



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS

**Gestión de mantenimiento para el incremento de la
eficiencia en una empresa de alquiler de maquinaria
pesada, Chiclayo 2022**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) INDUSTRIAL**

Autores

Bach. Chu Roalcaba, Ariana Nicole

<https://orcid.org/0000-0001-5033-1842>

Bach. Huancas De La Cruz, Kevin Jose

<https://orcid.org/0000-0002-1230-949X>

Asesor

Dr. Alviz Meza Anibal

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1282-4130>

Línea de Investigación

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2023

**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL INCREMENTO DE LA EFICIENCIA EN
UNA EMPRESA DE ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA, CHICLAYO 2022**

Aprobación del Jurado

Dr. VASQUEZ CORONADO MANUEL HUMBERTO

Presidente del Jurado de Tesis

Mg. ENEQUE MORALES JEAN JOSE JUNIOR

Secretario del Jurado de Tesis

Mg. ALVITES ADAN TOÑO ELDRIN

Vocal del Jurado de Tesis

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la **DECLARACIÓN JURADA**, somos Bach. Chu Roalcaba Ariana Nicole y Bach. Huancas De La Cruz Kevin José del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL INCREMENTO DE LA EFICIENCIA EN UNA EMPRESA DE ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA, CHICLAYO 2022

El texto de nuestro trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informamos que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Bach. Chu Roalcaba Ariana Nicole	DNI: 76833638	
Bach. Huancas De La Cruz Kevin Jose	DNI: 47890205	

Pimentel, 15 de agosto de 2023.

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía en cada momento, cuidándome y dándome fortaleza para nunca darme por vencida, de permitirme aprender de mis errores, gracias a la fe que le tengo me ayuda a creer que no hay nada imposible y que día a día siga adelante con mis planes de superación. A mis padres Milagros y Juan, por que estuvieron a mi lado brindando su apoyo incondicional, demostrándome el amor infinito que me tienen, y a mi hermana Karen por ser un gran ejemplo para mí, por sus palabras y consejos para hacer de mí una mejor persona.

Ariana Nicole Chu Roalcaba

A Dios, por brindarme la fortaleza necesaria y guiar mis pasos en todo momento. A mis padres Percy y María, por su confianza, apoyo y orientación a lo largo de mi carrera universitaria. Gracias a ellos he logrado crecer como persona, profesional y han sido mi fuente de inspiración para llegar a este momento. A mis hermanos Ralph, Percy y Antony, por brindarme su confianza y apoyo en todo momento, y a todas las personas que me han brindado su apoyo, tiempo y han hecho posible la culminación de este proyecto de investigación.

Kevin José Huancas De La Cruz

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios, a mis padres por ser un ejemplo a seguir, antes las adversidades siempre estuvieron alentándome para seguir cumpliendo con uno de mis primeros objetivos que me propuse, a la Universidad por permitirme convertirme en ser una profesional en la carrera que tanto me apasiona, a los docentes y sobre todo a nuestros asesores Ph. D. Aníbal Alviz Mera & Carlos Contreras Yomona, por brindarnos su asesoría permanente para el desarrollo de esta investigación.

Ariana Nicole Chu Roalcaba

Agradecer en especial a mi padre Percy Huancas De La Cruz y a mi madre María E. De La Cruz Maco, por el apoyo, consejos y conocimientos que me han brindado en todo momento. A mi asesor Ph. D. Aníbal Alviz Mera y Carlos Contreras Yomona, por brindarnos su constante apoyo y enseñanzas en la realización de este proyecto de investigación.

Kevin José Huancas De La Cruz

Índice

Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Índice.....	vi
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	x
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema	24
1.3. Hipótesis	24
1.4. Objetivos	24
1.5. Teorías relacionadas al tema	25
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	30
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	30
2.2. Variables, operacionalización	31
2.3. Población de estudio, muestra y muestreo	34
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	34
2.5. Procedimientos de análisis de datos	36
2.6. Criterios éticos.....	36
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
3.1. Resultados	38
3.2. Discusión.....	102
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
4.1. Conclusiones.....	105
4.2. Recomendaciones.....	106
REFERENCIAS	107
ANEXOS.....	114

Índice de tablas

Tabla I. Operacionalización de variables.....	30
Tabla II. Máquinas de la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C. a octubre del 2022.....	39
Tabla III. Información de los servicios ofertados.....	41
Tabla IV. Análisis de la herramienta diagnóstico - Diagrama de Ishikawa.....	56
Tabla V. Registro mensual de fallas de las maquinas.....	57
Tabla VI. Registro mensual de tiempo de paradas.....	58
Tabla VII. Método ABC - Registro mensual de tiempo de paradas.....	59
Tabla VIII. Tiempo Operativo del periodo 2021.....	61
Tabla IX. Factores de criticidad.....	66
Tabla X. Análisis de la criticidad de los equipos.....	68
Tabla XI. Criticidad de los equipos.....	70
Tabla XII. Capacitación teórica.....	73
Tabla XIII. Capacitación practica.....	74
Tabla XIV. Plan de gestión de mantenimiento planificado - Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474.....	76
Tabla XV. Plan de gestión de mantenimiento planificado - Tractor de tipo oruga D8T- J8B02998.....	77
Tabla XVI. Plan de gestión de mantenimiento planificado – Retroexcavadora.....	78
Tabla XVII. Plan de gestión de mantenimiento planificado - Excavadora hidráulica 320DL-M4T01819.....	79
Tabla XVIII. Plan de gestión de mantenimiento planificado – Volquete.....	80
Tabla XIX. Plan de gestión de mantenimiento planificado - Compactadora METSO.....	81
Tabla XX. Plan de gestión de mantenimiento planificado – Motoniveladoras.....	82

Tabla XXI. Cronograma de mantenimiento.....	83
Tabla XXII. Tiempo Operativo del periodo 2022.....	88
Tabla XXIII. Calidad Actual.....	90
Tabla XXIV. Costos de inversión en capacitación para la implementación de Gestión de mantenimiento.....	92
Tabla XXV. Costo anual de materiales y repuestos para la gestión de mantenimiento preventivo en el área de mantenimiento.....	92
Tabla XXVI. Útiles de escritorio para la gestión de mantenimiento.....	94
Tabla XXVII. Costos totales de la implementación de la Gestión de Mantenimiento.....	94
Tabla XXVIII. Costo anual de materiales y repuestos para la gestión de mantenimiento Correctivo en el área de mantenimiento.....	95

Índice de figuras

Fig. 1. Organigrama de la empresa de alquiler de maquinaria pesada.....	38
Fig. 2. Disposición actual de los departamentos de la compañía.....	39
Fig. 3. Diagrama de Pareto.....	42
Fig. 4. Flujograma del proceso de servicio actual.....	45
Fig. 5. Plan de Gestión de mantenimiento.....	47
Fig. 6. Calendarización definida.....	48
Fig. 7. Control y supervisión.....	48
Fig. 8. Disponibilidad de maquinaria correcta.....	49
Fig. 9. Disponibilidad por mantenimiento.....	50
Fig. 10. Disponibilidad por averías.....	50
Fig. 11. Condiciones laborales.....	51
Fig. 12. Provisión de recursos.....	52
Fig. 13. Programas de capacitación.....	52
Fig. 14. Sobre carga laboral.....	53
Fig. 15. Desempeño laboral.....	54
Fig. 16. Diagrama de Ishikawa.....	55
Fig. 17. Diagrama de Pareto.....	60
Fig. 18. Matriz de criticidad con sus niveles.....	66
Fig. 19. Diagrama de criticidad.....	71
Fig. 20. Diagrama de Mantenimiento Autónomo.....	72

Resumen

El desarrollo de la presente investigación tuvo como objetivo la elaboración de un sistema de mantenimiento, para incrementar la eficiencia global de los equipos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada – Chiclayo, puesto que contribuye a ser más eficaz la disponibilidad de los activos con la oportuna ejecución de las tareas programadas en relación de las características propias de ellos. Por intermedio de herramientas de diagnóstico se sugirió la aplicación de la eficiencia global de los equipos. Se emplearon como técnicas en la recolección de información: la observación directa, entrevista al gerente, encuesta a los colaboradores involucrados en el área de mantenimiento y el análisis documentario. En el diagnóstico se identificaron problemas como: baja eficiencia de equipos, paradas por fallos por ausencia de un plan mantenimiento programado de los activos de la empresa, ausencia de herramientas e instrumentos adecuados, personal no capacitado y ausencia de formatos de control de mantenimiento. Por otro lado, se estableció en el estudio la hipótesis que la adecuada gestión de mantenimiento empleando el Mantenimiento Productivo Total (TPM) influye de manera positiva para incrementar la eficiencia en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Chiclayo 2022. Con la propuesta se logró incrementar los indicadores de la eficiencia global de los equipos: disponibilidad 0.82 a 0.83, rendimiento 0.82 a 0.83 y calidad 0.93 a 0.94. Se logra incrementar su eficiencia global de los equipos en un 64,89% corroborando la hipótesis planteada.

Palabras clave: Calidad, disponibilidad, eficiencia global, rendimiento.

Abstract

The development of this research had as objective the elaboration of a maintenance system, to increase the global efficiency of the equipment in a heavy machinery rental company - Chiclayo, since it contributes to be more effective the availability of the assets with the Timely execution of scheduled tasks in relation to their own characteristics. Through diagnostic tools, the application of the global efficiency of the equipment was suggested. The following techniques were used in the collection of information: direct observation, interview with the manager, survey of the collaborators involved in the maintenance area and documentary analysis. In the diagnosis, problems were identified such as: low equipment efficiency, stops due to failures due to the absence of a scheduled maintenance plan for the company's assets, the absence of adequate tools and instruments, untrained personnel and the absence of maintenance control formats. On the other hand, the study established the hypothesis that adequate maintenance management using Total Productive Maintenance (TPM) influences positively to increase efficiency in a heavy machinery rental company, Chiclayo 2022. With the proposal, it was possible to increase the indicators of the global efficiency of the teams: availability 0.82 to 0.83, performance 0.82 to 0.83 and quality 0.93 to 0.94. It is possible to increase the overall efficiency of the equipment by 64.89%, corroborating the proposed hypothesis.

Keywords: Availability, Global efficiency, performance, quality.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Diversos estudios realizados actualmente al interior de compañías que brindan servicios describen la relevancia de atender aspectos que mejoren o incrementen el nivel de eficiencia en estas compañías. Más aun, en organizaciones en donde se maneja un número considerable de maquinaria y equipos, resulta trascendente el poder garantizar su continuidad operativa, así como su adecuada condición en general. Entendido lo expuesto, puede precisarse que la gestión de mantenimiento brinda el soporte requerido para este propósito, aportando paralelamente al incremento productivo en la organización; asegurando sobre todo el desarrollo adecuado de las operaciones principales, disponiendo de la capacidad necesaria y brindando un nivel de confiabilidad óptimo y esperado. La gestión de mantenimiento adecuada y eficiente deberá regirse por un plan formal para su desarrollo y persiguiendo en todo momento cumplir con las metas planteadas por la organización.

Al interior del ámbito internacional, podemos mencionar:

Al interior de un artículo desarrollado en México, [1] determinan que, buscando llevar a cabo la correcta gestión de mantenimiento, fue propuesta la implementación de la metodología Kaizen y 5S, alcanzando a impactar positivamente sobre la eficiencia de la compañía y en específico la reducción de tiempos muertos (45%); lo cual era consecuencia de la ausencia de gestión de mantenimiento, organización defectuosa y falta de clasificación de las herramientas y componentes ocupados. Los estudiosos concluyen que, al ejecutar la propuesta, se pudo reducir globalmente 28.32% de tiempos muertos dentro de los procesos de la compañía en estudio.

Por otro lado, en Cuba, Hernández & Álvarez [2] manifiestan que con el propósito de reducir los costos vinculados al gasto operativo para actividades de mantenimiento fue propuesto desarrollar el plan de gestión de mantenimiento, con calendarización específica; el mismo que incluya un plan de requerimiento de materiales y clasificación basada en ABC.

Hubo de considerarse las horas destinadas a las tareas de mantenimiento, reduciendo el tiempo de frecuencia. Fue recomendado el desarrollo de actividades destinadas al diagnóstico e inspección. Con las actividades propuestas, se pudo alcanzar el mejoramiento de eficiencia (25%), precisan la reducción de costes operativos (12%) basados en el análisis de los resultados alcanzados, planteando de esta manera una alternativa eficiente y viable a nivel económico.

En Costa Rica, [3] al interior de una investigación afirman que fue evaluada la gestión del mantenimiento destinada a la atención de equipos de extracción mineros. Fueron ocupados indicadores de gestión de mantenimiento relevantes. La propuesta planteó determinar acciones correctivas en cuanto a la mejora del nivel de los indicadores. Los autores precisan que con la mejora de estos indicadores se incrementará la eficiencia de la empresa, garantizando la disponibilidad de maquinaria. Los estudiosos concluyen que debe de ejecutarse el programa propuesto de acuerdo a calendarización específica, con tareas de mantenimiento preventivo ejecutadas por el departamento de mantenimiento; su impacto también será tangible en la reducción de costos operativos.

De similar manera, en el año 2021, [4] en una investigación realizada en Cuba, afirman que, con el propósito de ejecutar mecanismos para mejorar la gestión de mantenimiento para unidades de transporte, fue propuesta la ejecución del mantenimiento productivo total. Los estudiosos concluyen valorando los resultados alcanzados con ayuda del análisis y comparación de KPI's, afirmando que existe una mejora en comparación a la situación inicial, afirmando también que fue mejorada la eficiencia de la empresa.

