del programa de mantenimiento se implementó la supervisión en la cual se verifico el cumplimiento de los mantenimientos programados de los meses de julio a setiembre, se obtuvo indicadores por encima del 94% en el cumplimiento permitiendo que las fallas no se presenten y por lo tanto los costos de mantenimiento también disminuyen; efecto que lo

calcula Thomas (2018) al evaluar su sistema de mantenimiento a través de un check list el cual puntúa las mejoras implementadas, este tipo de evaluación es eficiente pero no objetiva ya que puede verse afectada por interpretaciones es por ello que se seleccionó un método de evaluación que muestre las metas alcanzadas, al igual que Guevara (2019) el cual su elemento de supervisión lo conforman registros de fallas ocurridos luego de la implementación, esto resulta muy útil para saber la efectividad del mantenimiento, la investigación considera este punto a través de la evaluación de costos de los mantenimientos correctivos.

Para reducir los costos de los materiales se necesitó aumentar la precisión de los tiempos de entrega de los repuestos ya que en muchas ocasiones se piden de emergencia los repuestos pagando una cuota adicional y precios inflados; el primer paso para lograrlo es establecer un EOQ en todos los elementos más utilizados en los mantenimientos programados, al igual que Sosa (2018) al organizar los pedidos obtuvo una reducción de los costos de cerca de 3000 soles, la investigación obtuvo una reducción similar ya que los operadores de mantenimiento pueden realizar sus pedidos con mas tiempo lo cual permite comprar estos elementos sin cargos extra. Para asegurar las entregas a tiempo se utilizó el MRP para los mantenimientos programados que necesiten la compra de repuestos, esto se hizo con el fin de identificar el día de la compra de dicho repuesto para ser recogido el día del mantenimiento sin cometer un retraso asociado a la falta de estos elementos, con un objetivo general Pérez (2019) establece que esta configuración es muy importante ya que permite que la empresa logre un cierto grado de flexibilidad, lo cual permitió para su investigación una reducción de costo del 30%; este diseño permitió a la actual investigación a reducir los altos costos en la compra de materiales, aun así se vio la necesidad de seleccionar los materiales más críticos para dar una más prioridad en la compra como lo realiza Cordero y Che (2018) el cual establece un cronograma de compra dándole prioridad a 5 repuestos para ser comprados en grandes cantidades cuando el precio es el mínimo; este punto es muy importante ya que optimiza la gestión de compras y minimiza los costos.

La evaluación de costos mostro una mejora de mas del 30% en la manipuladora 1 y mas de un 20% en las manipuladoras restantes; lo que demuestra una relación directa con la mejora de la gestión de mantenimiento Darestani, Ganji y Imannezhad (2020) realiza un estudio de esta relación a través de diferentes matrices demostrando un correlación mayor a 0,8 lo cual demuestra que los costos son reducidos por la buena planeación del sistema; con respecto a la comparativa del presupuesto se detectó un cumplimiento mayor al 70% bajo las nuevas restricciones de la empresa; esto significa un gran cambio ya que la empresa puede ejecutar su evaluación de mejor manera, Pinedo (2018) experimento un resultado similar ahorrando más de 5000 soles, todo debido a que se redujeron las actividades improductivas al 6% las cuales no están registradas en el presupuesto; en la actual investigación estas actividades están relacionadas a las esperas por los repuestos los cuales han sido casi eliminados. Por último, se contrastó la hipótesis por medio del programa SPSS; los datos elegidos para tal comprobación son los costos por hora de los meses evaluados en los 3 equipos, lo cual resulto en una t de -10 demostrando una disminución de los costos la cual es significativa ya que la sig. bilateral es menor a 0,05; un resultado similar lo establece Mauricio y Olarte (2020) el cual obtuvo un sig. Bilateral de 0,01; el cual confirma que las herramientas implantadas son efectivas a pesar de que no fueron conectadas entres si, de igual forma la actual investigación con los resultados obtenidos se puede indicar que las herramientas de programación han sido correctamente implantada ya que en comparación con el autor la implementación logró integrar todos sus resultados por lo tanto se acepta la hipótesis implantada la cual es que la aplicación de la gestión del mantenimiento de las manipuladoras disminuiría los costos en la Empresa Ferreyros S.A. - Chimbote 2021.

VI. CONCLUSIONES

La evaluación inicial demostró una falta de seguimiento de los equipos debido a su falta de cumplimiento lo cual permite que sus indicadores sean deficientes ya que la confiabilidad es baja lo cual asegura que una de las 3 manipuladoras presenta una falla en un día de trabajo; los principales problemas que ocasionan esta situación es la falta de estandarización y repuestos durante la ejecución de los mantenimientos; estos afectan directamente a los costos los cuales no cumplen con el presupuesto asignado por la empresa debido a las fallas correctivas no contempladas por los planificadores.

La implementación del sistema de mantenimiento se basó en 4 etapas, de tal forma en que se pudo establecer las actividades de mantenimiento y su frecuencia en función a la tasa de falla con las recomendaciones del fabricante esto en conjunto con los complementos como el flujograma y el programa de capacitaciones permite tener un cumplimiento superior al 94% de todos los mantenimientos programados durante el mes.

Se estableció que la gestión de repuestos óptima para los actuales mantenimientos, se deben basar en el EOQ y el MRP ya que permitieron asegurara las compras en un día determinado para que permanezcan en el almacén el menor tiempo posible.

La evaluación final de los costos demostró la efectividad de la nueva gestión de mantenimiento; mostrando grandes ahorros por la disminución de los tiempos para la realización de un mantenimiento ya sea correctivo o preventivo, en especial en los pedidos de repuesto que realizan con rapidez para cada mantenimiento programado. En tanto al cumplimiento, se calculó un índice positivo para la empresa ya que se logró superar las expectativas dentro del presupuesto asignado, en tanto a la hipótesis los resultados estadísticos demostraron que se puede afirmar la misma ya que existe una influencia de la gestión de mantenimiento en los costos.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar un seguimiento al cumplimiento del presupuesto de por lo menos 4 meses luego de la aplicación con el fin de proponer soluciones a las posibles desviaciones que ocurran, ya que es necesario formar una cultura en los trabajadores y para ello es necesario dar un correcto seguimiento.

Realizar una evaluación más detallada de los equipos a profundidad, para evaluar si es viable aplicar un sistema predictivo que reduzca las fallas al mínimo ya que esto aumentaría la satisfacción del consumidor que interactúa directamente con estas máquinas.

Aumentar la evaluación de los repuestos a los demás equipos que maneja la empresa con el fin de realizar pedidos en masa para reducir aún más los costos de envío y entrega.

Evaluar los costos por hora una vez cada 3 meses en los mantenimientos preventivos y correctivos de manera separada, para realizar una comparativa que permita determinar cual de las dos alternativas es más viable.

REFERENCIAS

ALCANTARA, Verónica. ¿Cuál es el impacto económico del mantenimiento? [En línea] Vanguardia Industrial, 26 de marzo de 2019. [fecha de consulta 5 de junio de 2021]. Disponible en <https://www.vanguardia-industrial.net/cual-es-el-impacto-economico-del-mantenimiento/>.

BARRICK OPERATIONS SUPPORT. El Sistema de Gestión de Mantenimiento. s.l. business processes improvement on maintenance management: a case study.

ABREU, Joao, VENTURA Paula, FERNADES, Silvia Y ZACARIAS, Marielba. Business processes improvement on maintenace management: a case study [en línea]. Elsevier procedia technology 9 [fecha de consulta 5 de junio del 2021]. Disponible en www.sciencedirect.com

CABRERA Wiston y LA SERNA Jorge. Gestión de mantenimiento de las unidades vehiculares para la reducción de costos en la división de obras de la Municipalidad Provincial de Ferreñafe. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Señor de Sipán. Ferreñafe, Lambayeque : s.n., 2021. Tesis de Pregrado. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8052>

GARCIA, Omar. Gestión de mantenimiento en la mejora de métodos de trabajo para disminuir los costosde mantenimiento preventivo en una Empresa Cementera. Trujillo, Perú, Universidad Nacional de trujillo. Trujillo : s.n., 2019. Tesis de Pregrado. Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12678>

CORDERO Oscar y CHE Sandro. Gestión de Mantenimiento para reducir el costo de operación de un remolcador marítimo en el puerto de Bayovar Piura. Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú : s.n., 2018. Tesis de Pregrado. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12952/3827>

COSSIOS, Samuel. Gestión del Mantenimiento para incremnetar la confiabilidad en los equipos de la casa de fuerza del Hospital Regional - CHIMBOTE 2018. Universidad César Vallejo. Chimbote, Ancash, Perú : s.n., 2018. Tesis de Pregrado. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/30108>

GARCÍA, Oliveiro. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial, Principios fundamentales. s.l. : Ediciones de la U, 2011. pág. 156. ISBN: 9789587623161.

GONZALES, Eduardo. Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad en el área mecánica de la Empresa GUVI SERVIS E.I.R.L., 2020. Departamento de

Ingeniería Industrial, Universidad Señor de Sipán. Pimentel, Chiclayo. Lambayeque : s.n., 2020. Tesis de Pregrado. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12802/7588>

HERNANDEZ, Roberto y MENDOZA, Paulina. Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa o mixta. Primera. México : McGraw Hill Interamericana Editores, SA de CV, 2018. pág. 753. Disponible en <https://biblioteca.ufm.edu/library/index.php/1081937>

ISBN: 978-1-4562-6096-5.

HERNÁNDEZ, Roberto y otros. Fundamentos de Investigación. Primera. México : McGraw Hill Interamericana Editores SA de CV, 2017. ISBN: 978-607-15-1395-3.

HIDALGO, Antonio; PEREZ, Lucia y LLOSAS Yolanda. Administración de Operaciones y Mantenimiento. Manta, Manabí, Ecuador : Mar Abierto, 2017. ISBN: 978-9942-959-69-0.

ZAGORODNIY, Nikolay; NOVIKOV, Alexander y NOVIKOV, Ivan. Improving the efficiency of maintenance of heavy-duty engines. Rusia : EDP Sciences, 2021, MATEC Web of Conferences.