Se asegura que la auditoría de mantenimiento facilita poder identificar oportunidades para mejorar las labores de mantenimiento, buscando alargar la duración de activos de las compañías [5]. Es así que se determina una herramienta aplicable a las actividades de auditoría de mantenimiento para compañías de diversos segmentos, incluidos el industrial. Los estudiosos precisaron que la propuesta incluyó las etapas de planificación, realización, verificación y actuación, basados en las pautas de la normativa ISO 19011. Se ocuparon las

técnicas Delphi y el análisis multicriterio (Analytic Hierarchy Process - AHP). Los estudiosos concluyen que fueron advertidas conformidades e inconformidades posteriores a la auditoría, precisando oportunidades de mejora para su atención y con el propósito general de lograr incrementar la eficiencia del área de mantenimiento de la organización.

Similar a lo precisado por Hernández y Agudelo [6] en Colombia, donde mencionan que con la finalidad de ejecutar tareas de auditorio fue propuesta la Auditoría de Gestión de Mantenimiento (AGM), lo que permitió identificar problemas al interior del departamento para seguido proponer acciones correctivas. Los estudiosos mencionan que fueron ocupados indicadores de medición al interior de la investigación. Así mismo concluyen que, con la ocupación del AGM pudo precisarse oportunidades de mejora relevantes para la organización, alcanzando el incremento de su eficiencia y la optimización de sus procesos productivos.

En Ecuador [7], al interior de un estudio en un contexto industrial, precisaron que, persiguiendo incrementar la calidad del servicio al cliente interno, en cuanto resulta ser una ventaja competitiva, se propuso gestionar adecuadamente el mantenimiento preventivo apoyado en herramientas Lean Manufacturing (TPM, MRP y ABC). Los investigadores concluyen la calidad del servicio al cliente puede encontrar dependencia basada en la gestión de mantenimiento; determinando que existe el requerimiento de realizarla adecuadamente. Manteniendo este escenario, se incrementará la eficiencia y productividad no solo del departamento de mantenimiento, sino de la compañía en general.

En Venezuela, en su artículo, los autores sostienen que la OEE mide en único indicador la disponibilidad, rendimiento y calidad, donde estos componentes tienen la misma importancia para el cálculo [8]. Presentan en su estudio una metodología fundamentada en costos basada en costos (OEEAxC) la cual expresan en porcentaje al aplicarse a una máquina de corte de acero. En su metodología propuesta, los datos competen a una máquina de corte de acero, ajustando cada componente en bases a costos. Inicialmente su valor tradicional es $OEE = 0,9475 \times 0,9643 \times 0,9735 = 89,61\%$. Sin embargo, en la aplicación de

su metodología los componentes disponibilidad se reducen a 0,9526 y Calidad a 0,9562, en cuanto a rendimiento continua igual por ser el de menor costo. Los valores finales son $OEE_{Ax}C = 0,9526 \times 0,9643 \times 0,9562 = 87,84\%$. Dicho esto, se presentó mayor atención a los componentes que presentaron un mayor costo en la maquina asignada.

En Colombia, los autores en su artículo proponen diseñar e implementar el plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de una determinada empresa, adoptando un mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Al desarrollar la metodología, ocupan el análisis de criticidad, determinando equipos respectivos. Para advertir modos de falla, fue realizado el análisis funcional, identificaron los mecanismos de falla, posteriormente calculan el número ponderado de riesgo (RPN), finalmente implementan mencionado plan con el uso de un formato de órdenes de trabajo. En su diseño del plan de mantenimiento incluyó modos de falla determinados por AMEF, toma en consideración los RRHH, materiales y disposición de tiempos, En el análisis económico financiero obtienen una TIR de 52%, mostrando la rentabilidad de la implementación planteada [9].

En Brasil, [40] precisa que el uso de lean en organizaciones, pretende ampliar sus resultados utilizando menos recursos, es decir, para aumentar la producción de productividad esencialmente necesaria y eliminar lo que no añade valor a los clientes, requiere acciones que incluir la cartografía de los entornos de éxito y la disposición de la organización al cambio gestión. De ahí que tengamos el actual estudio de caso, descriptivo, que presenta la implantación de la fabricación magra en la planta textil de Blumenau (Santa Catarina) que fabrica productos médicos de una empresa con tres Unidades de fabricación. A continuación, hubo entrevistas con trece directivos y personal que participó en el proceso de implementación de la fabricación magra en la unidad en el enfoque. Como resultado, identificamos que los requisitos y los preparativos para el despliegue mencionado se dirigen a un cambio de comportamiento que incluye la preparación de la dirección, alineada con la organización estrategia, que debe desplegarse en todas las zonas. También se presentan las etapas de aplicación y intentos de institucionalizar el entorno proporcionado por los principios

de la fabricación magra. Concluye con la identificación de categorías de análisis de los cambios derivados del anterior despliegue.

También en Brasil, [41] manifiestan que la finalidad de su investigación consistió en explorar cómo las empresas están aplicando prácticas de fabricación lean (LM) combinadas con las particularidades de la Tecnología de Información (IT), la interacción entre TI y LM y los resultados obtenidos en términos de rendimiento operativo. La aplicación de la TI y los principios de la fabricación magra han sido vistos por algunos autores como mutuamente excluyentes, pero hay otros estudios que indican que ambos enfoques son cada vez más interdependientes. Por lo tanto, es necesario realizar estudios complementarios que analicen esta interrelación de los recursos informáticos y las prácticas de Lean. Esta investigación se desarrolló con un enfoque cualitativo aplicado a través del método multi caso. El estudio contribuye a la teoría al proporcionar una indicación de qué propiedades de TI aportan efectos significativos a la implementación de prácticas Lean; el estudio también ofrece varias recomendaciones para gerentes de despliegue magros en sus organizaciones.

Sumado a lo encontrado en Brasil por [42], quienes precisa que el artículo preparado tuvo como objetivo valorar en nivel de percepción e influencia para actividades en cuanto a gestión de colaboradores durante el desarrollo de la cultura de fabricación esbelta. La muestra consistió en trescientos tres encuestados, que forman parte de 5 compañías del segmento textil ubicadas en Brasil, recogidas en accesibilidad y conveniencia. Fue ocupado análisis regresivo múltiple destinado al análisis y tratamiento para los datos. Como resultado, la investigación ha demostrado que las actividades de gestión de colaboradores (selección, contratación, retención de talento, desarrollo de personas y entorno de trabajo) influyen en la implementación de la manufactura esbelta en organizaciones. Por otra parte, la práctica del contrato de trabajo no influyó en la aplicación de la fabricación esbelta. El uso de un segmento de mercado determinado considerando una visión transversal puede considerarse una limitación del estudio, por lo tanto, los datos pueden no expresar los resultados que se obtendrían si se analizan en diferentes segmentos de mercado. Pragmáticamente, se puede

considerar que esta investigación contribuye a que los principales gestores organizacionales puedan elegir la práctica más apropiada de la gestión de las personas durante el proceso de implementación de una cultura de fabricación esbelta, es decir, invertir esencialmente en la retención y capacitación de los empleados. Este estudio es relevante y contribuye a la expansión de los estudios científicos sobre actividades destinadas a la gestión de colaboradores y desarrollo de fabricación esbelta. Además, el estudio permite a los directivos de las organizaciones textiles comprender el nivel de aplicación de la fabricación esbelta, y qué actividades de gestión de colaboradores deben ser priorizadas.

Al interior del ámbito nacional, podemos mencionar:

Medina [10] menciona que, dentro de una compañía de transporte, en Lima, fue planteado realizar la medición de indicadores de eficiencia del departamento de mantenimiento con el propósito de desarrollar soluciones de mejora para la gestión de mantenimiento actual. Fueron considerados criterios operativos, tiempo en la reparación, costos operativos y frecuencia en el mantenimiento. El investigador menciona que con la propuesta se pudo incrementar la disponibilidad operativa en cuanto a maquinaria y equipos, así como la eficiencia general de la compañía en 24%.

Similar a lo advertido por [11] en una investigación de maestría, en la ciudad de Trujillo, en donde expone que, existió la necesidad de establecer la relación directa para gestión de mantenimiento y desempeño laboral al interior del departamento de mantenimiento, con implicancia paralela sobre eficiencia. La investigación, precisó ser aplicada en su tipo, cuantitativa y con diseño no experimental, correlacional y también de corte transversal. En cuanto a su población y muestra, fueron por conveniencia, contando con 50 colaboradores del departamento. El estudioso concluye advirtiendo la relación directa sobre gestión de mantenimiento y desempeño laboral, obteniendo factor correlacional Spearman (0.384) y significancia ($p=0.006<0,05$), aceptando así el planteamiento de la hipótesis. No obstante, afirma también que la eficiencia se verá impactada positivamente.

En la ciudad de Lima [12], al interior de un estudio de maestría precisa que se buscó establecer un método específico de implementación con atención de gestión de mantenimiento para el segmento industrial, persiguiendo lograr incrementar su eficiencia, competitividad y productividad. Así también, se buscó incrementar los indicadores productivos y de eficiencia. La propuesta planteó el desarrollo del TPM, ejerciendo buenas prácticas para las labores de mantenimiento, orden, limpieza, seguridad, calidad y medio ambiente. El estudioso menciona que se persigue alcanzar la mejora continua en la organización, contando con mayor nivel competitivo. El estudioso concluye que al aplicar la propuesta se logró incrementar los indicadores de gestión para la disponibilidad y rendimiento; favoreciendo el incremento de la eficiencia.

En la ciudad de Lima, Ronquillo [13] asegura al interior de una investigación que al estar latente el requerimiento de reducir los tiempos de respuesta para la disponibilidad de la maquinaria dentro de una planta industrial, se propuso la ejecución del método MCC destinado a la gestión eficiente del mantenimiento. Fue contemplado en la propuesta el análisis de criticidad para la maquinaria y equipos incluidos en el estudio. Fueron registrados los aspectos críticos, fallos recurrentes y otros aspectos relevantes, siendo ellos analizados ocupando el método MCC. El investigador afirma que, con la propuesta planteada se incrementará la eficiencia en cuanto a disponibilidad para las máquinas y equipos, reduciendo tiempos muertos y gastos operativos.

En la ciudad de Trujillo [14], mencionan en un artículo científico que, persiguiendo evidenciar la correlación de calidad y eficiencia, se propuso la ocupación de indicadores KPI's. Con tal fin, se recopiló la información relevante para el estudio. Posterior a ello, fueron ocupadas hojas de cálculo para el procesamiento referido. El estudioso menciona que, con los resultados generados, se puede afirmar en base al chi cuadrado (0,003) que, calidad y eficiencia guarda correlación directa. Con lo cual resulta relevante y trascendente atender sus indicadores para perseguir el incremento de los mismos en beneficio de la empresa en estudio.

En la ciudad de Lima, la autora [15] al interior de un artículo demuestra que la metodología TPM incrementa la eficiencia global de los equipos (OEE), considerando la etapa de producción para una compañía metal mecánica; para lo cual relaciona el cumplimiento del mantenimiento de tipo preventivo y los pronósticos de producción posteriores. Durante el desarrollo de su investigación toma en consideración tanto análisis de fallos y confiabilidad de equipos, asimismo el pronóstico de demanda de repuestos a utilizar. La aplicación de TPM determinó como resultados que se tienen una OEE actual de 32.86% y con su propuesta un valor de 85.58% incrementándose en un 52,72%.

En Lima, los estudiosos [37] mencionan que las PYME del sector textil se enfrentan a muchos problemas en sus flujos de producción, debido principalmente a la falta de sistemas de gestión de la producción causados por la mala gestión de mantenimiento. Por ello, se realiza un análisis diagnóstico en una pyme textil para evaluar y definir las deficiencias y factores que afectan a su competitividad, que comenzó con el análisis del contexto actual, donde se estableció la existencia de gestión de mantenimiento de mala calidad, altos tiempos de espera y ausencia de procedimientos. Por lo tanto, se propone el uso de herramientas de fabricación esbelta como Jidoka, intercambio de minutos de muerte con respecto a la línea de producción y un plan de gestión de mantenimiento específico. La incorporación de estas herramientas en bloque permitió disminuir las tasas de productos defectuosos, el exceso de trabajo operativo y la configuración de las máquinas para el cambio de modelo. Los resultados evidenciaron incremento de producción en 0,091 un/PEN.

Por otro lado, también en la ciudad de Lima [38] comentan también que la industria textil es un área que sigue creciendo todos los días, y específicamente, la producción de ropa de bebé ha demostrado ser un sector altamente rentable. El propósito de este trabajo es evaluar y proponer una solución factible para contrarrestar problemática presentada en las pequeñas empresas que producen ropa de bebé a través de tejer, lo que es de baja productividad utilizando la implementación de herramientas como MRP, Jidoka, TPM y estandarización del trabajo. Además, la principal contribución de la investigación se desarrolla

a través del modelo de cambio de Lewin. Este modelo consta de tres fases: descongelación, cambio y recongelación. La primera consiste en reconocer todos los problemas que pueda tener la empresa; la segunda consiste en implementar nuevas ideas o prácticas laborales; y, por último, la recongelación se centra en mantener los cambios realizados para tener una mejora continua a través de apoyo y refuerzo. Por último, para validar el modelo propuesto, se utilizó el software Arena, que, a través de un número significativo de carreras, logró alcanzar la Mejora de la productividad en un 11,10%; y, en consecuencia, otros indicadores relacionados con el principal problema también mostraron mejores resultados, como la disminución de la cantidad de existencias en un 22,01% y el aumento del rendimiento de la máquina de tejido en un 14,93%.

En Lima, [39] precisa que el objetivo principal de herramientas vinculadas al Lean Manufacturing es eliminar los residuos de un proceso con el fin de hacerlo más eficiente. La investigación realizada fue aplicada, con un enfoque cuantitativo, analizando el proceso productivo de una máquina de corte de bobinas de acero (Slitter) de una empresa metalúrgica peruana. Se puede decir que el Slitter es indispensable para suministrar productos semiacabados para la línea productiva de tubos de acero. Asimismo, se proponen y aplican mejoras en base a tres herramientas de fabricación magra para aumentar su disponibilidad, que apenas supera el valor del 60%. Una de las herramientas implementadas fue el intercambio de die (SMED), que tiene como objetivo reducir los tiempos de preparación de la máquina (configuración) reorganizando actividades internas a externas. Otra herramienta utilizada fue Kaizen, que busca mejorar en forma continua y alcanzar estandarizar procesos empleando acciones simples y concretas. Finalmente, se aplicó el método 5s para optimizar aspectos de limpieza y orden en ambientes laborales. Posterior a ello, el tiempo disponible para producir aumentó 95,73 horas al mes, lo que significa una mejora del 17,36% en la disponibilidad de la máquina. Asimismo, los tiempos de montaje y tiempos de ciclo de operación se redujeron en un 16% y un 16,35%, respectivamente.

Al interior del ámbito local, podemos detallar:

En Chiclayo, Rosales [16] menciona que, con la finalidad de incrementar la eficiencia fue propuesta la gestión de mantenimiento para una compañía del rubro fabricación. La propuesta persigue desarrollar un plan de gestión de mantenimiento que incluya mejorar las operaciones y desencadene en garantizar continuidad a nivel operativo para las máquinas, eliminando la posibilidad de retrasos por averías; siendo ocupada entonces como una herramienta sumamente relevante para la compañía y que impacte sobre el acrecentamiento de su eficiencia. El estudio concluye que la propuesta desarrolla actividades apoyadas en herramientas de mejora continua y Lean Manufacturing, alcanzando resultados positivos para la empresa estudiada.

En un estudio realizado en la ciudad de Chiclayo, al interior del segmento de la producción, [17] afirma que fue propuesto el desarrollo del plan de gestión de mantenimiento, destinado a mejorar la eficiencia y productividad específicamente. La propuesta contempló el plan de gestión de mantenimiento con soporte en RCM, apoyados en hojas de decisión y la herramienta AMEF. El estudio concluye que al aplicar la propuesta fue reducido el tiempo de paradas por averías (reducido en 215 horas), el MTTF (48,6 horas), MTTR fue reducido (0,82 horas), la disponibilidad incremento (93,42%) y la eficiencia aumentó (23%).

Cuadra [18] en un estudio de maestría desarrollado en la ciudad de Chiclayo, asegura que, con la finalidad de reducir gastos operativos, se propuso el plan de gestión de mantenimiento. Cuyo contexto apunta a la comercialización y distribución de combustible. Se determinó que, el mantenimiento era deficiente, como resultado de la falta de control, ausencia de programas formativos, mantenimiento preventivo sin calendarización y fallos técnicos recurrentes. El investigador concluye que, al desarrollar la propuesta, se mermarán los gastos operativos (21%), ahorrando S/. 73,151.00; entendiéndose que resultó ser rentable financieramente. El impacto sobre la eficiencia también fue advertido (incremento del 17%).

En la ciudad de Chiclayo [19], manifiesta que buscando llevar a cabo el análisis del impacto de gestión de mantenimiento sobre eficiencia y productividad para una compañía del segmento minero, fue propuesta inicialmente la revisión de indicadores KPI, seguido a ello

plantear el plan integral de gestión de mantenimiento bajo calendarización específica. El investigador concluye precisando que fueron reducidos los fallos recurrentes y se mejoró la disponibilidad de la maquinaria. Con lo cual, al volver a analizar los indicadores, se evidenció que se alcanzó la mejora de eficiencia del departamento de mantenimiento, así como la productividad específica.

En Chiclayo, [20] al interior de una investigación de maestría, propone la ejecución del plan de mejoramiento con soporte en el modelamiento EFQM, persiguiendo alcanzar la optimización de gestión de mantenimiento para incidir en forma positiva sobre la productividad y eficiencia presentada en la organización, la cual pertenece al contexto automotriz. Investigación cuantitativa y no experimental. El estudio concluye que basado en la revisión de resultados logrados, se deberá atender en forma prioritaria programas de formación para los colaboradores y así mejorar el trabajo realizado. Así también, pone énfasis en mejorar los procesos logísticos del departamento de mantenimiento, propiciando un escenario correcto para el desarrollo de sus tareas. La propuesta es englobada en el plan de gestión de mantenimiento, con repercusión positiva sobre la eficiencia.

Al referirse a Hidráulica Servinorte S.A.C, empresa en donde fue realizada la investigación, se manifiesta que se encuentra situada en la ciudad de Chiclayo; su principal actividad comercial es el alquiler de máquinas pesadas. Entendido lo expuesto, se comprende la relevancia de contar con continuidad operativa de estos equipos y máquinas. En forma puntual, la problemática apunta a la carencia de plan de gestión de mantenimiento del departamento de mantenimiento en la empresa. Se precisa que las tareas de mantenimiento son generadas a causa del mantenimiento correctivo solicitado como resultado de la presencia de fallos específicos. Se advierte que disponer de una correcta gestión de mantenimiento, resulta necesaria y fundamental para el desarrollo operativo de la empresa, alcanzando como resultado paralelo el incremento de la eficiencia del departamento de mantenimiento, garantizando continuidad operativa y disponibilidad de equipos. Así también, con el apoyo de las herramientas de diagnóstico, se pudieron identificar problemas asociados

a la poca iniciativa para establecer procesos de control, falta de conocimientos técnicos de equipos de medición, falta destreza para ejecutar ciertos tipos de mantenimiento, ausencia de plan de mantenimiento programado, ausencia de formatos de control e inspección de mantenimiento, inexistencia de registros de herramientas para mantenimiento, ausencia de herramientas e instrumentos adecuados, falta de revisión técnica y mala calibración de máquinas.

La principal justificación de la investigación es que la empresa requiere mejorar su nivel de eficiencia y la presente investigación procuró aportar positivamente en su solución. Entendido ello, se precisa y destaca la importancia de la investigación en desarrollo. Tomando en consideración las herramientas de ingeniería, ha sido propuesto el desarrollo del Mantenimiento Productivo Total (TPM). La justificación teórica determina que la investigación es incluida al interior del ámbito de Ingeniería Industrial, con la ocupación de métodos, instrumentos y herramientas de ingeniería, siendo usadas en forma práctica y directa en la gestión de mantenimiento; contrastando la hipótesis que ha sido planteada, para posterior a ello determinar conclusiones valorables cuantitativamente en espacios de tiempo puntuales. Así también, aportará para la ejecución inicial de estudios equivalentes; siendo determinada una teoría de gestión de mantenimiento, la misma que persigue incrementar la eficiencia en las empresas. La justificación práctica, precisa que, al momento de haber llevado a cabo la investigación, la empresa no presentaba gestión de mantenimiento. Con esta precisión, se identificó la relevancia de atender y plantear una solución de parte de los investigadores; propiciando el logro de mejoras cuantitativas para la empresa. Siendo ello resumido en el incremento de la eficiencia de la organización. La justificación metodológica advierte que, en la medida que se logre alcanzar tanto la confiabilidad como la validez dentro del estudio, planteará protocolos o mecanismos específicos para distintas compañías que requieran realizar una propuesta de mejora de la eficiencia ocupando como herramienta la gestión de mantenimiento. La justificación social plantea que, la totalidad de colaboradores de la organización serán beneficiados como consecuencia de la adecuada gestión de

mantenimiento propuesta, misma que asegura el incremento de la eficiencia de la empresa. Paralelamente, se incrementará la economía de la organización; beneficiando en forma directa a cada uno de los colaboradores que la integran.

La importancia del estudio reside en plantear y desarrollar una solución específica basada en la gestión de mantenimiento, ocupando en forma principal al TPM como herramienta de Lean Manufacturing en atención a la problemática identificada. Se advierte que al desarrollar el estudio en referencia, se tuvo en consideración el análisis interno y en detalle sus procesos, poniendo énfasis en lo que respecta al departamento de mantenimiento; buscando realizar la identificación de oportunidades de mejora, para de esta manera preparar propuestas en su atención. En la medida en que el nivel gerencial apueste por la mejora y crecimiento de la empresa, resulta sumamente conveniente incrementar su eficiencia; siendo asumido entonces como un problema con necesidad de atención.

1.2. Formulación del problema

¿La aplicación de la gestión de mantenimiento contribuirá al incremento de la eficiencia en la empresa de alquiler de maquinaria pesada?

1.3. Hipótesis

La adecuada gestión de mantenimiento empleando el Mantenimiento Productivo Total (TPM) influye de manera positiva para incrementar la eficiencia en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Chiclayo 2022.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Establecer una propuesta de gestión de mantenimiento para el incremento de la eficiencia en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Chiclayo 2022.

1.4.2. Objetivos específicos

a) Analizar la situación actual de la empresa a través de un diagrama de Pareto y Ishikawa para el diagnóstico de la eficiencia de las máquinas de la empresa.

b) Evaluar una propuesta de gestión de mantenimiento aplicando TPM en una empresa de alquiler de maquinaria pesada para el incremento de su eficiencia.

c) Estudiar los resultados obtenidos con base en la comparación con otras investigaciones del sector alquiler de maquinarias entorno a la evaluación beneficio costo de la propuesta.

1.5. Teorías relacionadas al tema

1.5.1. Gestión de mantenimiento

1.5.1.1. Conceptos básicos

El mantenimiento se define como la diversidad de tareas incluidas en un sistema, el cual pretende alargar la vida útil de maquinaria o equipos y que facilite ejecutar sus actividades específicas en la mejor forma [21].

Todas las actividades administrativas y técnicas ejecutadas buscando preservar funcionalidades en activos de la empresa, bajo un escenario específico para cada empresa, el mismo que también apunta al incremento de la eficacia y eficiencia [22].

La ejecución de mecanismos de gestión, considerando prioridades y objetivos del plan de mantenimiento desarrollado y calendarizado [23].

Toda actividad incluida para la implementación de políticas específicas destinadas a la práctica eficiente del mantenimiento de equipos en una compañía, incluyendo el cumplimiento de objetivos [24].

1.5.1.2. Plan de mantenimiento

Tiene por objetivo reducir los costos operativos, propiciando una producción con mayor efectividad [25]. Determina un sistema de mantenimiento industrial, certificando

indicadores en cuanto a calidad. Lo cual garantizará la disminución de costos operativos del departamento de mantenimiento en las empresas.

Ángel y Olaya [26] determinan la trascendencia de poder realizar la verificación del tiempo vinculado al empleo de maquinaria, buscando determinar actividades de mantenimiento correctivo; descartando pérdidas económicas para la compañía, en garantía de continuidad operativa de la empresa.

Contempla actividades de mantenimiento, con vinculación directa a las máquinas de las organizaciones, especificando sus funciones y tiempo de trabajo. Ha de tomar en consideración tareas de limpieza, comprobación, engrasado, arreglo y canje de partes en la medida que sea necesario [27].

1.5.1.3. Mantenimiento preventivo

Se encuentra destinado a la prevención de fallos para la maquinaria propiedad de las compañías, llevando a cabo planeamiento y clasificación adecuada en atención a las actividades productivas particulares. El propósito del mantenimiento preventivo recae en poder asegurar la disponibilidad máxima de recursos en cuanto a maquinaria y equipos; ello, en atención y desarrollo de un plan específico [28].

Consiste en adelantarse a la causa de fallos específicos de maquinaria o equipos. Deberá de incluir tareas de exploración, reconocimientos, canje de partes, identificación de fallos y demás [22].

1.5.1.4. Mantenimiento correctivo

Se le conoce también como parada de planta, es llevado a cabo bajo detalle de gestión de mantenimiento, registrando fallos, buscando excluirlos en un futuro. Es ejecutado en cuanto la maquinaria o equipos no responden a su funcionamiento habitual [21].

De acuerdo a [29] es el conjunto de mecanismos aplicados en forma directa a equipos y máquinas, al presentarse averías y sea necesario recobrar su operatividad.

1.5.1.5. Mantenimiento predictivo

Actividades programadas que persiguen detectar fallos de maquinaria y equipos, considerando su identificación antes que acontezcan fallos y bajo la ocupación de dispositivos destinados a las pruebas y diagnóstico específico. Tiene respaldo en la ocupación de instrumental específico para la ejecución de las actividades de diagnóstico las cuales facilitan valorar las condiciones actuales de las máquinas; determinando finalmente en qué fecha demandará de la ejecución de mantenimiento detallado [29].

Lo que se persigues es adelantarse a fallos específicos, los cuales retrasen la continuidad operativa de las máquinas. Entonces demandará atender anticipadamente fallos, generando condiciones más adecuadas en cuanto a continuidad operativa [30].