INTEGRAMARKETS. Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial. Segunda. s.l. : IntegraMarkets, Grupo América Factorial S.A.C., 2018.

ARDILLA, Marín; GONZALO, Juan y otros. Maintenance management: [en línea]. A review 2, Vol. 14 dimension empresarial [fecha de consulta 6 de junio de 2021] disponible en

MAURICIO, Alejandro y OLARTE, Rojas. Implementación de Lean Maintenance para optimizar los costos de mantenimiento de unidades en una empresa de transportes de carga pesada. SJL 2020. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad César Vallejo. Lima, Perú: s.n., 2020. Tesis de Pregrado.

MARRERO, Arturo; VILALTA, José y MARTÍNEZ, Edith. Modelo de diagnóstico-planificación y control del Mantenimiento. [en línea] La Habana, Cuba Ingeniería Industrial, Vol. XL,[fecha de consulta 10 de junio de 2021].disponible en ISSN 1815-5936.

MONTILLA, Carlos. Fundamentos del Mantenimiento Industrial. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2016. pág. 208. ISBN: 978-958-722-238-8.

MORA, Alberto. Mantenimiento, Planeación, ejecución y control. México : Alfaomega Grupo Editor, 2009. ISBN: 978-958-682-769-0.

NAVARRO, Enrique, y otros. Fundamentos de la investigación y la innovación educativa. Primera. La Rioja, España : Universidad Internacional de La Rioja, S. A., 2017. ISBN (EPUB): 978-84-16602-72-8.

PACHECO, Víctor. Mejora en los procesos de mantenimiento para reducir costos operativos en la Empresa GSP Trujillo S.A.C. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Privada del Norte. Trujillo, Perú : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.

PALOMINO, Felipe y TOKUMORI, Marcelo. Propuesta para mejorar la disponibilidad de equipos en el sector construcción para una empresa de alquiler de máquinas pesadas. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.

PÉREZ, Jesús. Gestión de Mantenimiento para reducir los costos en el Área de Electromecánica en el Hospital Regional de Lambayeque. Pimental, Chiclayo, Lambayeque, Perú : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.

PINEDO, Antonio. Aplicación del mantenimiento preventivo para disminuir los costos de mantenimiento de la Empresa Pesquera ICEF S.A.C. - Chimbote 2018. Universidad César Vallejo. Chimbote, Ancash, Perú : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

PREGO, Marta. La Gestión del mantenimiento, qué es y cómo optimizarla. [En línea] 24 de julio de 2020. <https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-mantenimiento/gestion-del-mantenimiento>.

QUISPE, Alfredo y TICONA, Yheyson. Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de la flota de buses para la reducción de costos en la Empresa Transportes Wayra E.I.R.L. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Antonio Ruiz de Montoya. Lima, Perú : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.

RASHUAMÁN, Ricardo. Modelo de gestión de mantenimiento para el incremento de disponibilidad de las máquinas en una planta de fabricación de bombas centrífugas. Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú : s.n., 2019. Tesis de Grado.

SOSA, Miguel. Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento de las unidades de transporte en la Empresa Transportes JEVREM S.A.C. - 2020. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

THOMAS, Douglas. The Costs and Benefits of Advanced Maintenance in Manufacturing. Advanced manufacturing series. National Institute of Standards and technology, [en línea] Gaithersburg, [fecha de consulta 20 de junio de 2021] disponible en <https://doi.org/10.6028/NIST.AMS.100-18> NIST AMS 100-18.

DARESTANI, Soroush; GANJI; Mandana y IMANNEZHAD, Rana. What are the key determinants of maintenance performance? [en línea] Reino Unido: s.n., 2020, PRODUCTION, Vol. 30.[fecha de consulta 15 de junio de 2021] disponible en ISSN 1980-5411.

TAMAYO y Tamayo, Mario. 2013. Proceso de la Investigación Científica. Cuarta. México : Noriega Editores, 2013.

ISBN: 968-18-5872-7.

ANEXOS

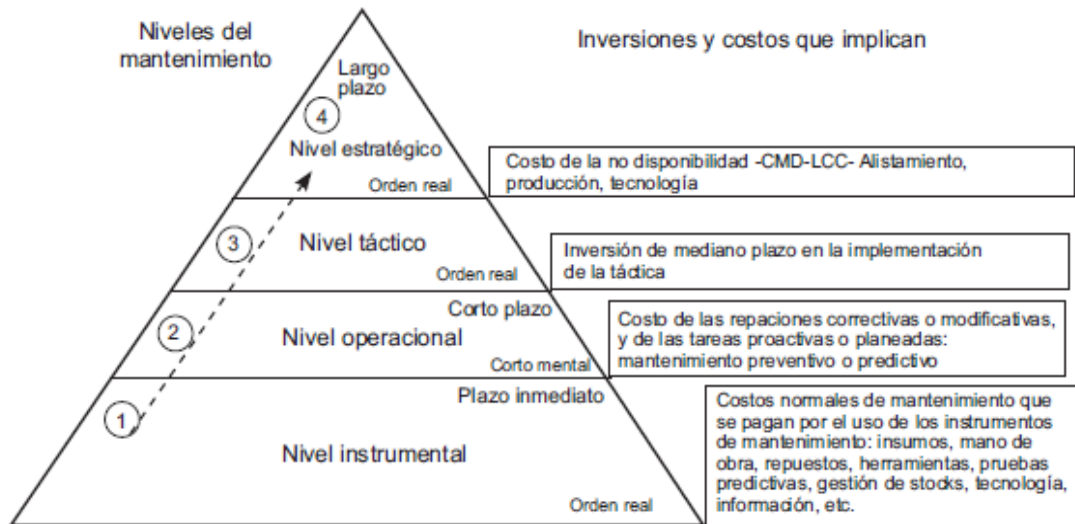
Anexo 2: Operacionalización de las Variables

Tabla 5: Operacionalización de variables

Variables		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
Variable Independiente (Y)	Gestión del Mantenimiento	Es el proceso por medio del cual se manejan los recursos de acuerdo a los principios de la administración como es la planeación, organización, dirección y control, para asegurar el servicio físico de mantenimiento de forma eficiente. (Mora, 2009, p.36)	Son los procesos que se llevan a cabo para planear el mantenimiento y reparación de las máquinas y equipos que aseguren la disponibilidad y confiabilidad de su operación en los sistemas de producción de bienes y servicios.	Calidad del servicio	$1 - \frac{\text{Mantenimientos observados}}{\text{Mantenimientos realizados}}$	Razón
				MTBF	$\frac{\text{Tiempos de servicio}}{\text{Número total de fallos en un periodo}}$	Razón
				MTTR	$\frac{\text{Tiempos fuera de servicio}}{\text{Número total de fallos en un periodo}}$	Razón
				Confiabilidad	$e^{-\frac{T}{MTBF}}$	Razón
Variable Dependiente (X)	Costos de Mantenimiento	Son los valores que representan el esfuerzo y utilización de los recursos empleados para atender y poner operativo una máquina o equipo. (Mora, 2009, p.466)	Son los costos directos e indirectos de llevar a cabo o de realizarse el mantenimiento y reparación de las máquinas y equipos	Costos de Mano de obra	$\frac{\text{M.O. directa empleada en el mantenimiento}}{\text{M.O. directa programada para el mantenimiento}}$	Razón
				Costo de materiales y refacciones	$\frac{\text{Materiales directos empleado en el mantenimiento}}{\text{Materiales directos programado para el mantenimiento}}$	Razón
				Cumplimiento del presupuesto	$\frac{\text{Costo real del Mantenimiento}}{\text{Costo asignado en el presupuesto}} \times 100$	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Figuras niveles de mantenimiento



Fuente: (Mora Gutiérrez, 2009)

Anexo 4: Figura niveles de mantenimiento – detalle



Fuente: (Mora Gutiérrez, 2009) p. 56

ENCUESTA - OPERADOR DE MÁQUINA MANIPULADORA

Fecha: ____ / ____ / ____

Objetivo: conocer y analizar el desarrollo de las actividades de mantenimiento.

1. ¿Considera que la manipuladora que opera, se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento?

Si

No

2. ¿Cómo considera usted que el servicio de mantenimiento?

Oportuno
 Atrasado

Algunas veces oportuno
 Muy atrasado

3. ¿Usted deja de operar la máquina de forma inmediata en la fecha programada para su mantenimiento?

Si

No

A veces

4. Cuando la manipuladora presenta fallas y usted solicita su atención, ¿Es atendido de forma inmediata?

Si

No

A veces

5. De acuerdo a su apreciación, ¿considera que el servicio de mantenimiento se realiza de manera eficiente?

Si

No

A veces

6. Considera usted que el personal que realiza el servicio de mantenimiento, ¿Está debidamente entrenado o capacitado?

Si

No

A veces

7. Considera usted, que el personal que realiza el servicio de mantenimiento ¿cumple con algún protocolo del servicio que ofrece?

Si

No

A veces

8. Considera usted, que el personal que realiza el servicio de mantenimiento, ¿Utiliza los EPP's correspondientes?

Si

No

A veces

9.- Considera usted que el servicio que se le brinda es un servicio de calidad?

Si

No

A veces


**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(CUESTIONARIO al Operador del Manipulador)**

Yo, César Enrique Colán Concepción
titular del DNI N°: 47659366 de profesión Ingeniero Mecánico
ejerciendo actualmente como Gerente General
..... por medio
de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos,
a los efectos de su aplicación en la empresa.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 5 de octubre..... Del 2021


.....
G899r E. Colán Conce
ING. MECÁNICO
R. CIP. 158230

Firma

C.I.P: 158230

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(CUESTIONARIO al Operador del Manipulador)**

Yo, Juan Julio Blas López

Identificado con DNI N°: 41853361 de profesión Ingeniero mecánico

ejerciendo actualmente como Residente para la Empresa Ingeniería y servicios mecánicos SAC por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Ferreyros S.A.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 28 de septiembre Del 2021


Juan Julio Blas López
ING. MECÁNICO
R. CIP N° 167568

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(CUESTIONARIO al Operador del Manipulador)**

Yo, Manuel Aliaga Velazco
titular del DNI N°: de profesión Ingeniero Mecánico
ejeciendo actualmente como Jefe de mantenimiento
de flota de Hayduk por medio
de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos,
a los efectos de su aplicación en la empresa Ferreyros S.A.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 4 de octubre Del 2021


MANUEL ALIAGA VELAZCO
Ingeniero Mecánico
Jefe de Mantenimiento
Hayduk
Firma

C.I.P: 95894

ENCUESTA - SUPERVISOR DE MÁQUINA MANIPULADORA

Fecha: ____ / ____ / ____

Objetivo: conocer y analizar el desarrollo de las actividades de mantenimiento.