1.5.1.6. Maquinaria pesada

Maquinaria de nivel de movilidad limitado y mayor capacidad para la ejecución de actividades arduas. Es un vehículo dispuesto a atender obras industriales, como construcción, minería, demolición, reciclaje, pavimento, agricultura y demás. Considerando las particularidades técnicas y también físicas, el transporte de este tipo de máquinas resulta ser de complejidad. Se puede catalogar como maquinaria pesada universal o especializada [29].

1.5.2. Eficiencia

1.5.2.1. Definición

Eficiencia general de equipos (OEE)

Indicador en forma porcentual, propuesto por [30] cuyo objetivo es medir la eficiencia global productiva que desarrolla una máquina, proceso o planta industrial, reduciendo de tal modo las pérdidas en proximidad a cero. La siguiente ecuación muestra su definición. Gracias a este indicador se puede reducir paradas no programadas de máquinas, de igual manera las pérdidas de rendimiento e incrementando la calidad del producto.

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

Donde:

D = Coeficiente de disponibilidad

R = Coeficiente de rendimiento

C = Coeficiente de calidad

1.5.2.2. Cálculo de los indicadores de eficiencia

Disponibilidad

Mide cual es el tiempo que viene trabajando la máquina [30], respecto a la planificación del periodo de tiempo de producción, en resumen, cuantifica el tiempo realmente productivo.

$$Disponibilidad = \left(\frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ planificado} \right) * 100$$

Cálculo del tiempo operativo

$$Tiempo\ operativo = Tiempo\ planificado - paro/fallo/mantenimiento$$

Rendimiento

Mide lo que produce la maquina respecto a lo que produciría a su capacidad total, es decir el aprovechamiento correcto de la cuando estaba operativa [30]. Se puede calcular con la ecuación siguiente.

$$Rendimiento = \frac{\left(\frac{Tiempo\ de\ operacion}{N^{\circ}\ total\ de\ unidades} \right)}{Tiempo\ de\ ciclo\ ideal}$$

Calidad

Respecto a este parámetro indica, que es la fracción de todas las unidades reales producidas que son conformes respecto a las totales [30]. Es decir, mide las unidades conformes en relación a todas las que se han producido.

$$Calidad = Q = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de unidades conformes}}{N^{\circ} \text{ unidades totales}} \right)$$

1.5.3. Análisis de criticidad

Según el autor [29], esta metodología permite jerarquizar equipos en relación a su impacto global, permitiendo tomar mejores decisiones. Los equipos críticos deben ser analizados por especialistas, registrando los parámetros de trabajo diario, consumos anormales de energía y demás variables. Este análisis permite también identificar las áreas donde ese prestara mayor atención a su funcionalidad del proceso que ejecuta.

$$Criticidad = Frecuencia \text{ de falla} * Consecuencia$$

Pasos para su aplicación:

- Identificación del equipo posible a estudiar.
- Definición del alcance y objetivo del estudio.
- Recolección y verificación de datos.
- Establecimiento de los equipos jerarquizados.

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Investigación con finalidad comprensiva, de entendimiento, con aplicación directa a problemas de un contexto específico [31]. Se fundamenta en la investigación básica y se encuentra alineada a procesos y tareas en donde se relacionan teorías y problemáticas específicas. La investigación, consideró este tipo; en la medida que ocupó conocimientos basados en gestión de mantenimiento persiguiendo logrará su aplicación e incrementar la eficiencia, realizando el contraste de teoría y problemática advertida.

Se afirmó que el estudio tuvo alcance descriptivo, puesto que se mostró el escenario actual vinculado a gestión de mantenimiento y eficiencia. La investigación descriptiva parte de la exactitud de sucesos e individuos, de los cuales es afirmado diferenciaciones respecto a su comportamiento [32].

Buscando obtener información certera y confiable, son ocupadas fuentes primarias y secundarias [33]. Referenciando las fuentes primarias y el estudio realizado, se mencionó que tuvo un enfoque cuantitativo, evaluando la gestión de mantenimiento bajo el empleo de indicadores, evidenciando oportunidades de mejora en su atención y con impacto favorable sobre el incremento de la eficiencia. Este tipo de investigación facilita realizar mediciones con relación a las variables precisadas.

2.1.2. Diseño de investigación

La investigación ejecutada, es de diseño preexperimental, dado que fueron ejecutadas influencias en relación a la variable dependiente (eficiencia) de la muestra estudiada, no tomando en cuenta grupos de control destinados al análisis comparativo [32]. Así mismo, presentó diseño preexperimental aplicado, ya que fue contextualizado al ocupar pretest y postest; persiguiendo valorar y analizar variaciones de la variable dependiente [32]. El alcance

fue longitudinal puesto que todos los datos e información ocupada fueron analizadas y agrupadas de acuerdo con tiempos puntuales [32], en 14 semanas.

2.2. Variables, operacionalización

Variable independiente: Gestión de mantenimiento.

Variable dependiente: Eficiencia global de los equipos.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Gestión de mantenimiento	Diversidad de tareas incluidas en un sistema, el cual pretende alargar la vida útil de maquinaria o equipos y que facilite ejecutar actividades específicas [21]	Proceso de mantenimiento o destinado a los recursos que posee una compañía. Se pretende controlar los costos, tiempos y recursos	Planificación Ejecución Control	Problemas identificados Metas y objetivos propuestos Número de equipos atendidos Reducción de averías Tareas destinadas al monitoreo y control	Guía de observación y guía de entrevista	Numérico	Cuantitativa	Razón

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Eficiencia global de los equipos	Indicador porcentual [30], cuyo objetivo es medir la eficiencia global productiva de una máquina, proceso o planta industrial, reduciendo las pérdidas y proximidad a cero	Indicador esencial que simboliza la capacidad real ocupada para la producción sin presencia de defectos, rendimiento en los procesos y disponibilidad de equipos	Disponibilidad	$= \left(\frac{TP - TM}{TP} \right) * 100$	Guía de entrevista	Numérico	Cuantitativa	Razón
				$TP: \text{Tiempo planificado}$				
				$TM: \text{Tiempo muerto}$				
			Rendimiento	$= \frac{\left(\frac{\text{Tiempo operación}}{\text{N}^\circ \text{ total unidades}} \right)}{\text{Tiempo ciclo ideal}}$				
			Calidad	$= \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ unidades conformes}}{\text{N}^\circ \text{ unidades totales}} \right)$				

2.3. Población de estudio, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Es el conglomerado tanto de personas, sucesos o cosas de las cuales existe la necesidad de llevar a cabo un estudio ocupando técnicas específicas que hayan sido consideradas [34].

Considerando el estudio realizado, se determinó que la población estuvo compuesta por los empleados, máquinas, equipos y procesos que integran la empresa de alquiler de maquinaria pesada.

2.3.2. Muestra

Parte o porción de la población, de la cual existe el requerimiento de exponer y evidenciar características muy específicas [35].

Considerando el estudio realizado, se determinó que la muestra incluye la totalidad de empleados (8), máquinas (19), equipos (15) y procesos que integran el área de mantenimiento en la compañía estudiada. Se evidenció muestreo por conveniencia, debido a la viabilidad para el acceso. Dicha información fue revelada por la compañía estudiada.

2.3.3. Muestreo

Fue advertido que se ocupó el muestreo por conveniencia y no probabilístico, destinado a precisar la muestra considerando la facilidad de disponibilidad y acceso a los colaboradores, maquinaria, equipos y procesos del departamento de mantenimiento para la compañía estudiada.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas e instrumentos

Observación. Técnica que facilitó conseguir información vinculada a las labores propias del departamento de mantenimiento, dentro del horario laboral, buscando evidenciar y registrar problemas específicos que pudiesen afectar la eficiencia. Fue

ejecutada por los investigadores. Se ocupó la guía de observación como instrumento, su detalle se encuentra disponible en el Anexo A.

Entrevista. Incluyó preguntas específicas elaboradas previamente. Presentó formalidad. Fue aplicada al jefe del departamento de mantenimiento, buscando reunir información asociada a la situación actual de gestión de mantenimiento que afectaba la eficiencia. Fue ejecutada por los investigadores. Se ocupó la guía de entrevista como instrumento, el detalle se encuentra disponible en el Anexo B.

Encuesta. Facilitó poder recolectar la información de colaboradores y datos asociados a la actual gestión de mantenimiento dispuesta por la empresa, que afectaba la eficiencia. Es de carácter formal. Se preparó anticipadamente. Contó con aplicación de los estudiosos. Se ocupó al cuestionario como instrumento, su detalle se encuentra disponible en el Anexo D.

2.4.2. Validez y confiabilidad

Se precisa que cada instrumento empleado para el desarrollo de la investigación fue revisado y validado bajo juicio y opinión de expertos. Las revisiones y validaciones fueron llevadas a cabo por tres ingenieros, de distintas universidades de origen. El detalle de las mismas se encuentra disponible en el Anexo E.

El menor valor numérico con aceptación para el coeficiente alfa de Cronbach corresponde ser 0,70 [36]; valores menores exponen que la consistencia de la escala empleada resulta ser baja. Así también, el máximo valor numérico que se espera alcanzar corresponde ser 0,90; valores superiores se interpretan como la existencia de duplicidad o redundancia.

En relación al estudio desarrollado, el factor numérico logrado para el alfa de Cronbach precisó ser 0.813384813. Siendo interpretado como correcto y presentando consistencia, de igual forma garantiza confiabilidad para el instrumento ocupado.

2.5. Procedimientos de análisis de datos

Desarrollar esta tarea incluyó ejecutar diversos procedimientos y mecanismos, los cuales garanticen el manejo, selección, valoración, estructuración y reflexión basados en la información alcanzada; así también realizar comprobaciones para de esa manera alcanzar resultados trascendentales para el estudio. Se precisa que gran parte de datos de tipo estadístico serán presentados de manera resumida en tablas y gráficos resumidos, acompañados de un breve análisis asociado. Siendo más específicos, se ocuparon las herramientas Microsoft Office 2021 y SPSS 24.

2.6. Criterios éticos

Se advierte que la investigación desarrollada dispuso como criterios éticos incluidos la originalidad, consentimiento informado, discreción, transparencia, imparcialidad y veracidad.

Originalidad. En la medida en que todo el material fue basado en datos e información realizada en la investigación. Encontró su respaldo en las teorías referenciadas en su interior.

Consentimiento informado. En cuanto la empresa bajo estudio, tuvo el conocimiento debido y de manera voluntaria proporcionó los datos e información pertinente y que ha sido ocupada para el desarrollo del estudio. Existió la necesidad de difundir de manera formal que el manejo de la información fue efectuado responsablemente.

Discreción. Fue llevada a cabo en cuanto se accedió y manipuló los datos e información relevante, siendo esta sensible. La orientación persigue proteger aspectos éticos durante el desarrollo del estudio.

Transparencia. Fue aplicada durante la manipulación y presentación de los resultados alcanzados, siendo estos precisos y reales.

Imparcialidad. Fue ejecutada en forma adecuada las labores de investigación, sin exponer algún tipo de orientación a favor o en contra, en cuanto a temas generales o específicos del estudio. Fueron excluidos análisis como consecuencia de apreciaciones o presunciones durante el tratamiento del material ocupado en el estudio.

Veracidad. Se afirmó que la información manejada en la investigación fue verdadera, prestando interés en mantener y respetar la confidencialidad de la misma.

Finalmente, se advierte que el manejo de datos e información se realizaron en forma profesional y con alto grado de responsabilidad. No hubo posibilidad a adulteración, interés o direccionamiento.

Por otro lado, los métodos y herramientas ocupados se desarrollaron de acuerdo a los lineamientos teóricos provenientes de las fuentes precisadas, las cuales han sido citadas en forma específica. Las encuestas presentaron anonimato.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Diagnóstico de la empresa

La empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, es una empresa constituida el año 2018, en la ciudad de Chiclayo, dedicada al mantenimiento y el alquiler de maquinaria pesada. Esta empresa tiene como activos 19 máquinas y 15 equipos, las cuales en muchas ocasiones presentan paradas, debido a fallas, al no tener un mantenimiento programado, generando una baja eficiencia de los equipos. La disponibilidad, operatividad y continuidad de la maquinaria es un punto crítico a considerar.

3.1.1.1. Información general

El sector en el cual se encuentra inmersa la organización pertenece a las empresas de servicios. Misma, que de forma particular se encarga de ofrecer el alquiler de maquinaria pesada a terceros. Hidráulica Servinorte S.A.C., viene desarrollándose como una de las principales organizaciones dedicadas a la tercerización de servicios de alquiler, atendiendo al mercado regional y en mínimas ocasiones a zonas fuera de la región.

En la prestación de su servicio de alquiler, de equipos como: excavadora hidráulica, compactadora, retroexcavadora, motoniveladora, tractor de tipo oruga, Volquete, excavadora hidráulica, entre otros, toma en consideración las necesidades que tiene su cliente enfocándose en un servicio rápido y eficaz, no alejándose de bienestar de sus clientes internos, cumpliendo con las regulaciones de seguridad y salud en el trabajo sobre las regulaciones del Estado. Como elemento diferenciador en los servicios que presta, busca la empresa la eficiencia de sus equipos, programando y ejecutando el mantenimiento planificado lo que beneficiara en disminuir las paradas de máquina. Hidráulica Servinorte S.A.C, tiene como objetivo la satisfacción de los clientes, en ese sentido ofrece el alquiler de máquinas, con alta disponibilidad, rendimiento y calidad, garantizando su operatividad.

La estructura organizacional de la empresa, está conformada por las siguientes áreas: gerencia, departamento administrativo, recursos humanos, almacén, logística y operaciones, y el área de mantenimiento propiamente dicho; departamento en donde se enfocará la investigación presente.

La estructura interna se describe como jerárquica. Las solicitudes de personal se hecho a pedido de cada departamento, realizándose una exhaustiva selección y evaluación previa a la contratación. La empresa reconoce que el capital humano es un factor determinante de la calidad final de la prestación del servicio y es evaluado por cada uno de sus clientes.

La compañía, cuenta en su área de mantenimiento con un supervisor, un técnico mecánico y un electricista, personal capaz y con una alta experiencia en el mantenimiento de maquinaria pesada. Es el supervisor encargado de planificar, ejecutar y supervisar las actividades a realizar, en un turno laboral de ocho horas de lunes a sábado, por otro lado, el técnico mecánico es el profesional encargado de realizar el mantenimiento planificado, predictiva y correctivo.

La competitividad regional del sector alquiler de maquinaria, es relevantemente elevada, en vista de ello la empresa ejecuta una estrategia competitiva enfocada en la relación directa con los clientes como consumidor final. Asimismo, desarrolla como estrategia la identificación de su marca, con el mejor desempeño de sus operaciones disponiendo de equipos y maquinarias con alta disponibilidad, rendimiento y calidad. Es importante el aspecto de la trayectoria en el mercado sin embargo la eficiencia de sus equipos ha permitido posicionarse en un buen lugar, reflejo del compromiso de la alta dirección y sus colaboradores.

La presencia de casos específicos, en los que determinados clientes tienen la necesidad de ocupar maquinaria pesada por un tiempo determinado, facilita el inicio de operaciones de la empresa; en atención directa a la demanda descrita para una variedad de propósitos.

La misión de la empresa es brindar un servicio de alquiler de equipos respetando las normas, asegurando la eficiencia operativa y el alto rendimiento funcional de todos los equipos; y esforzándose por satisfacer las necesidades y expectativas de todos los clientes en el segmento de mercado.

La visión de la empresa es ser una organización líder, eficiente y con un servicio de calidad en el alquiler de maquinaria pesada para la región, ocupando recursos disponibles destinados a la optimización y mejora de calidad para el servicio suministrado.

La empresa proporciona la atención del servicio de alquiler de maquinaria pesada en base a las necesidades específicas de cada uno de sus clientes, considerando la demanda insatisfecha. La administración de los servicios generados, son conformados en mayor parte a clientes dentro de la región, mercado bastante competitivo.

La figura 1, detalla el diseño interno de la empresa, evidenciándose la estructura vertical que cuenta.

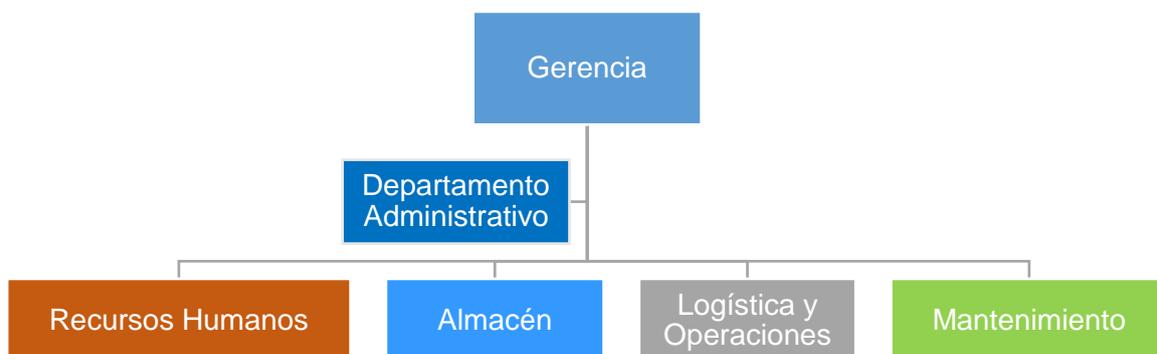


Figura 1. Organigrama de la empresa de alquiler de maquinaria pesada

Se muestra a continuación, en la figura 2, la distribución del espacio físico.

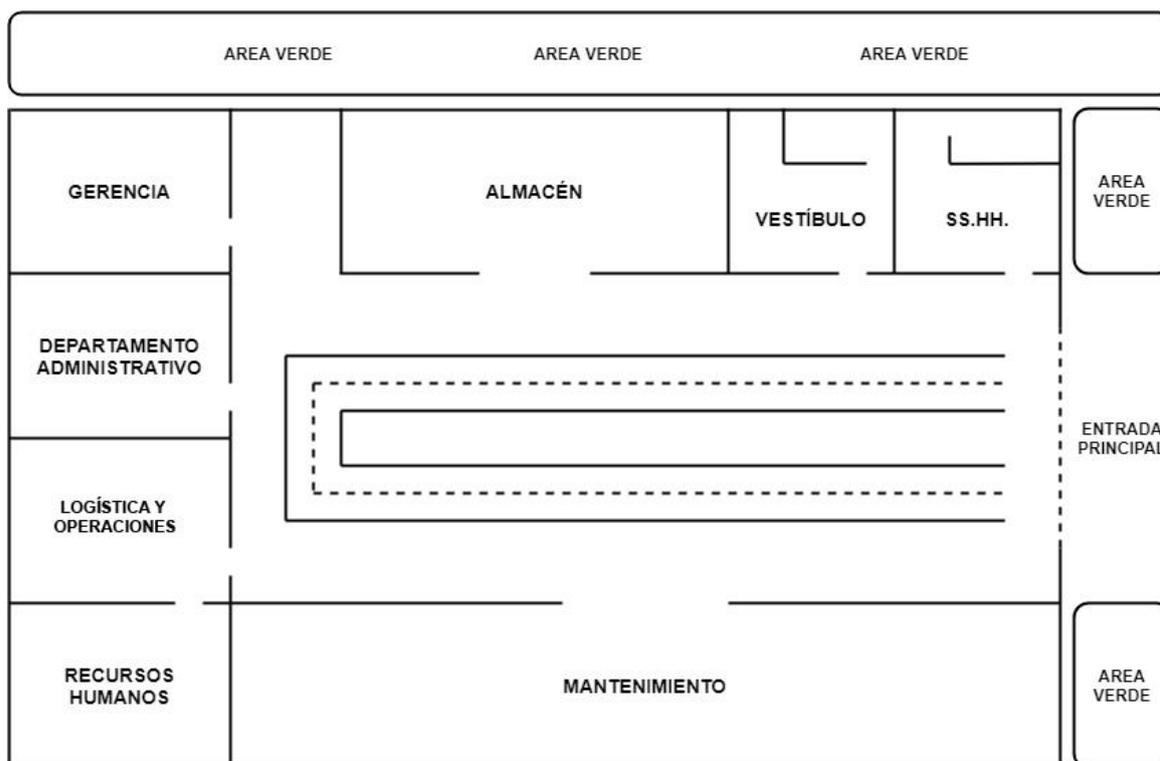


Figura 2. Disposición actual de los departamentos de la compañía

La empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, atiende a su mercado consumidor con la dotación del servicio de alquiler de maquinaria pesada para propósitos particulares. En esencia, los servicios se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Máquinas de la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C. a octubre del 2022

Máquina	Marca	Modelo	Año de fabricación	Año de adquisición	N° de máquinas
Excavadora hidráulica	Caterpillar	320DL-M4T01819	2009	2018	3
Excavadora Hidráulica	Caterpillar	336DL-M4T01474	2013	2018	2
Cargador frontal	Volvo	L150G	2010	2018	

					2
Tractor de tipo oruga	Caterpillar	D8T- J8B02998	2014	2019	2
Tractor de tipo oruga	Caterpillar	D8T- J8B02848	2013	2018	2
Volquete	Volvo	FMX 440	2018	2018	2
Motoniveladoras	Caterpillar	140K- JPA00219	2014	2018	2
Retroexcavadora	Caterpillar	420F2	2015	2018	2
Compactadora	METSO	LT200HP s/oruga	2009	2018	1
Compactadora	Kormax	7 HP	2013	2018	1
Cortadora de Concreto	Honda	Q450 13HP	2017	2018	7
Martillo Hidráulico	Bosch	GSH 27	2014	2018	8

Se dispone de una amplia gama de maquinarias y equipos, que son dedicados a tareas específicas por la clientela que utiliza el servicio. El servicio incluye el transporte de la máquina al lugar deseado.

Hidráulica Servinorte S.A.C, ejecuta el aprovisionamiento de maquinaria y equipos de marcas como Caterpillar, METSO, Volvo, Kormax, Bosch y Honda, generando el oportuno cumplimiento del servicio a sus clientes con una alta continuidad operativa.

Habría que precisar la participación tomando en cuenta la participación mensual de cada activo, para esto se utilizó el diagrama de Pareto. El diagnostico, es mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 3. Información de los servicios ofertados

Servicios ofertados	Frecuencia	% De participación	Acumulado	Porcentaje acumulado
Excavadora hidráulica	24	20%	24.00	20%
Cargador frontal	22	18%	46.00	38%
Tractor de tipo oruga	20	17%	66.00	55%
Volquetes	18	15%	84.00	70%
Motoniveladoras.	15	13%	99.00	83%
Retroexcavadoras.	12	10%	111.00	93%
Compactadora	4	3%	115.00	96%
Cortadora de Concreto	3	3%	118.00	98%
Martillo Hidráulico	2	2%	120.00	100%
Totales	120	100.00%		

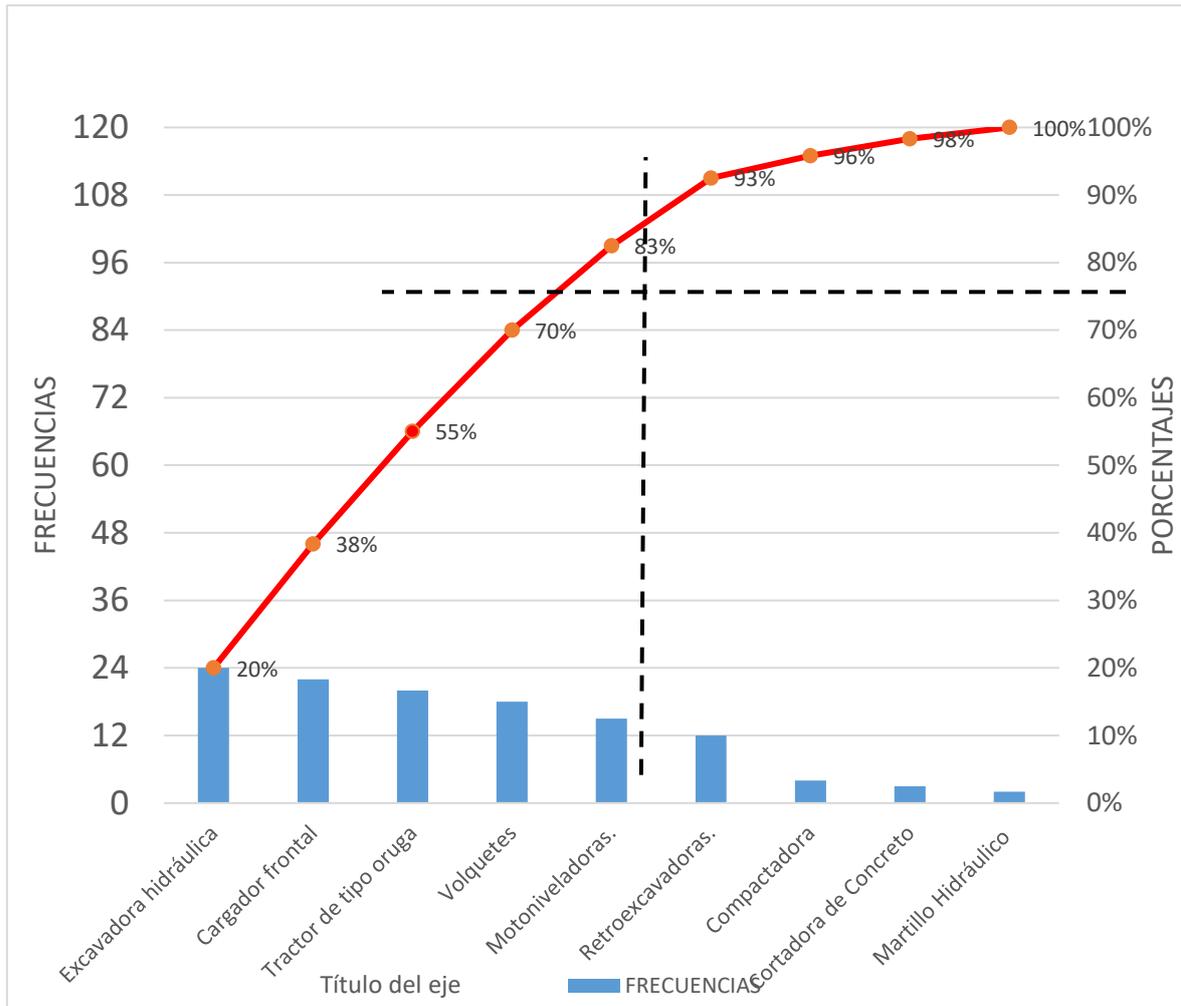


Figura 3. Diagrama de Pareto

Alcanzado este momento se precisó que, de los servicios provistos, los de mayor flujo activo o con mayor participación resultan ser el alquiler de excavadoras, cargadores de tipo frontales, tractores tipo oruga, volquetes y motoniveladoras, servicios que representan el mayor valor monetario para la empresa.