1. ¿Considera que la manipuladora que opera, se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento?

Si

No

2. ¿Cómo considera usted que el servicio de mantenimiento?

Oportuno
 Atrasado

Algunas veces oportuno
 Muy atrasado

3. ¿Cuando el equipo tiene programado su mantenimiento, el operador de la máquina deja de operar de forma inmediata para que se cumpla el servicio de mantenimiento?

Si

No

A veces

4. Cuando la manipuladora presenta fallas y solicitan su atención, ¿Acuden de forma inmediata?

Si

No

A veces

5. Según su apreciación, ¿Considera que el servicio de mantenimiento se realiza de manera eficiente?

Si

No

A veces

6. Considera usted que el personal que realiza el servicio de mantenimiento, ¿Está debidamente entrenado o capacitado?

Si

No

A veces

7. Considera usted, que el personal que realiza el servicio de mantenimiento ¿cumple el protocolo del servicio que ofrece?

Si

No

A veces

8. Considera usted, que el personal que realiza el servicio de mantenimiento, ¿Utiliza los EPP's correspondientes?

Si

No

A veces

9.- Considera usted que el servicio que se le brinda es un servicio de calidad?

Si

No

A veces

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(CUESTIONARIO - SUPERVISOR DE MÁQUINA MANIPULADORA)**

Yo, Juan Julio Blas López


Identificado con DNI N°: 41853361 de profesión Ingeniero mecánico

ejerciendo actualmente como Residente para la Empresa Ingeniería y servicios mecánicos SAC por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Ferreyros S.A.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 28 de septiembre Del 2021


Juan Julio Blas López
ING. MECÁNICO
R. CIP N° 167568

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(CUESTIONARIO - SUPERVISOR DE MÁQUINA MANIPULADORA)**

Yo, Manuel Aliaga Velazco
titular del DNI N°: de profesión Ingeniero Mecánico
ejeciendo actualmente como Jefe de mantenimiento
..... de flota de Hayduk por medio
de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos,
a los efectos de su aplicación en la empresa Ferreyros S.A.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 4 de Octubre Del 2021


MANUEL ALIAGA VELAZCO
Ingeniero Mecánico
Hayduk
Firma

C.I.P: 95894


**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(CUESTIONARIO - SUPERVISOR DE MÁQUINA MANIPULADORA)**

Yo, César Enrique Colán Concepción
titular del DNI N°: 47657366 de profesión Tecnólogo Mecánico
ejerciendo actualmente como Gerente General
..... por medio
de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos,
a los efectos de su aplicación en la empresa.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 5 de Octubre Del 2021


César E. Colán Concepción
ING. MECÁNICO
R. CIP. 158230

Firma

C.I.P: 158230

LISTA DE COTEJO PARA LA OBSERVACIÓN

El presente instrumento va a permitir registrar los aspectos físicos que existan e influyen en la variable de estudio.

La información es de carácter confidencial y reservado; pues los resultados son con fines de investigación.

Actividades	Cumplimiento		
	Si	No	Observación
1. El área para llevar a cabo el servicio de mantenimiento, es espacioso.			
2. El trabajador de mantenimiento, cumple con los protocolos de seguridad			
3. El trabajador dispone y utiliza sus elementos de protección personal.			
4. ¿El trabajador de mantenimiento, delimita su área de trabajo?			
5. El trabajador de mantenimiento, cuenta con todos los equipos para realizar su trabajo			
6. Los equipos para el trabajo de mantenimiento están en buen estado.			
7. El trabajador de mantenimiento, deja limpio y ordenado el área que utilizó para llevar a cabo la tarea de mantenimiento.			

LISTA DE COTEJO PARA EL ANÁLISIS DOCUMENTARIO

El Analista tomará nota de los documentos, según lo descrito en la lista de cotejo para la Revisión Documentaria.

Documento	Existe		Se Actualiza		Observación
	Si	No	Si	No	
1. Catálogo de la máquina manipuladora					
2. Manual de operación de la máquina manipuladora					
3. Órdenes de Trabajo					
4. Solicitudes de Mantenimiento					
5. Programa de Mantenimiento					
6. Ficha de Mantenimiento					
7. Manual de Procedimientos de Mantenimiento					
8. Registro de fallas					
9. Requerimientos de Compras					
10. Informes de mantenimiento					

Anexo 6: Registro del mantenimiento de los meses de marzo y abril de 2021

Mes	Mantenimiento	Sistema	Manipuladora	Fecha	Fecha	Demora	Horas	Horas	Demora
				Planificada	Ejecutada	(días)	Proyectadas	Ejecutadas	(horas)
Marzo	PM_1	Cambio de aceite de motor	EQ-1	2/03/2021	9/03/2021	7	0,5	1,44	0,94
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		2/03/2021	7/03/2021	5	1	1,76	0,76
	PM_3	Cambio de filtro combustible		5/03/2021	5/03/2021	0	2	2,72	0,72
	PM_4	Cambio de filtro de aire		5/03/2021	11/03/2021	6	2	2,19	0,19
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		5/03/2021	12/03/2021	7	2	2,18	0,18
	PM_1	Cambio de aceite de motor		12/03/2021	16/03/2021	4	0,5	1,45	0,95
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		12/03/2021	18/03/2021	6	1	1,63	0,63
	PM_3	Cambio de filtro combustible		15/03/2021	15/03/2021	0	2	2,24	0,24
	PM_4	Cambio de filtro de aire		15/03/2021	21/03/2021	6	2	2,27	0,27
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		15/03/2021	21/03/2021	6	2	2,76	0,76
	PM_1	Cambio de aceite de motor		22/03/2021	27/03/2021	5	0,5	0,75	0,25
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		22/03/2021	22/03/2021	0	1	1,12	0,12
	PM_3	Cambio de filtro combustible		25/03/2021	30/03/2021	5	2	2,18	0,18
	PM_4	Cambio de filtro de aire		25/03/2021	30/03/2021	5	2	2,89	0,89
	PM_5	Cambio de filtro separado de Combustible		25/03/2021	1/04/2021	7	2	2,76	0,76
	PM_1	Cambio de aceite de motor	EQ-2	7/03/2021	7/03/2021	0	0,5	1,33	0,83
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		7/03/2021	14/03/2021	7	1	1,92	0,92
	PM_3	Cambio de filtro combustible		10/03/2021	10/03/2021	0	2	2,21	0,21
	PM_4	Cambio de filtro de aire		10/03/2021	10/03/2021	0	2	2,2	0,2
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		10/03/2021	17/03/2021	7	2	2,14	0,14
	PM_1	Cambio de aceite de motor		17/03/2021	23/03/2021	6	0,5	0,83	0,33
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		17/03/2021	17/03/2021	0	1	1,86	0,86
	PM_3	Cambio de filtro combustible		20/03/2021	24/03/2021	4	2	2,14	0,14
	PM_4	Cambio de filtro de aire		20/03/2021	20/03/2021	0	2	2,64	0,64
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		20/03/2021	24/03/2021	4	2	2,99	0,99
	PM_1	Cambio de aceite de motor		27/03/2021	3/04/2021	7	0,5	1,05	0,55
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		27/03/2021	3/04/2021	7	1	1,76	0,76
	PM_3	Cambio de filtro combustible		30/03/2021	30/03/2021	0	2	2,32	0,32
	PM_4	Cambio de filtro de aire		30/03/2021	4/04/2021	5	2	2,49	0,49
	PM_5	Cambio de filtro separado de Combustible		30/03/2021	30/03/2021	0	2	2,19	0,19
PM_1	Cambio de aceite de motor	EQ-3	12/03/2021	18/03/2021	6	0,5	1,35	0,85	
PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		12/03/2021	19/03/2021	7	1	2	1	
PM_3	Cambio de filtro combustible		15/03/2021	15/03/2021	0	2	2,89	0,89	
PM_4	Cambio de filtro de aire		15/03/2021	21/03/2021	6	2	2,59	0,59	
PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		15/03/2021	19/03/2021	4	2	2,61	0,61	