Los servicios complementarios, representan un menor porcentaje de participación; mismos que se encuentran constituidos por el alquiler de retroexcavadoras, compactadoras, cortadora de concreto y martillo hidráulico.

3.1.1.2. Descripción del proceso de servicio actual

Es fundamental que el área de logística y operaciones atienda las solicitudes de los clientes para poder brindarles el servicio de alquiler de maquinaria a tiempo.

Los clientes se ponen en contacto con la empresa a través de mecanismos de atención al cliente, ya sean físicos o virtuales, con el fin de solicitar cotizaciones para la prestación de determinados servicios en función de sus necesidades específicas. El cliente es responsable de expresar de manera clara y puntual los detalles de su solicitud, cantidad de tiempo solicitado y toda la información esencial que el departamento de logística y operaciones considere necesario recopilar al momento de la interacción con el cliente.

Cuando el cliente está satisfecho con los términos y tarifas de la prestación del servicio, se crea una solicitud de servicio al cliente, que incluye toda la información esencial, así como las especificaciones de la máquina solicitada.

Posteriormente, y en base a la solicitud de atención, se comprueba la disponibilidad y se envía el detalle solicitado a los departamentos de mantenimiento y almacenaje.

El departamento de mantenimiento se encarga de calcular la disponibilidad operativa en relación directa con la maquinaria disponible. Esta sección contiene la información más actualizada acerca de la disponibilidad y el rendimiento de las máquinas disponibles para la empresa. Esta información también se distribuye a los departamentos de almacenamiento, logística y operaciones para fines de conveniencia. Por su parte, el área de almacenamiento será responsable de validar la disponibilidad de demanda de los equipos, insumos y herramientas que considere necesarios para completar la gestión en la atención al cliente.

Los departamentos de mantenimiento y almacenaje, deberán entregar sus informes con el detalle de disponibilidad y asignación de recursos que serán necesarios para dar respuesta a la solicitud pendiente del cliente.

El departamento de logística y operaciones será el encargado de validar el trámite y coordinar la información proporcionada por los departamentos anteriormente mencionados.

Cumplidos los requisitos y validada la información necesaria, se entregará la máquina al cliente. El monitoreo es continuo y está a cargo del departamento de logística y operaciones, que será responsable de responder y asignar recursos adicionales en respuesta a la demanda del cliente.

Cumplida la solicitud de alquiler de la maquinaria, se inician las coordinaciones necesarias para la devolución una vez finalizado el alquiler. El departamento de mantenimiento es responsable de realizar una revisión y validación completa de todos los recursos alquilados, seguido de la preparación de un informe detallado que luego se envía directamente al departamento de logística y operaciones para su revisión y consideración cuando el servicio está terminado.

Una vez finalizados los procesos previamente descritos se cierra la solicitud de atención. Se emitirá un informe detallando el servicio prestado, la actividad la lleva a cabo el departamento de logística y operaciones y concluye el proceso de servicio.

A continuación, se especifica el flujograma del proceso de servicio que utiliza la empresa para brindar el servicio ofrecido.

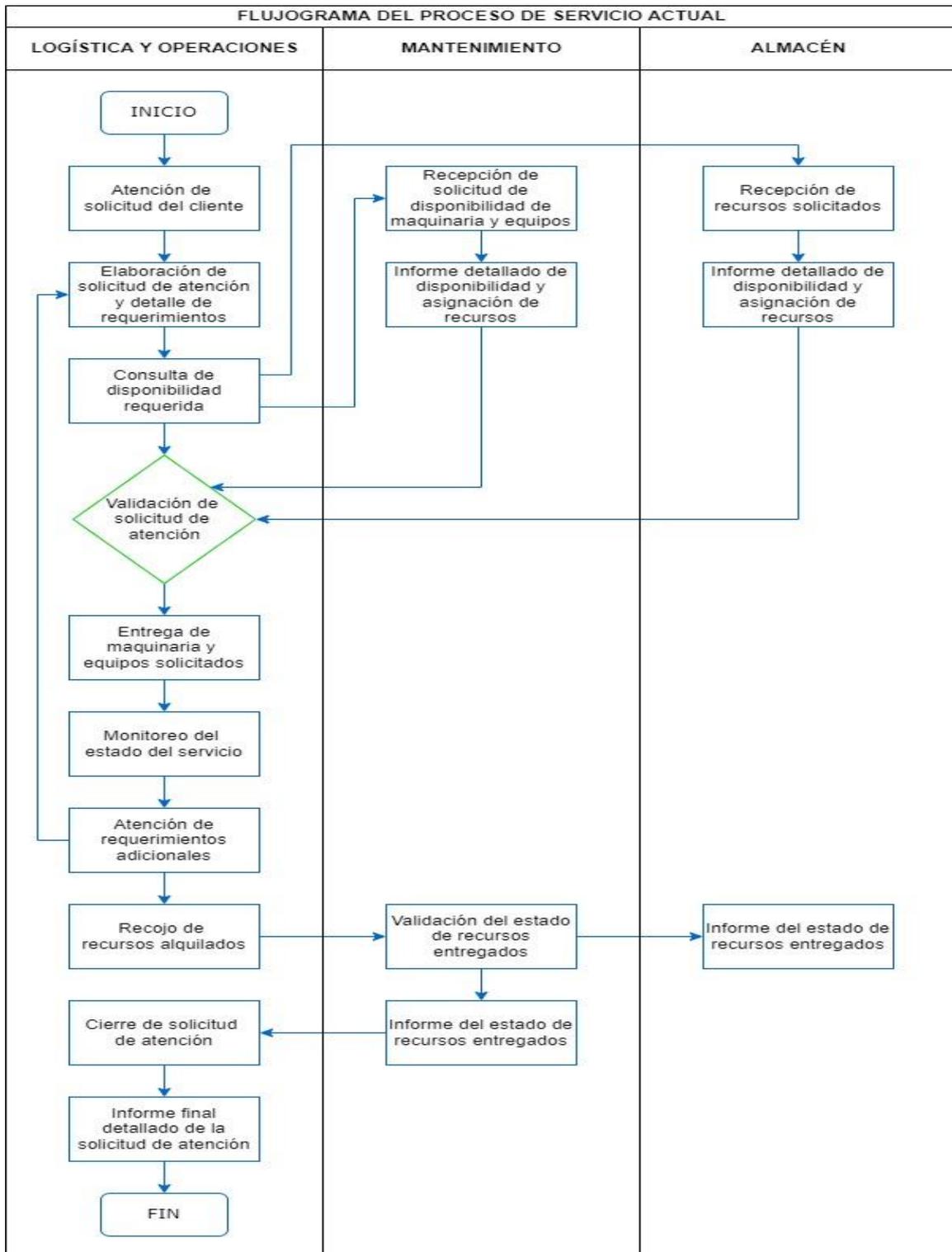


Figura 4. Flujograma del proceso de servicio actual

3.1.1.3. Análisis de la problemática

La problemática de la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, quien brinda el servicio de alquiler de maquinaria pesada, está identificada en el área de mantenimiento de la organización, afectando la eficiencia de los equipos y maquinaria, en tal sentido con la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento programado, se asume el incremento de la eficiencia de los equipos, eficiencia que también compromete a todas las demás áreas de la organización. Hay que mencionar, además que los problemas fueron detectados, mediante la utilización de herramientas de diagnóstico, de ahí que dichos resultados se presentan seguidamente.

3.1.1.3.1. Resultados de la aplicación de Instrumentos

a. Resultados de la observación directa

Técnica que fue aplicada por los investigadores en los días de visita a la empresa, a fin de detectar aspectos relevantes, de este modo sustentar acontecimientos revelados en el transcurso de los análisis previos. En la ejecución de la mencionada técnica, fue necesario la elaboración de una Guía de observación aplicada a la empresa, a fin de registrar los datos observados, su detalle se encuentra disponible en el Anexo A.

b. Resultados de la entrevista

Técnica que aplicada al jefe del departamento de mantenimiento, buscando reunir información asociada a la situación actual de la gestión de mantenimiento que afecta la eficiencia. Fue ejecutada por los investigadores y fue necesario como instrumento la guía de entrevista, su detalle se encuentra disponible en el Anexo B.

c. Resultados del análisis documental

Técnica que permitió registrar información relevante para la presente investigación se analizaron documentos como información general del personal, requerimientos de servicio, manuales de los equipos, etc. El instrumento ocupado fue la ficha de registro, su detalle se encuentra disponible en el Anexo C.

d. Resultados de la encuesta

Técnica que facilitó la recolección de datos e información de los colaboradores, en relación a la actual gestión de mantenimiento y que afecta la eficiencia. Fue aplicada por los investigadores. El instrumento ocupado fue el cuestionario, su detalle se encuentra disponible en el Anexo D. A continuación, se muestra los resultados de un cuestionario de once interrogantes.

Pregunta 1. ¿Existe un plan de gestión de mantenimiento al interior de la empresa?

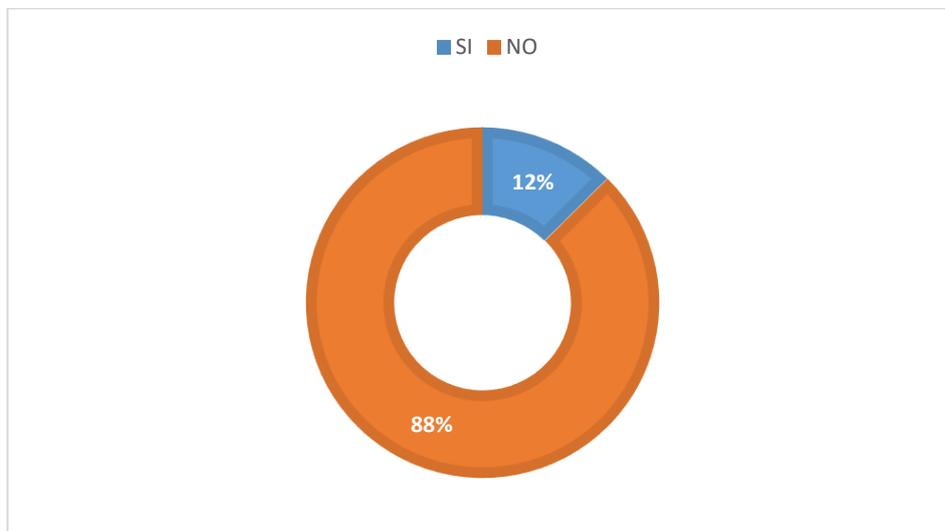


Figura 5. Plan de Gestión de mantenimiento

Interpretación: El 12% de los trabajadores encuestados manifiestan que, existe un plan de gestión de mantenimiento al interior de la empresa y el 88%, responden que no.

Pregunta 2. ¿El desarrollo de las funciones de mantenimiento son realizadas considerando una calendarización definida?

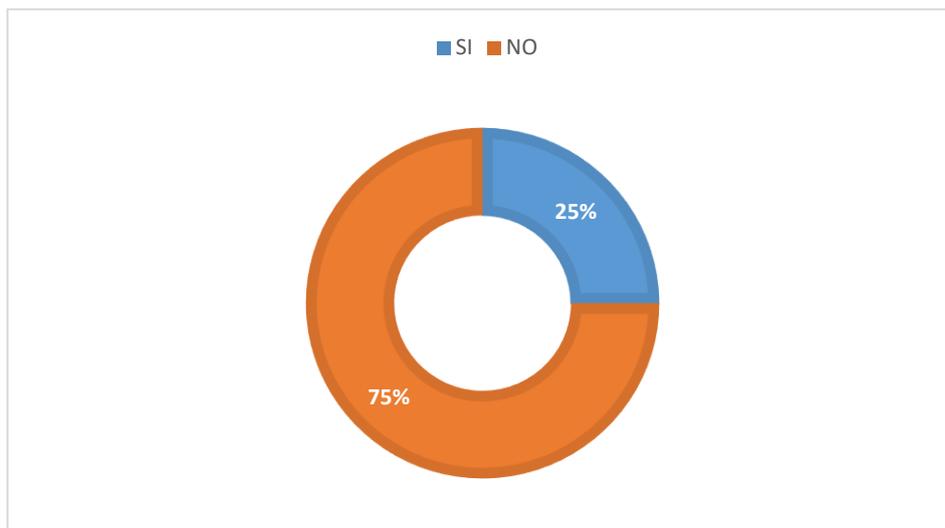


Figura 6. Calendarización definida

Interpretación: El 25% de los trabajadores encuestados manifiestan que, las funciones de mantenimiento son realizadas considerando una calendarización definida y el 75%, responden que no.

Pregunta 3. ¿Existe control y supervisión para las operaciones realizadas al interior del área de mantenimiento?

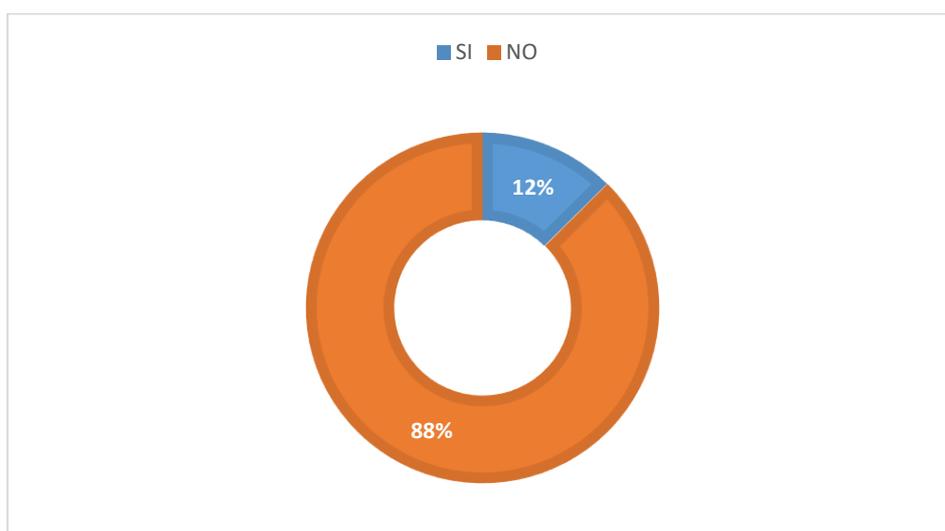


Figura 7. Control y supervisión

Interpretación: El 12% de los trabajadores encuestados manifiestan que, existe control y supervisión para las operaciones realizadas al interior del área de mantenimiento y el 75%, responden que no.

Pregunta 4. ¿Respecto a la disponibilidad general de la maquinaria, considera que es la correcta?

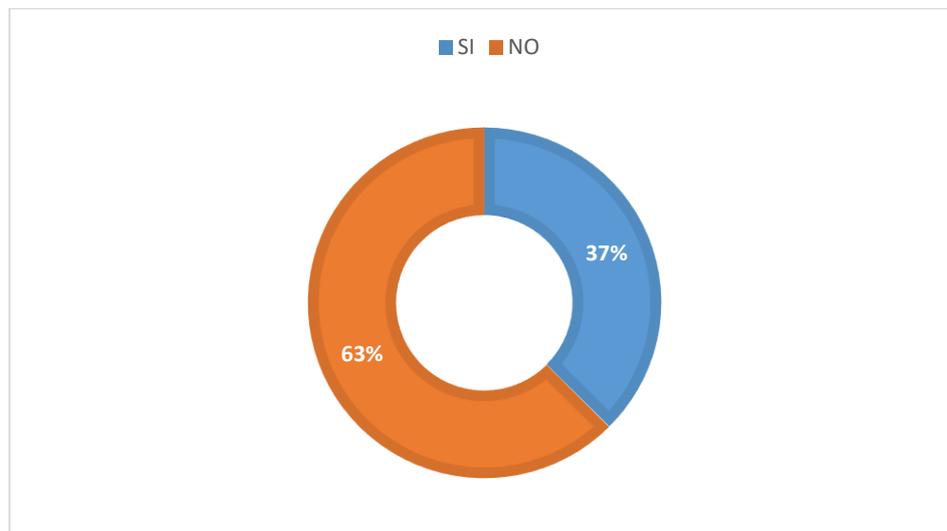


Figura 8. Disponibilidad de maquinaria correcta

Interpretación: El 37% de los trabajadores encuestados, consideran que es la correcta respecto a la disponibilidad general de la maquinaria y el 63%, responden que no.

Pregunta 5. ¿Considerando las paradas por mantenimiento, la disponibilidad en respuesta que genera el área de mantenimiento; la considera correcta?

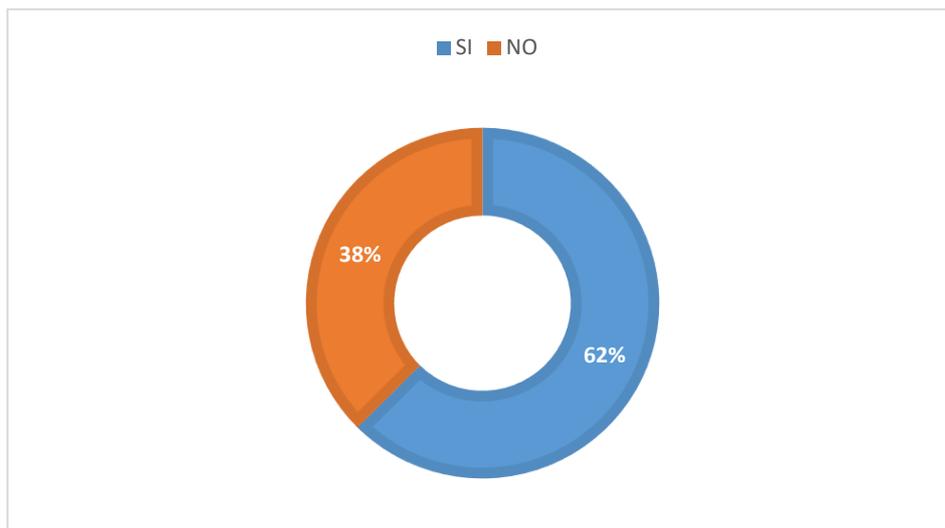


Figura 9. Disponibilidad por mantenimiento

Interpretación: El 62% de los trabajadores encuestados manifiestan que, considerando las paradas por mantenimiento, la disponibilidad en respuesta que genera el área de mantenimiento la consideran correcta y el 38%, responden que no.

Pregunta 6. ¿Considerando las paradas por avería, la disponibilidad en respuesta que genera el área de mantenimiento; la considera correcta?

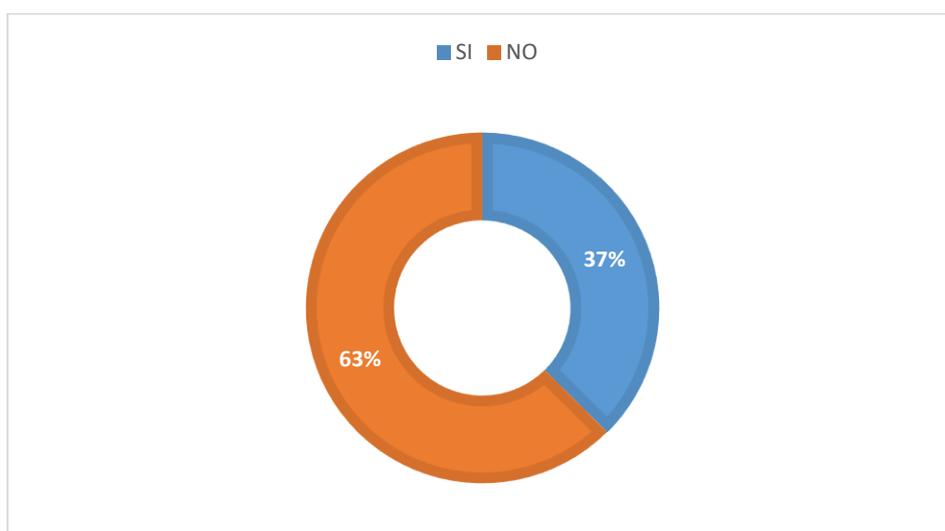


Figura 10. Disponibilidad por averías

Interpretación: El 37% de los trabajadores encuestados manifiestan que es correcto, Considerando las paradas por avería, la disponibilidad en respuesta que genera el área de mantenimiento y el 63%, responden que no.

Pregunta 7. ¿Considera que las condiciones laborales ofrecidas por la empresa son adecuadas? Si elige “No”, especifique.

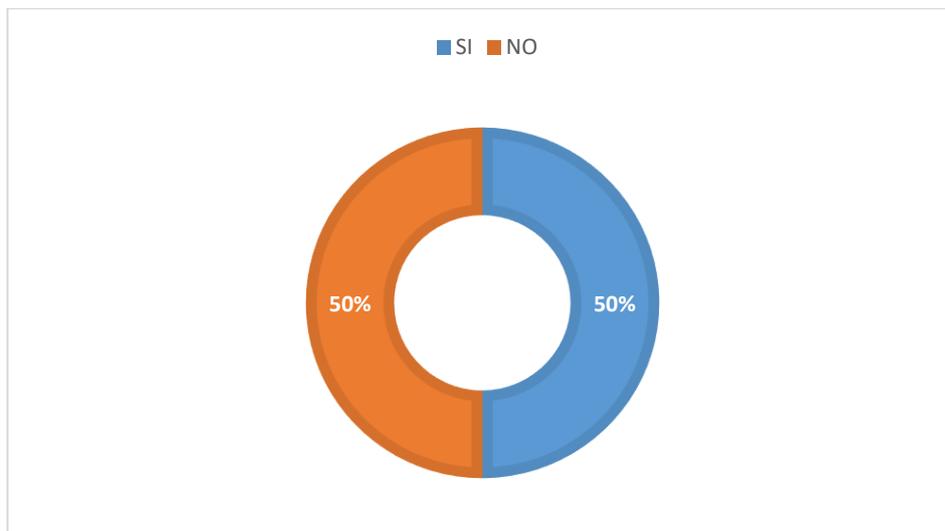


Figura 11. Condiciones laborales

Interpretación: Igual número de los trabajadores encuestados manifiestan que, las condiciones laborales ofrecidas por la empresa son adecuadas.

Pregunta 8. ¿Los recursos para desempeñar sus funciones, son provistos por la empresa de manera correcta?

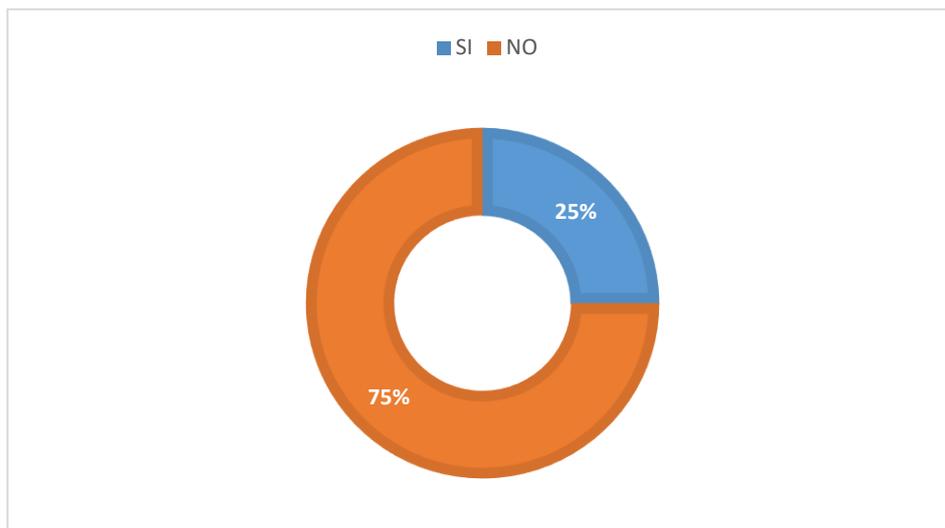


Figura 12. Provisión de recursos

Interpretación: El 25% de los trabajadores encuestados manifiestan que, la provisión de recursos para el desempeño de sus funciones es de manera correcta y el 75%, responden que no.

Pregunta 9. ¿De manera regular, la empresa pone a disposición programas de capacitación en temas específicos que le permitan mejorar su desempeño?

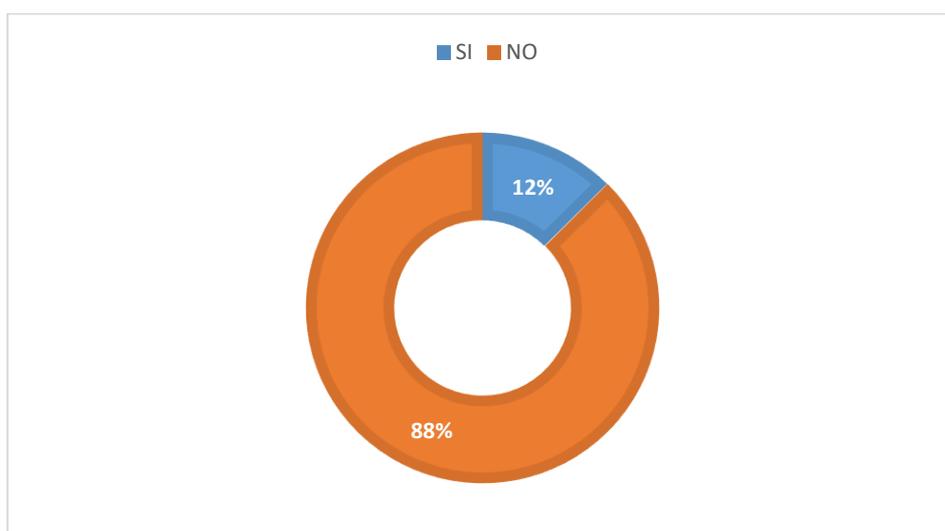


Figura 13. Programas de capacitación

Interpretación: El 12% de los trabajadores encuestados manifiestan que, la empresa pone a disposición programas de capacitación y el 88%, responden que no.

Pregunta 10. ¿Considera que existe sobre carga laboral dentro del área de mantenimiento de la empresa?