	PM_1	Cambio de aceite de motor		22/03/2021	29/03/2021	7	0,5	1,03	0,53
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		22/03/2021	22/03/2021	0	1	1,68	0,68
	PM_3	Cambio de filtro combustible		25/03/2021	30/03/2021	5	2	2,03	0,03
	PM_4	Cambio de filtro de aire		25/03/2021	31/03/2021	6	2	2,5	0,5
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		25/03/2021	25/03/2021	0	2	2,69	0,69
	PM_1	Cambio de aceite de motor		1/04/2021	8/04/2021	7	0,5	0,87	0,37
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		1/04/2021	1/04/2021	0	1	1,84	0,84
	PM_3	Cambio de filtro combustible		4/04/2021	4/04/2021	0	2	2,71	0,71
	PM_4	Cambio de filtro de aire		4/04/2021	8/04/2021	4	2	2,37	0,37
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		4/04/2021	10/04/2021	6	2	2,7	0,7
Abril	PM_1	Cambio de aceite de motor	EQ-1	1/04/2021	5/04/2021	4	0,5	0,59	0,09
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		1/04/2021	7/04/2021	6	1	1,63	0,63
	PM_3	Cambio de filtro combustible		4/04/2021	4/04/2021	0	2	2,96	0,96
	PM_4	Cambio de filtro de aire		4/04/2021	11/04/2021	7	2	2,4	0,4
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		4/04/2021	10/04/2021	6	2	2,7	0,7
	PM_1	Cambio de aceite de motor		11/04/2021	11/04/2021	0	0,5	1,02	0,52
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		11/04/2021	17/04/2021	6	1	1,21	0,21
	PM_3	Cambio de filtro combustible		14/04/2021	21/04/2021	7	2	2,2	0,2
	PM_4	Cambio de filtro de aire		14/04/2021	19/04/2021	5	2	2,25	0,25
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		14/04/2021	14/04/2021	0	2	2,07	0,07
	PM_1	Cambio de aceite de motor		21/04/2021	25/04/2021	4	0,5	0,98	0,48
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		21/04/2021	26/04/2021	5	1	1,64	0,64
	PM_3	Cambio de filtro combustible	24/04/2021	1/05/2021	7	2	2,33	0,33	
	PM_4	Cambio de filtro de aire	24/04/2021	24/04/2021	0	2	2,6	0,6	
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible	24/04/2021	30/04/2021	6	2	2,83	0,83	
	PM_1	Cambio de aceite de motor	EQ-2	6/04/2021	11/04/2021	5	0,5	0,8	0,3
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		6/04/2021	11/04/2021	5	1	1,87	0,87
	PM_3	Cambio de filtro combustible		9/04/2021	9/04/2021	0	2	2,97	0,97
	PM_4	Cambio de filtro de aire		9/04/2021	9/04/2021	0	2	2,22	0,22
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		9/04/2021	16/04/2021	7	2	2,59	0,59
	PM_1	Cambio de aceite de motor		16/04/2021	21/04/2021	5	0,5	1,04	0,54
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		16/04/2021	22/04/2021	6	1	1,45	0,45
	PM_3	Cambio de filtro combustible		19/04/2021	19/04/2021	0	2	2,78	0,78
	PM_4	Cambio de filtro de aire		19/04/2021	25/04/2021	6	2	2,46	0,46
PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible	19/04/2021		24/04/2021	5	2	2,6	0,6	
PM_1	Cambio de aceite de motor	26/04/2021		26/04/2021	0	0,5	0,51	0,01	
PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor	26/04/2021		3/05/2021	7	1	1,66	0,66	

	PM_3	Cambio de filtro combustible		29/04/2021	6/05/2021	7	2	2,89	0,89
	PM_4	Cambio de filtro de aire		29/04/2021	6/05/2021	7	2	2,01	0,01
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		29/04/2021	3/05/2021	4	2	2,46	0,46
	PM_1	Cambio de aceite de motor	EQ-3	11/04/2021	17/04/2021	6	0,5	0,75	0,25
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		11/04/2021	17/04/2021	6	1	1,89	0,89
	PM_3	Cambio de filtro combustible		14/04/2021	20/04/2021	6	2	2,85	0,85
	PM_4	Cambio de filtro de aire		14/04/2021	14/04/2021	0	2	2,72	0,72
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		14/04/2021	21/04/2021	7	2	2,22	0,22
	PM_1	Cambio de aceite de motor		21/04/2021	28/04/2021	7	0,5	1,16	0,66
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		21/04/2021	21/04/2021	0	1	1,76	0,76
	PM_3	Cambio de filtro combustible		24/04/2021	30/04/2021	6	2	2,3	0,3
	PM_4	Cambio de filtro de aire		24/04/2021	29/04/2021	5	2	2,37	0,37
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		24/04/2021	24/04/2021	0	2	2,03	0,03
	PM_1	Cambio de aceite de motor		1/05/2021	8/05/2021	7	0,5	0,62	0,12
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		1/05/2021	6/05/2021	5	1	1,37	0,37
	PM_3	Cambio de filtro combustible		4/05/2021	4/05/2021	0	2	2,87	0,87
	PM_4	Cambio de filtro de aire		4/05/2021	8/05/2021	4	2	2,81	0,81
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		4/05/2021	11/05/2021	7	2	2,71	0,71
Mayo	PM_1	Cambio de aceite de motor		EQ-1	8/05/2021	13/05/2021	5	2	3,1
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor	8/05/2021		8/05/2021	0	2	3,36	1,36
	PM_3	Cambio de filtro combustible	9/05/2021		11/05/2021	2	3	5,34	2,34
	PM_4	Cambio de filtro de aire	9/05/2021		12/05/2021	3	3	4,5	1,5
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible	10/05/2021		12/05/2021	2	1	1,12	0,12
	PM_1	Cambio de aceite de motor	11/05/2021		12/05/2021	1	1	1,34	0,34
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor	13/05/2021		16/05/2021	3	2	3,16	1,16
	PM_3	Cambio de filtro combustible	16/05/2021		16/05/2021	0	3	3,87	0,87
	PM_4	Cambio de filtro de aire	18/05/2021		22/05/2021	4	3	4,29	1,29
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible	20/05/2021		21/05/2021	1	2	3,12	1,12
	PM_1	Cambio de aceite de motor	21/05/2021		25/05/2021	4	1	1,65	0,65
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor	21/05/2021		26/05/2021	5	2	3,14	1,14
	PM_3	Cambio de filtro combustible	25/05/2021		28/05/2021	3	1	1,32	0,32
	PM_4	Cambio de filtro de aire	27/05/2021		1/06/2021	5	2	3,44	1,44
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible	31/05/2021		3/06/2021	3	3	4,62	1,62
		PM_1	Cambio de aceite de motor		EQ-2	5/05/2021	9/05/2021	4	3
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor	6/05/2021	12/05/2021		6	2	3,06	1,06
	PM_3	Cambio de filtro combustible	6/05/2021	7/05/2021		1	1	1,22	0,22
	PM_4	Cambio de filtro de aire	11/05/2021	14/05/2021		3	3	3,42	0,42

PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		14/05/2021	16/05/2021	2	2	3,54	1,54
PM_1	Cambio de aceite de motor		15/05/2021	19/05/2021	4	3	5,31	2,31
PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		18/05/2021	23/05/2021	5	3	3,99	0,99
PM_3	Cambio de filtro combustible		19/05/2021	22/05/2021	3	3	4,38	1,38
PM_4	Cambio de filtro de aire		21/05/2021	21/05/2021	0	2	2,86	0,86
PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		24/05/2021	30/05/2021	6	1	1,49	0,49
PM_1	Cambio de aceite de motor		25/05/2021	29/05/2021	4	1	1,47	0,47
PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		25/05/2021	26/05/2021	1	1	1,52	0,52
PM_3	Cambio de filtro combustible		28/05/2021	28/05/2021	0	2	2,4	0,4
PM_4	Cambio de filtro de aire		29/05/2021	4/06/2021	6	2	2,44	0,44
PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		29/05/2021	2/06/2021	4	3	4,23	1,23
PM_1	Cambio de aceite de motor	EQ-3	6/05/2021	12/05/2021	6	2	3,48	1,48
PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		7/05/2021	12/05/2021	5	1	1,52	0,52
PM_3	Cambio de filtro combustible		10/05/2021	11/05/2021	1	1	1,37	0,37
PM_4	Cambio de filtro de aire		13/05/2021	19/05/2021	6	2	2,88	0,88
PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		14/05/2021	20/05/2021	6	2	2,64	0,64
PM_1	Cambio de aceite de motor		16/05/2021	16/05/2021	0	3	5,01	2,01
PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		17/05/2021	20/05/2021	3	3	4,38	1,38
PM_3	Cambio de filtro combustible		18/05/2021	18/05/2021	0	3	4,32	1,32
PM_4	Cambio de filtro de aire		20/05/2021	24/05/2021	4	1	1,36	0,36
PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		20/05/2021	22/05/2021	2	1	1,21	0,21
PM_1	Cambio de aceite de motor		22/05/2021	27/05/2021	5	1	1,28	0,28
PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		24/05/2021	24/05/2021	0	3	3,69	0,69
PM_3	Cambio de filtro combustible		30/05/2021	2/06/2021	3	3	3,9	0,9
PM_4	Cambio de filtro de aire		31/05/2021	1/06/2021	1	2	2,8	0,8
PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		31/05/2021	6/06/2021	6	3	4,05	1,05

Anexo 7: Carta de autorizacion para uso de informacion de la empresa

Chimbote, 09 de Julio de 2021


Quien suscribe:

Representante Legal – Empresa Ferreyros S.A.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado: GESTION DEL MANTENIMIENTO DE LAS MANIPULADORAS DE LA EMPRESA FERREYROS S.A., PARA DISMINUIR LOS COSTOS – CHIMBOTE 2021.

Por el presente, el que suscribe, señorita, NINA NORIEGA ALFARO representante legal de la Empresa: Ferreyros S.A., AUTORIZO al alumno: Manuel Jesús de la Cruz Moreno, identificado con DNI N°46610886, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial y autor del trabajo de investigación denominado: GESTION DEL MANTENIMIENTO DE LAS MANIPULADORAS DE LA EMPRESA FERREYROS S.A., PARA DISMINUIR LOS COSTOS – CHIMBOTE 2021., cabe mencionar que el uso de dicha información es exclusivamente académico para la elaboración de la tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

ATENTAMENTE:


Ferreyros S.A.
NINA NORIEGA ALFARO

NINA NORIEGA ALFARO
DNI N° 44465078
ADMINISTRADOR DE SUCURSAL

Anexo 8: costos de mantenimiento planificados

Mes	Mantenimiento	Manipuladora	Sistema	Horas ejecutadas	Número de trabajadores	Costos			Total	
						Mano de obra	Repuestos	Servicios		
Marzo	PM_1	EQ-1	Cambio de aceite de motor	1,44	3	864	30,0	100,8	994,8	
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,76	2	704	22,4	123,2	849,6	
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,72	3	1632	124,0	190,4	1946,4	
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,19	2	1314	127,9	153,3	1595,2	
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,18	2	872	88,0	152,6	1112,6	
	PM_1		Cambio de aceite de motor	1,45	2	870	30,0	101,5	1001,5	
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,63	2	652	22,4	114,1	788,5	
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,24	3	896	124,0	156,8	1176,8	
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,27	3	908	127,9	158,9	1194,8	
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,76	3	1104	88,0	193,2	1385,2	
	PM_1		Cambio de aceite de motor	0,75	3	450	30,0	52,5	532,5	
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,12	3	672	22,4	78,4	772,8	
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,18	3	872	124,0	152,6	1148,6	
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,89	3	1156	127,9	202,3	1486,2	
	PM_5		Cambio de filtro separado de Combustible	2,76	3	1104	88,0	193,2	1385,2	
	PM_1	EQ-2	Cambio de aceite de motor	1,33	2	532	30,0	93,1	655,1	
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,92	2	768	22,4	134,4	924,8	
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,21	3	884	124,0	154,7	1162,7	
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,2	2	880	127,9	154	1161,9	
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,14	2	856	88,0	149,8	1093,8	
	PM_1		Cambio de aceite de motor	0,83	3	498	30,0	58,1	586,1	
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,86	3	1116	22,4	130,2	1268,6	
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,14	3	1284	124,0	149,8	1557,8	
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,64	2	1584	127,9	184,8	1896,7	
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,99	2	1794	88,0	209,3	2091,3	
	PM_1		Cambio de aceite de motor	1,05	2	420	30,0	73,5	523,5	
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,76	3	1056	22,4	123,2	1201,6	
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,32	3	928	124,0	162,4	1214,4	
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,49	2	996	127,9	174,3	1298,2	
	PM_5		Cambio de filtro separado de Combustible	2,19	3	876	88,0	153,3	1117,3	
	PM_1		EQ-3	Cambio de aceite de motor	1,35	3	810	30,0	94,5	934,5
	PM_2			Cambio de filtro de aceite de motor	2	2	1200	22,4	140	1362,4
PM_3	Cambio de filtro combustible	2,89		2	1734	124,0	202,3	2060,3		
PM_4	Cambio de filtro de aire	2,59		2	1036	127,9	181,3	1345,2		

	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,61	3	1566	88,0	182,7	1836,7
	PM_1		Cambio de aceite de motor	1,03	3	412	30,0	72,1	514,1
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,68	2	672	22,4	117,6	812,0
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,03	3	1218	124,0	142,1	1484,1
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,5	2	1500	127,9	175	1802,9
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,69	2	1076	88,0	188,3	1352,3
	PM_1		Cambio de aceite de motor	0,87	2	348	30,0	60,9	438,9
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,84	3	1104	22,4	128,8	1255,2
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,71	2	1084	124,0	189,7	1397,7
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,37	3	948	127,9	165,9	1241,8
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,7	3	1620	88,0	189	1897,0
Abril	PM_1	EQ-1	Cambio de aceite de motor	0,59	3	354	30,0	41,3	425,3
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,63	2	652	22,4	114,1	788,5
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,96	2	1776	124,0	207,2	2107,2
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,4	3	1440	127,9	168	1735,9
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,7	2	1080	88,0	189	1357,0
	PM_1		Cambio de aceite de motor	1,02	2	612	30,0	71,4	713,4
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,21	2	484	22,4	84,7	591,1
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,2	2	880	124,0	154	1158,0
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,25	2	900	127,9	157,5	1185,4
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,07	2	1242	88,0	144,9	1474,9
	PM_1		Cambio de aceite de motor	0,98	3	588	30,0	68,6	686,6
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor	1,64	3	656	22,4	114,8	793,2	
	PM_3	Cambio de filtro combustible	2,33	2	1398	124,0	163,1	1685,1	
	PM_4	Cambio de filtro de aire	2,6	2	1560	127,9	182	1869,9	
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible	2,83	2	1132	88,0	198,1	1418,1	
	PM_1	EQ-2	Cambio de aceite de motor	0,8	3	320	30,0	56	406,0
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,87	3	748	22,4	130,9	901,3
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,97	3	1188	124,0	207,9	1519,9
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,22	2	1332	127,9	155,4	1615,3
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,59	3	1036	88,0	181,3	1305,3
	PM_1		Cambio de aceite de motor	1,04	3	624	30,0	72,8	726,8
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,45	2	870	22,4	101,5	993,9
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,78	3	1112	124,0	194,6	1430,6
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,46	3	1476	127,9	172,2	1776,1
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,6	3	1560	88,0	182	1830,0
	PM_1		Cambio de aceite de motor	0,51	3	204	30,0	35,7	269,7

	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,66	2	664	22,4	116,2	802,6	
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,89	3	1734	124,0	202,3	2060,3	
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,01	3	804	127,9	140,7	1072,6	
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,46	2	984	88,0	172,2	1244,2	
	PM_1	EQ-3	Cambio de aceite de motor	0,75	2	450	30,0	52,5	532,5	
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,89	3	756	22,4	132,3	910,7	
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,85	2	1710	124,0	199,5	2033,5	
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,72	3	1632	127,9	190,4	1950,3	
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,22	2	1332	88,0	155,4	1575,4	
	PM_1		Cambio de aceite de motor	1,16	3	696	30,0	81,2	807,2	
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,76	2	1056	22,4	123,2	1201,6	
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,3	2	1380	124,0	161	1665,0	
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,37	2	1422	127,9	165,9	1715,8	
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,03	2	1218	88,0	142,1	1448,1	
	PM_1		Cambio de aceite de motor	0,62	2	372	30,0	43,4	445,4	
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,37	2	822	22,4	95,9	940,3	
	PM_3		Cambio de filtro combustible	2,87	3	1148	124,0	200,9	1472,9	
	PM_4		Cambio de filtro de aire	2,81	2	1124	127,9	196,7	1448,6	
	PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,71	3	1084	88,0	189,7	1361,7	
Mayo	PM_1		EQ-1	Cambio de aceite de motor	3,1	2	1860	30,0	217	2107,0
	PM_2			Cambio de filtro de aceite de motor	3,36	3	1344	22,4	235,2	1601,6
	PM_3			Cambio de filtro combustible	5,34	3	3204	124,0	373,8	3701,8
	PM_4			Cambio de filtro de aire	4,5	2	2700	127,9	315	3142,9
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		1,12	3	672	88,0	78,4	838,4	
	PM_1	Cambio de aceite de motor		1,34	3	804	30,0	93,8	927,8	
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		3,16	2	1264	22,4	221,2	1507,6	
	PM_3	Cambio de filtro combustible		3,87	3	1548	124,0	270,9	1942,9	
	PM_4	Cambio de filtro de aire		4,29	2	1716	127,9	300,3	2144,2	
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		3,12	3	1872	88,0	218,4	2178,4	
	PM_1	Cambio de aceite de motor		1,65	3	660	30,0	115,5	805,5	
	PM_2	Cambio de filtro de aceite de motor		3,14	2	1256	22,4	219,8	1498,2	
	PM_3	Cambio de filtro combustible		1,32	3	792	124,0	92,4	1008,4	
	PM_4	Cambio de filtro de aire		3,44	3	2064	127,9	240,8	2432,7	
	PM_5	Cambio de filtro separador de Combustible		4,62	3	2772	88,0	323,4	3183,4	
	PM_1	EQ-2	Cambio de aceite de motor	4,23	3	2538	30,0	296,1	2864,1	
	PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	3,06	3	1836	22,4	214,2	2072,6	
	PM_3		Cambio de filtro combustible	1,22	2	732	124,0	85,4	941,4	

PM_4		Cambio de filtro de aire	3,42	2	1368	127,9	239,4	1735,3
PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	3,54	2	1416	88,0	247,8	1751,8
PM_1		Cambio de aceite de motor	5,31	2	3186	30,0	371,7	3587,7
PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	3,99	2	1596	22,4	279,3	1897,7
PM_3		Cambio de filtro combustible	4,38	3	1752	124,0	306,6	2182,6
PM_4		Cambio de filtro de aire	2,86	2	1716	127,9	200,2	2044,1
PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	1,49	3	596	88,0	104,3	788,3
PM_1		Cambio de aceite de motor	1,47	2	882	30,0	102,9	1014,9
PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,52	2	912	22,4	106,4	1040,8
PM_3		Cambio de filtro combustible	2,4	2	960	124,0	168	1252,0
PM_4		Cambio de filtro de aire	2,44	3	976	127,9	170,8	1274,7
PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	4,23	3	2538	88,0	296,1	2922,1
PM_1	EQ-3	Cambio de aceite de motor	3,48	3	2088	30,0	243,6	2361,6
PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	1,52	2	608	22,4	106,4	736,8
PM_3		Cambio de filtro combustible	1,37	3	822	124,0	95,9	1041,9
PM_4		Cambio de filtro de aire	2,88	3	1728	127,9	201,6	2057,5
PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	2,64	3	1056	88,0	184,8	1328,8
PM_1		Cambio de aceite de motor	5,01	2	3006	30,0	350,7	3386,7
PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	4,38	3	2628	22,4	306,6	2957,0
PM_3		Cambio de filtro combustible	4,32	3	2592	124,0	302,4	3018,4
PM_4		Cambio de filtro de aire	1,36	3	816	127,9	95,2	1039,1
PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	1,21	2	726	88,0	84,7	898,7
PM_1		Cambio de aceite de motor	1,28	2	512	30,0	89,6	631,6
PM_2		Cambio de filtro de aceite de motor	3,69	2	1476	22,4	258,3	1756,7
PM_3		Cambio de filtro combustible	3,9	2	1560	124,0	273	1957,0
PM_4		Cambio de filtro de aire	2,8	3	1120	127,9	196	1443,9
PM_5		Cambio de filtro separador de Combustible	4,05	2	2430	88,0	283,5	2801,5

Anexo 9: Registro mantenimientos correctivos

Registro de trabajo

Fecha de falla	Equipo	Horas de reparación	Número de trabajadores	Costo			Total	Observación
				Mano de obra	Repuestos	Servicios		
2/03/2021	Manipuladora 1	2	2	800	229	300	1329	
2/03/2021	Manipuladora 1	3	2	1200	109	450	1759	
9/03/2021	Manipuladora 2	3	1	600	61	450	1111	
10/03/2021	Manipuladora 2	2	2	800	159	300	1259	
11/03/2021	Manipuladora 2	1	1	200	120	150	470	
16/03/2021	Manipuladora 3	3	2	1200	42	450	1692	
18/03/2021	Manipuladora 2	2	2	800	212	300	1312	
19/03/2021	Manipuladora 1	1	2	400	135	150	685	
19/03/2021	Manipuladora 2	2	2	800	119	300	1219	
24/03/2021	Manipuladora 2	1	1	200	234	150	584	
25/03/2021	Manipuladora 1	3	1	600	226	450	1276	
26/03/2021	Manipuladora 3	3	2	1200	201	450	1851	
26/03/2021	Manipuladora 3	1	1	200	131	150	481	
1/04/2021	Manipuladora 3	2	1	400	131	300	831	
2/04/2021	Manipuladora 2	2	2	800	90	300	1190	
5/04/2021	Manipuladora 1	1	2	400	110	150	660	
8/04/2021	Manipuladora 1	2	2	800	71	300	1171	
9/04/2021	Manipuladora 1	3	1	600	75	450	1125	
9/04/2021	Manipuladora 1	1	1	200	242	150	592	
12/04/2021	Manipuladora 1	3	2	1200	209	450	1859	
19/04/2021	Manipuladora 3	2	2	800	34	300	1134	
20/04/2021	Manipuladora 2	1	2	400	125	150	675	
21/04/2021	Manipuladora 3	2	2	800	146	300	1246	
22/04/2021	Manipuladora 1	1	1	200	66	150	416	
26/04/2021	Manipuladora 2	1	2	400	187	150	737	
28/04/2021	Manipuladora 3	3	2	1200	62	450	1712	
29/04/2021	Manipuladora 2	2	2	800	63	300	1163	
30/04/2021	Manipuladora 1	3	1	600	166	450	1216	
30/04/2021	Manipuladora 3	3	1	600	102	450	1152	
3/05/2021	Manipuladora 2	1	2	400	208	150	758	
4/05/2021	Manipuladora 2	1	2	400	155	150	705	
6/05/2021	Manipuladora 3	1	2	400	37	150	587	
10/05/2021	Manipuladora 3	2	2	800	32	300	1132	
11/05/2021	Manipuladora 1	1	2	400	124	150	674	
18/05/2021	Manipuladora 3	1	1	200	199	150	549	
20/05/2021	Manipuladora 1	1	1	200	106	150	456	
27/05/2021	Manipuladora 2	1	2	400	111	150	661	
27/05/2021	Manipuladora 3	1	2	400	70	150	620	

Anexo 10: Registro de horas de equipos

Registro de trabajo

Fecha de alquiler	Equipo	Horas de trabajo	Observacion
1/03/2021	Manipuladora 2	7	
2/03/2021	Manipuladora 3	9	
3/03/2021	Manipuladora 2	6	
3/03/2021	Manipuladora 3	6	
8/03/2021	Manipuladora 2	7	
8/03/2021	Manipuladora 3	8	
9/03/2021	Manipuladora 2	8	
10/03/2021	Manipuladora 3	4	
11/03/2021	Manipuladora 1	5	
12/03/2021	Manipuladora 1	6	
12/03/2021	Manipuladora 2	9	
15/03/2021	Manipuladora 2	4	
15/03/2021	Manipuladora 2	4	
16/03/2021	Manipuladora 3	8	
17/03/2021	Manipuladora 1	6	
17/03/2021	Manipuladora 2	4	
17/03/2021	Manipuladora 2	5	
17/03/2021	Manipuladora 3	7	
18/03/2021	Manipuladora 2	7	
18/03/2021	Manipuladora 3	4	
19/03/2021	Manipuladora 3	9	
25/03/2021	Manipuladora 1	9	
25/03/2021	Manipuladora 3	5	
26/03/2021	Manipuladora 3	10	
29/03/2021	Manipuladora 1	8	
29/03/2021	Manipuladora 1	6	
29/03/2021	Manipuladora 2	5	
29/03/2021	Manipuladora 3	9	
30/03/2021	Manipuladora 3	8	
1/04/2021	Manipuladora 2	7	
1/04/2021	Manipuladora 2	4	
1/04/2021	Manipuladora 3	7	
2/04/2021	Manipuladora 1	7	
2/04/2021	Manipuladora 3	8	
8/04/2021	Manipuladora 1	4	
9/04/2021	Manipuladora 1	6	
9/04/2021	Manipuladora 3	4	
13/04/2021	Manipuladora 3	8	
14/04/2021	Manipuladora 1	10	
14/04/2021	Manipuladora 1	10	
14/04/2021	Manipuladora 3	10	
14/04/2021	Manipuladora 3	5	
15/04/2021	Manipuladora 1	9	
15/04/2021	Manipuladora 3	6	
15/04/2021	Manipuladora 3	7	
15/04/2021	Manipuladora 3	7	
15/04/2021	Manipuladora 3	6	
16/04/2021	Manipuladora 2	9	

16/04/2021	Manipuladora 3	9	
19/04/2021	Manipuladora 1	4	
19/04/2021	Manipuladora 3	8	
20/04/2021	Manipuladora 1	8	
20/04/2021	Manipuladora 3	7	
20/04/2021	Manipuladora 3	9	
22/04/2021	Manipuladora 1	6	
22/04/2021	Manipuladora 2	8	
22/04/2021	Manipuladora 3	9	
23/04/2021	Manipuladora 3	5	
27/04/2021	Manipuladora 1	10	
28/04/2021	Manipuladora 1	6	
28/04/2021	Manipuladora 2	9	
29/04/2021	Manipuladora 1	8	
30/04/2021	Manipuladora 2	4	
3/05/2021	Manipuladora 1	9	
4/05/2021	Manipuladora 2	8	
4/05/2021	Manipuladora 3	10	
4/05/2021	Manipuladora 3	10	
5/05/2021	Manipuladora 1	10	
5/05/2021	Manipuladora 1	6	
5/05/2021	Manipuladora 3	6	
5/05/2021	Manipuladora 3	7	
6/05/2021	Manipuladora 1	5	
7/05/2021	Manipuladora 1	10	
7/05/2021	Manipuladora 2	7	
7/05/2021	Manipuladora 3	8	
7/05/2021	Manipuladora 3	5	
7/05/2021	Manipuladora 3	8	
10/05/2021	Manipuladora 2	8	
10/05/2021	Manipuladora 3	9	
11/05/2021	Manipuladora 2	10	
11/05/2021	Manipuladora 2	4	
13/05/2021	Manipuladora 3	9	
17/05/2021	Manipuladora 1	9	
17/05/2021	Manipuladora 3	8	
18/05/2021	Manipuladora 2	5	
19/05/2021	Manipuladora 1	4	
19/05/2021	Manipuladora 1	5	
20/05/2021	Manipuladora 2	6	
20/05/2021	Manipuladora 3	6	
21/05/2021	Manipuladora 2	4	
24/05/2021	Manipuladora 1	5	
24/05/2021	Manipuladora 2	6	
24/05/2021	Manipuladora 3	7	
25/05/2021	Manipuladora 3	5	
26/05/2021	Manipuladora 1	10	
27/05/2021	Manipuladora 1	6	
28/05/2021	Manipuladora 3	10	
28/05/2021	Manipuladora 3	8	

Anexo 11: Check list para las máquinas manipuladoras

CHECK LIST PARA LAS MÁQUINAS MANIPULADORAS

Supervisor: _____

Fecha: _____

ACTIVIDAD	ESTADO			OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE	
El sistema motor				
Lubricante de motor				
Lubricante de motor				
Filtro de combustible				
Filtro de aire				
Filtro separador de Combustible				
Inyectores				
El sistema hidráulico				
Bomba hidráulica				
Mangueras hidráulicas				
Cilindro hidráulico				
Válvula hidráulica				
Lubricante hidráulico				
Lubricante hidráulico				
El sistema de transmisión				
Lubricante de transmisión				
Lubricante de transmisión				
Funcionamiento de timón				
Condición y nivel de líquido de frenos				
Varillaje del eje de dirección				
Rodamientos de rueda del eje de dirección				
Nivel de desgaste de las cadenas elevadoras				
El sistema eléctrico				
Limpieza de la batería				
Limpieza de la circulina				
Alarma de retroceso				
Luces delanteras				
Luces posteriores				
Luces intermitentes				
El sistema de implementos				
Estructura del estabilizador				
Estructura de implemento				
Motor de giro				
Fugas de lubricantes de distribución				
Acoples				
Estado de bocinas				

Anexo 12: Repuestos manipuladora M324 D

MANIPULADORA M324 D

MANTENIMIENTO 250 HRS (PMX) **PM1**

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	CODIGO	DESCRIPCION
1	1	UND.	252-5001	FILTRO DE AIRE PRIMARIO
2	2	UND.	360-8960	FILTRO DE COMBUSTIBLE
3	1	UND.	439-5037	FILTRO AGUA COMBUSTIBLE
4	1	UND.	462-1171	FILTRO DE ACEITE
5	1	UND.	3E9713	CAT DEO

MANTENIMIENTO 1000 HRS (PMX) **PM3**

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	CODIGO	DESCRIPCION
1	1	UND.	252-5001	FILTRO DE AIRE PRIMARIO
2	2	UND.	360-8960	FILTRO DE COMBUSTIBLE
3	1	UND.	439-5037	FILTRO AGUA COMBUSTIBLE
4	1	UND.	252-5002	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO
5	1	UND.	462-1171	FILTRO DE ACEITE
6	1	UND.	273-5711	FILTRO DE ELIMINACIÓN DE HUMOS
7	1	UND.	9R-3176	SELLO DE TAPON DE TRANSMISION
8	2	UND.	8T9582	ACEITE ENGRANAJES
9	1	UND.	3E9713	CAT DEO

MANTENIMIENTO 2000 HRS (PMX) **PM4**

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	CODIGO	DESCRIPCION
1	1	UND.	252-5001	FILTRO DE AIRE PRIMARIO
2	2	UND.	360-8960	FILTRO DE COMBUSTIBLE
3	1	UND.	439-5037	FILTRO AGUA COMBUSTIBLE
4	1	UND.	252-5002	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO
5	1	UND.	462-1171	FILTRO DE ACEITE
6	1	UND.	245-7823	FITRO DE AIRE ACONDICIONADO
7	1	UND.	273-5711	FILTRO DE ELIMINACIÓN DE HUMOS
8	2	UND.	9R-3176	SELLO DE TAPON DE TRANSMISION
9	4	UND.	203-0215	SELLO DE TAPON DE DIFERENCIAL
10	1	UND.	085-7539	SELLO DE FILTRO HYD
11	1	UND.	4J-0526	SELLO DE FILTRO ACEITE
12	2	UND.	361-7480	FILTRO ELEMENTO HIDRUALICO SISTEMA PILOTO Y SWING
13	1	UND.	145-6735	SELLO FILTRO H Y D
14	1	UND.	8U-0724	SELLO FILTRO H Y D
15	1	UND.	8U-0723	FILTRO HYD RETORNO
16	1	UND.	095-1608	SELLO HYD
17	1	UND.	194-7849	CAP
18	1	UND.	293-1184	FILTRO AIRE DE CABINA
19	1	UND.	361-7478	ELEMENTO FILTRO HIDRAULICO RETORNO
20	1	UND.	527-1641	SELLO TAPA VALVULAS
21	1	UND.	117-1495	SELLO FILTRO SWING

Anexo 13: Resultados de la lista de cotejo

Actividades	Cumplimiento		
	Si	No	Observación
1. El área para llevar a cabo el servicio de mantenimiento, es espacioso.	X		
2. El trabajador de mantenimiento, cumple con los protocolos de seguridad		X	
3. El trabajador dispone y utiliza sus elementos de protección personal.		X	
4. ¿El trabajador de mantenimiento, delimita su área de trabajo?	X		
5. El trabajador de mantenimiento, cuenta con todos los equipos para realizar su trabajo		X	
6. Los equipos para el trabajo de mantenimiento están en buen estado.		X	
7. El trabajador de mantenimiento, deja limpio y ordenado el área que utilizó para llevar a cabo la tarea de mantenimiento.		X	

Documento	Existe		Se Actualiza		Observación
	Si	No	Si	No	
1. Catálogo de la máquina manipuladora	X		X		
2. Manual de operación de la máquina manipuladora	X			X	
3. Órdenes de Trabajo	X		X		
4. Solicitudes de Mantenimiento	X			X	
5. Programa de Mantenimiento	X			X	
6. Ficha de Mantenimiento	X		X		
7. Manual de Procedimientos de Mantenimiento	X			X	
8. Registro de fallas	X		X		
9. Requerimientos de Compras	X			X	
10. Informes de mantenimiento	X			X	

Anexo 14: Resultados del cuestionario de operador de máquina manipuladora

PREGUNTAS	OPERADOR 1		OPERADOR 2		OPERADOR 3	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
¿La manipuladora que opera, se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento?		x	x			x
¿Considera usted que el servicio de mantenimiento es oportuno?		x		x	x	
¿Usted deja de operar la máquina de forma inmediata en la fecha programada para su mantenimiento?	x			x		x
Cuando la manipuladora presenta fallas y usted solicita su atención, ¿Es atendido de forma inmediata?		x	x			x
De acuerdo a su apreciación, ¿considera que el servicio de mantenimiento se realiza de manera eficiente?		x		x		x
El personal que realiza el servicio de mantenimiento, ¿Está debidamente entrenado o capacitado?		x		x		x
El personal que realiza el servicio de mantenimiento ¿cumple con algún protocolo del servicio que ofrece?	x		x			x
El personal que realiza el servicio de mantenimiento, ¿Utiliza los EPP's correspondientes?	x		x		x	
¿El servicio que se le brinda es un servicio de calidad?		x		x	x	

Anexo 15: Resultados del cuestionario para el supervisor de máquina manipuladora

PREGUNTAS	SUPERVISOR 1		SUPERVISOR 2	
	SI	NO	SI	NO
¿Considera que la manipuladora que opera, se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento?		X		X
¿Considera usted que el servicio de mantenimiento es oportuno?		X		X
¿Cuándo el equipo tiene programado su mantenimiento, el operador de la máquina deja de operar de forma inmediata para que se cumpla el servicio de mantenimiento?		X		X
Cuando la manipuladora presenta fallas y solicitan su atención, ¿Acuden de forma inmediata?	X			X
¿Considera que el servicio de mantenimiento se realiza de manera eficiente?		X		X
El personal que realiza el servicio de mantenimiento, ¿Está debidamente entrenado o capacitado?		X		X
El personal que realiza el servicio de mantenimiento ¿cumple con algún protocolo del servicio que ofrece?	X		X	
El personal que realiza el servicio de mantenimiento, ¿Utiliza los EPP's correspondientes?	X		X	
¿El servicio que se le brinda es un servicio de calidad?		X		X

Anexo 16: Registro de mantenimiento preventivo luego de la implantacion de mejora

Mes	Mantenimiento	Sistema	Manipuladora	Fecha	Fecha	Demora	Horas Planificadas	Horas ejecutadas	Número de trabajadores	Costos			Total
				Planificada	Ejecutada					Mano de obra	Repuestos	Servicios	
Julio	MP_21	Evaluar/cambiar bomba hidráulica	EQ-1	1/07/2021	1/07/2021	0	2	1,8	1	360,0	229	90	679,0
	MP_22	Evaluar/cambiar mangueras hidráulicas		1/07/2021	1/07/2021	0	2	2,0	1	408,0	54	102	564,0
	MP_23	Evaluar/cambiar cilindro hidráulico		1/07/2021	1/07/2021	0	0,5	0,5	2	200,0	79	25	304,0
	MP_24	Evaluar/cambiar válvula hidráulica		1/07/2021	1/07/2021	0	0,5	0,5	2	200,0	179	25	404,0
	MP_25	Cambiar lubricante hidráulico		1/07/2021	1/07/2021	0	1	1,0	1	194,0	192	48,5	434,5
	MP_26	Cambiar filtro de lubricante hidráulico		1/07/2021	1/07/2021	0	1,5	1,4	1	270,0	166	67,5	503,5
	MP_51	Verificar estructura del estabilizador		1/07/2021	1/07/2021	0	0,5	0,5	1	105,0	105	26,25	236,3
	MP_52	Verificar estructura de implemento		1/07/2021	1/07/2021	0	1	1,1	1	214,0	41	53,5	308,5
	MP_53	Evaluar/cambiar motor de giro		1/07/2021	1/07/2021	0	2	2,0	2	792,0	107	99	998,0
	MP_54	Revisar fugas de lubricantes de distribución		1/07/2021	1/07/2021	0	2	2,0	2	808,0	226	101	1135,0
	MP_55	Inspeccionar acoples		1/07/2021	1/07/2021	0	2	2,0	1	392,0	222	98	712,0
	MP_56	Verificar estado de bocinas		1/07/2021	1/07/2021	0	1	1,1	1	210,0	213	52,5	475,5
	MP_31	Cambiar filtro de lubricante de transmisión		8/07/2021	8/07/2021	0	1,5	1,7	2	660,0	150	82,5	892,5
	MP_11	Cambiar lubricante de motor		9/07/2021	9/07/2021	0	0,5	0,5	1	106,0	156	26,5	288,5
	MP_12	Cambiar filtro de lubricante de motor		9/07/2021	9/07/2021	0	1	0,9	2	372,0	70	46,5	488,5
	MP_13	Cambiar filtro de combustible		9/07/2021	9/07/2021	0	2	2,1	2	840,0	244	105	1189,0
	MP_14	Cambiar filtro de aire	9/07/2021	9/07/2021	0	2	2,1	1	424,0	88	106	618,0	
	MP_15	Cambiar filtro separador de Combustible	9/07/2021	9/07/2021	0	2	1,8	1	364,0	224	91	679,0	
	MP_32	Cambiar lubricante de transmisión	14/07/2021	14/07/2021	0	1	1,1	2	424,0	214	53	691,0	
	MP_33	Revisar funcionamiento de timón	23/07/2021	23/07/2021	0	1	0,9	1	188,0	84	47	319,0	
	MP_34	Revisar condición y nivel de líquido de frenos	28/07/2021	28/07/2021	0	3	3,1	2	1224,0	129	153	1506,0	
	MP_11	Cambiar lubricante de motor	15/07/2021	15/07/2021	0	0,5	0,5	1	103,0	160	25,75	288,8	
	MP_12	Cambiar filtro de lubricante de motor	15/07/2021	15/07/2021	0	1	1,0	2	392,0	146	49	587,0	
	MP_13	Cambiar filtro de combustible	15/07/2021	15/07/2021	0	2	2,1	2	832,0	185	104	1121,0	
	MP_14	Cambiar filtro de aire	15/07/2021	15/07/2021	0	2	2,0	2	800,0	116	100	1016,0	
	MP_15	Cambiar filtro separador de Combustible	15/07/2021	15/07/2021	0	2	2,2	2	872,0	55	109	1036,0	
MP_21	Evaluar/cambiar bomba hidráulica	16/07/2021	16/07/2021	0	2	1,9	1	376,0	93	94	563,0		
MP_22	Evaluar/cambiar mangueras hidráulicas	16/07/2021	16/07/2021	0	2	2,2	1	436,0	121	109	666,0		
MP_23	Evaluar/cambiar cilindro hidráulico	29/07/2021	29/07/2021	0	0,5	0,5	2	212,0	184	26,5	422,5		
MP_24	Evaluar/cambiar válvula hidráulica	29/07/2021	30/07/2021	1	0,5	0,5	2	202,0	147	25,25	374,3		
MP_11	Cambiar lubricante de motor	21/07/2021	21/07/2021	0	0,5	0,5	1	105,0	165	26,25	296,3		
MP_12	Cambiar filtro de lubricante de motor	21/07/2021	21/07/2021	0	1	1,1	1	218,0	155	54,5	427,5		
MP_13	Cambiar filtro de combustible	21/07/2021	21/07/2021	0	2	2,0	2	784,0	206	98	1088,0		

	MP_14	Cambiar filtro de aire		21/07/2021	21/07/2021	0	2	1,9	1	384,0	96	96	576,0
	MP_15	Cambiar filtro separador de Combustible		21/07/2021	21/07/2021	0	2	1,9	2	776,0	88	97	961,0
Agosto	MP_35	Lubricar varillaje del eje de dirección	EQ-1	2/08/2021	2/08/2021	0	0,5	0,5	1	93,0	112	23,25	228,3
	MP_36	Revisar/lubricar los rodamientos de rueda del eje de dirección		9/08/2021	9/08/2021	0	2	1,9	1	384,0	235	96	715,0
	MP_11	Cambiar lubricante de motor		10/08/2021	10/08/2021	0	0,5	0,5	2	182,0	141	22,75	345,8
	MP_12	Cambiar filtro de lubricante de motor		10/08/2021	10/08/2021	0	1	0,9	1	184,0	54	46	284,0
	MP_13	Cambiar filtro de combustible		10/08/2021	10/08/2021	0	2	2,1	2	824,0	53	103	980,0
	MP_14	Cambiar filtro de aire		10/08/2021	10/08/2021	0	2	1,8	1	364,0	247	91	702,0
	MP_15	Cambiar filtro separador de Combustible		10/08/2021	10/08/2021	0	2	2,1	1	428,0	48	107	583,0
	MP_37	Revisar ajuste y nivel de desgaste de las cadenas elevadoras		16/08/2021	16/08/2021	0	1	1,0	1	204,0	103	51	358,0
	MP_41	Inspeccionar y limpiar batería		23/08/2021	23/08/2021	0	2	2,0	2	808,0	47	101	956,0
	MP_31	Cambiar filtro de lubricante de transmisión	EQ-2	6/08/2021	6/08/2021	0	1,5	1,5	2	600,0	45	75	720,0
	MP_25	Cambiar lubricante hidráulico		6/08/2021	6/08/2021	0	1	1,0	1	206,0	99	51,5	356,5
	MP_32	Cambiar lubricante de transmisión		13/08/2021	13/08/2021	0	1	1,1	2	436,0	134	54,5	624,5
	MP_26	Cambiar filtro de lubricante hidráulico		13/08/2021	13/08/2021	0	1,5	1,5	2	594,0	169	74,25	837,3
	MP_11	Cambiar lubricante de motor		16/08/2021	16/08/2021	0	0,5	0,5	1	109,0	229	27,25	365,3
	MP_12	Cambiar filtro de lubricante de motor		16/08/2021	16/08/2021	0	1	1,0	2	400,0	42	50	492,0
	MP_13	Cambiar filtro de combustible		16/08/2021	16/08/2021	0	2	2,0	1	404,0	143	101	648,0
	MP_14	Cambiar filtro de aire		16/08/2021	16/08/2021	0	2	2,1	1	416,0	179	104	699,0
	MP_15	Cambiar filtro separador de Combustible		16/08/2021	16/08/2021	0	2	2,2	1	440,0	195	110	745,0
	MP_33	Revisar funcionamiento de timón		19/08/2021	19/08/2021	0	1	0,9	2	376,0	87	47	510,0
	MP_51	Verificar estructura del estabilizador	19/08/2021	19/08/2021	0	0,5	0,5	1	101,0	183	25,25	309,3	
	MP_34	Revisar condición y nivel de líquido de frenos	27/08/2021	27/08/2021	0	3	2,9	2	1152,0	47	144	1343,0	
	MP_52	Verificar estructura de implemento	27/08/2021	27/08/2021	0	1	1,1	2	436,0	169	54,5	659,5	
	Septiembre	MP_11	Cambiar lubricante de motor	EQ-3	20/08/2021	20/08/2021	0	0,5	0,5	2	190,0	248	23,75
MP_12		Cambiar filtro de lubricante de motor	20/08/2021		20/08/2021	0	1	1,1	1	218,0	241	54,5	513,5
MP_13		Cambiar filtro de combustible	20/08/2021		20/08/2021	0	2	1,8	2	720,0	178	90	988,0
MP_14		Cambiar filtro de aire	20/08/2021		20/08/2021	0	2	2,0	2	792,0	156	99	1047,0
MP_15		Cambiar filtro separador de Combustible	20/08/2021		20/08/2021	0	2	2,2	2	864,0	75	108	1047,0
MP_42		Inspeccionar y limpiar circulina	1/09/2021		1/09/2021	0	1	1,1	1	212,0	185	53	450,0
MP_43	Inspeccionar alarma de retroceso	8/09/2021	8/09/2021	0	2	2,2	1	432,0	140	108	680,0		
Septiembre	MP_11	Cambiar lubricante de motor	EQ-1	9/09/2021	9/09/2021	0	0,5	0,5	1	104,0	145	26	275,0
	MP_12	Cambiar filtro de lubricante de motor		9/09/2021	9/09/2021	0	1	1,0	1	198,0	78	49,5	325,5
	MP_13	Cambiar filtro de combustible		9/09/2021	9/09/2021	0	2	1,9	2	744,0	192	93	1029,0
	MP_14	Cambiar filtro de aire		9/09/2021	9/09/2021	0	2	2,1	2	848,0	50	106	1004,0
	MP_15	Cambiar filtro separador de Combustible		9/09/2021	9/09/2021	0	2	2,2	1	436,0	63	109	608,0

MP_44	Verificar luces delanteras		16/09/2021	16/09/2021	0	0,5	0,5	1	108,0	49	27	184,0
MP_45	Verificar luces posteriores		22/09/2021	22/09/2021	0	0,5	0,5	1	105,0	202	26,25	333,3
MP_53	Evaluar/cambiar motor de giro		3/09/2021	3/09/2021	0	2	1,9	2	744,0	240	93	1077,0
MP_35	Lubricar varillaje del eje de dirección		3/09/2021	3/09/2021	0	0,5	0,5	2	214,0	87	26,75	327,8
MP_54	Revisar fugas de lubricantes de distribución		10/09/2021	10/09/2021	0	2	2,1	1	420,0	184	105	709,0
MP_36	Revisar/lubricar los rodamientos de rueda del eje de dirección		10/09/2021	10/09/2021	0	2	1,9	1	372,0	80	93	545,0
MP_11	Cambiar lubricante de motor		15/09/2021	15/09/2021	0	0,5	0,5	1	91,0	225	22,75	338,8
MP_12	Cambiar filtro de lubricante de motor		15/09/2021	15/09/2021	0	1	1,0	2	416,0	73	52	541,0
MP_13	Cambiar filtro de combustible		15/09/2021	15/09/2021	0	2	1,8	1	360,0	85	90	535,0
MP_14	Cambiar filtro de aire		15/09/2021	15/09/2021	0	2	1,8	2	728,0	203	91	1022,0
MP_15	Cambiar filtro separador de Combustible		15/09/2021	15/09/2021	0	2	1,9	1	372,0	100	93	565,0
MP_55	Inspeccionar acoples		17/09/2021	17/09/2021	0	2	1,8	2	736,0	186	92	1014,0
MP_37	Revisar ajuste y nivel de desgaste de las cadenas elevadoras		17/09/2021	17/09/2021	0	1	1,0	2	400,0	186	50	636,0
MP_56	Verificar estado de bocinas		24/09/2021	24/09/2021	0	1	0,9	1	188,0	110	47	345,0
MP_41	Inspeccionar y limpiar batería		24/09/2021	24/09/2021	0	2	1,8	2	728,0	139	91	958,0
MP_31	Cambiar filtro de lubricante de transmisión		6/09/2021	6/09/2021	0	1,5	1,4	1	282,0	115	70,5	467,5
MP_32	Cambiar lubricante de transmisión		13/09/2021	13/09/2021	0	1	1,0	2	408,0	228	51	687,0
MP_33	Revisar funcionamiento de timón		20/09/2021	20/09/2021	0	1	1,0	1	198,0	71	49,5	318,5
MP_11	Cambiar lubricante de motor		21/09/2021	21/09/2021	0	0,5	0,5	2	188,0	152	23,5	363,5
MP_12	Cambiar filtro de lubricante de motor		21/09/2021	21/09/2021	0	1	1,0	2	388,0	157	48,5	593,5
MP_13	Cambiar filtro de combustible		21/09/2021	21/09/2021	0	2	2,0	1	408,0	133	102	643,0
MP_14	Cambiar filtro de aire		21/09/2021	21/09/2021	0	2	2,0	1	396,0	223	99	718,0
MP_15	Cambiar filtro separador de Combustible		21/09/2021	21/09/2021	0	2	1,8	2	720,0	113	90	923,0
MP_34	Revisar condición y nivel de líquido de frenos		27/09/2021	28/09/2021	1	3	2,8	2	1104,0	82	138	1324,0

Anexo 17: Registro de fallas luego de la aplicación de la mejora

Registro de trabajo

Fecha de falla	Equipo	Horas de reparacion	Numero de trabajadores	Costo			Total	Observacion
				Mano de obra	Repuestos	Servicios		
6/07/2021	Manipuladora 2	2	2	800	114	300	1214	
12/07/2021	Manipuladora 3	1	1	200	112	150	462	
15/07/2021	Manipuladora 1	1	2	400	148	150	698	
21/07/2021	Manipuladora 2	1	1	200	79	150	429	
24/07/2021	Manipuladora 3	2	2	800	59	300	1159	
31/07/2021	Manipuladora 2	2	1	400	96	300	796	
3/08/2021	Manipuladora 3	1	1	200	52	150	402	
5/08/2021	Manipuladora 2	1	1	200	138	150	488	
9/08/2021	Manipuladora 1	2	1	400	118	300	818	
18/08/2021	Manipuladora 2	2	2	800	85	300	1185	
21/08/2021	Manipuladora 3	2	2	800	103	300	1203	
13/09/2021	Manipuladora 1	2	2	800	95	300	1195	
18/09/2021	Manipuladora 1	1	2	400	52	150	602	
21/09/2021	Manipuladora 2	1	2	400	102	150	652	
25/09/2021	Manipuladora 1	1	2	400	86	150	636	
27/09/2021	Manipuladora 2	1	2	400	57	150	607	