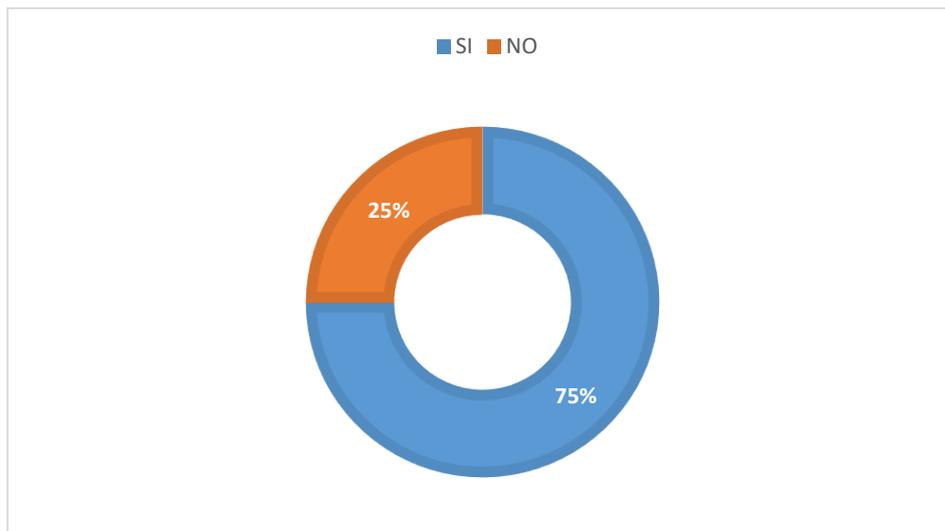


Figura 14. Sobrecarga laboral

Interpretación: El 75% de los trabajadores encuestados manifiestan que, existe sobre carga laboral dentro del área de mantenimiento y el 25%, responden que no.

Pregunta 11. ¿De manera general, usted se encuentra a gusto con el trabajo desempeñado al interior de la empresa?

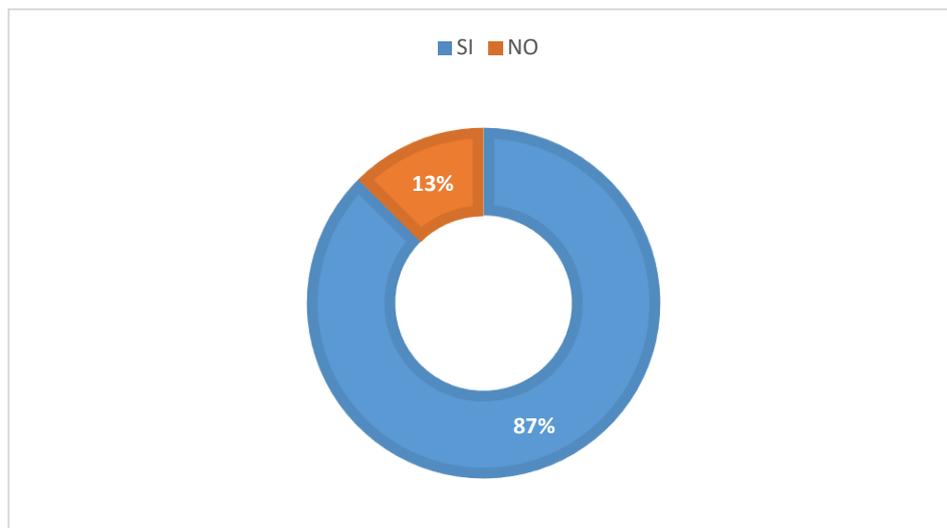


Figura 15. Desempeño laboral

Interpretación: El 87% de los trabajadores encuestados manifiestan que, se encuentra a gusto con el trabajo desempeñado y el 13%, responden que no.

3.1.1.3.2. Herramientas de diagnóstico

Se presentan a continuación herramientas que los investigadores utilizaron en el diagnóstico de la situación de la organización. Se determina que en el área de mantenimiento, no existe un plan de mantenimiento programado, hay una ausencia de inspecciones y del mismo modo formatos de control de inspección de mantenimiento.

Por otra parte, respecto a las máquinas, hay una constante falla de estas por falta de revisión técnica, de mantenimiento y una adecuada calibración de estas. Además, otro problema es que en el área de mantenimiento hay una ausencia de herramientas e instrumentos adecuados, del mismo modo una inexistencia de registros de herramientas para mantenimiento. De la misma forma, se agrega que hay una falta de conocimientos técnicos de equipos de medición, falta destreza para ejecutar ciertos tipos de mantenimiento y personal poco capacitado.

a. Diagrama de Ishikawa

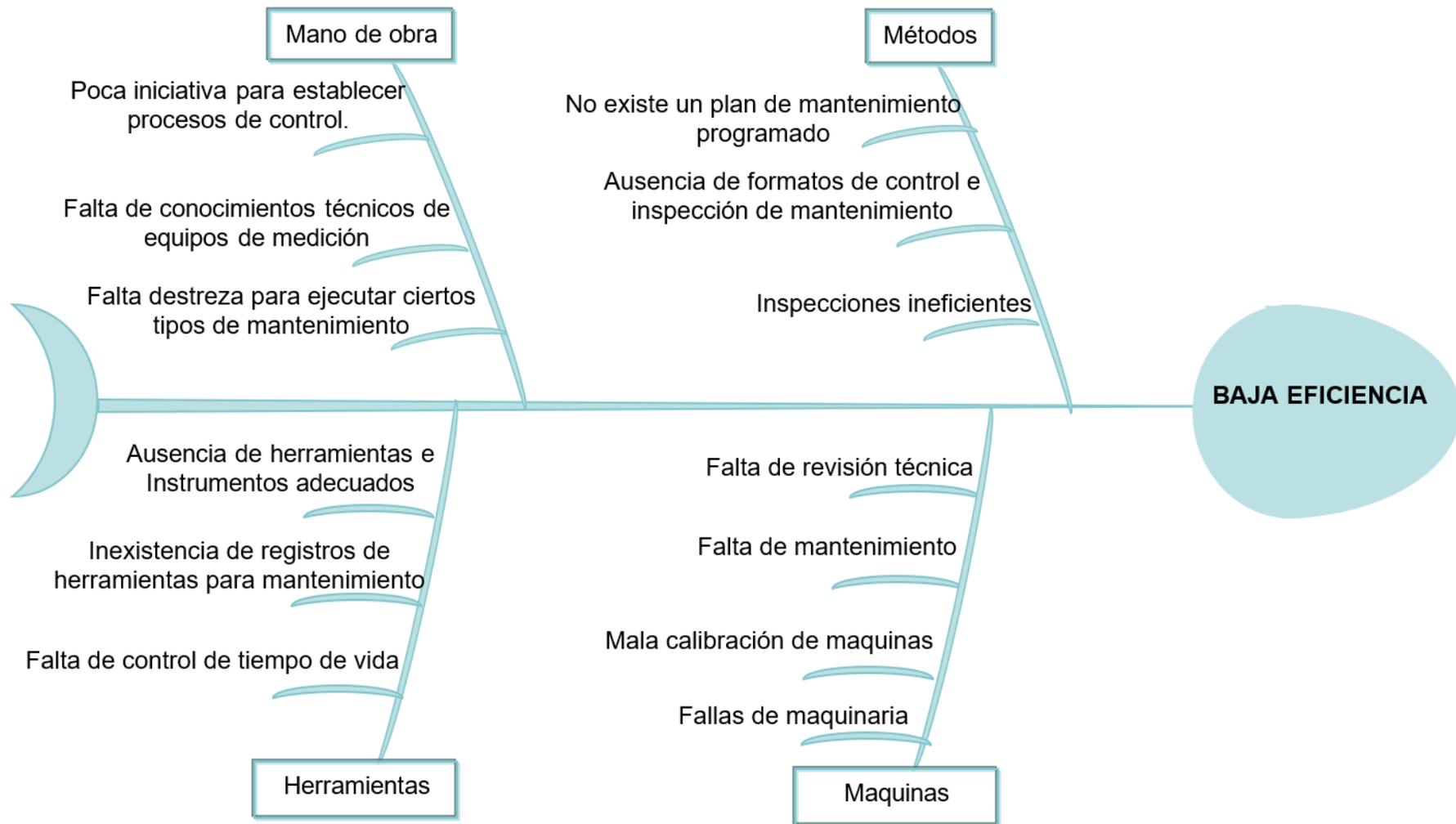


Figura 16. Diagrama de Ishikawa

Tabla 4. Análisis de la herramienta diagnóstico - Diagrama de Ishikawa

Aspecto	Causa	Porque suceden	Posible solución
Mano de obra	- Poca iniciativa para establecer procesos de control.	- Escaso compromiso con la misión de la empresa.	- Asignar un personal calificado para el cumplimiento del
	- Falta de conocimientos técnicos de equipos de medición.	- Mala asignación de personal.	- Asignar un personal de calificado.
	- Falta destreza para ejecutar ciertos tipos de mantenimiento.	- Omisión de capacitación a los colaboradores en forma permanente.	- Capacitar al personal adecuadamente para respuestas inmediatas.
Método	- No existe un plan de mantenimiento programado.	- Desconocimiento de que a mayor disponibilidad mayor eficiencia.	- Proponer una implementación de TPM.
	- Ausencia de formatos de control e inspección de mantenimiento.	- Desconocimiento de estos formatos.	- Implementación de formatos de control.
Herramienta	- Inexistencia de registros de herramientas para mantenimiento.	- Desconocimiento de estos formatos.	- Implementación de formatos de registro.
	- Ausencia de herramientas e instrumentos adecuados.		- Adquisición de herramientas.
Máquina	Falta de mantenimiento.	- Desconocimiento de mayor disponibilidad para aumentar la eficiencia.	- Mantenimiento preventivo bajo especificaciones.
	Falta de revisión técnica.		
	Mala calibración de máquinas.		

Basados en la información preliminar detallada, fue posible determinar que, al desarrollar la solución propuesta, solo se incluyeron algunas soluciones específicas identificadas. Estas soluciones se relacionaron en forma directa con el desarrollo de la gestión de mantenimiento ocupando al Mantenimiento Productivo Total (TPM) como herramienta metodológica y siendo estas las siguientes: programa de capacitaciones (teórico y práctico), implementación del TPM y el diseño del mantenimiento preventivo calendarizado en forma específica. Soluciones que persiguieron incrementar los indicadores de la eficiencia global de los equipos, en cuanto a la disponibilidad, rendimiento y calidad; favoreciendo también la reducción de averías y mejora de la continuidad operativa de la maquinaria asociada.

b. Diagrama de Pareto

Tabla 5. Registro mensual de fallas de las máquinas

Máquina	Periodo – 2021												Total de fallas
	N° de fallas mensuales												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Excavadora hidráulica 320DL-M4T01819				2							1	1	4
Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474	2				1	1		1		1		1	7
Cargador frontal			1			1				1			3
Tractor de tipo oruga D8T- J8B02998			2					1	1			1	5
Tractor de tipo oruga D8T- J8B02848		1		1						1			3
Volquetes		1	1				1	1					4
Motoniveladoras	1				1				1				3
Retroexcavadoras	1		1					1				1	4
Compactadora METSO			1			2		1		2			6
Compactadora KORMAX		1				1				1		1	4
Cortadora de Concreto	1					1				1			3
Martillo Hidráulico				1							1		2
													Total
													48

Tabla 6. Registro mensual de tiempo de paradas

Máquina	Periodo – 2021												Total de tiempo de paradas
	Tiempo de paradas en horas por mes												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Excavadora hidráulica 320DL-M4T01819	3.10	2.15	2.80	6.75	3.80		3.50		4.80		6.45	6.30	39.65
Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474	9.75	6.20	4.50	3.40	3.15	3.36	6.30	3.60	5.60	3.24	3.70	6.60	59.40
Cargador frontal	2.5	3.30	3.90	3.80	3.20	6.75	2.20			4.35			30.00
Tractor de tipo oruga D8T- J8B02998	4.60		9.60	3.40	5.60	4.90		3.45	3.60		1.75	3.60	40.50
Tractor de tipo oruga D8T- J8B02848		6.30		6.90	4.20	3.50	4.80		2.50	3.30	1.50		33.00
Volquetes	5.10	6.90	3.30	3.10	4.80		3.45	6.30			2.35	4.60	39.90
Motoniveladoras	3.30	3.60		4.40	6.45	4.80			4.35	1.95			28.85
Retroexcavadoras	3.90	5.80	6.45		4.90		5.40	3.60	3.00		2.20	7.35	42.60
Compactadora METSO		5.70	3.45	6.10		10.35	6.30	3.60	5.70	12.30	5.90		59.40
Compactadora KORMAX	3.60	6.75			5.30	4.35	6.10	5.70		6.00		3.60	41.40
Cortadora de Concreto	3.90		4.20			6.30			4.50	3.45		4.95	27.30
Martillo Hidráulico	2.20	1.50		3.30	1.40			2.10			3.90		14.40
												Total	456.40

Tabla 7. Método ABC - Registro mensual de tiempo de paradas

Máquina	Total de tiempo de paradas	% De participación	Acumulado	% Acumulado	Clasificación
Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474	59.40	13.01%	59.40	13.01%	A
Compactadora METSO	59.40	13.01%	118.80	26.03%	
Retroexcavadoras.	42.60	9.33%	161.40	35.36%	
Compactadora KORMAX	41.40	9.07%	202.80	44.43%	
Tractor de tipo oruga D8T- J8B02998	40.50	8.87%	243.30	53.31%	
Volquetes	39.90	8.74%	283.20	62.05%	
Excavadora hidráulica 320DL-M4T01819	39.65	8.69%	322.85	70.74%	
Tractor de tipo oruga D8T- J8B02848	33.00	7.23%	355.85	77.97%	
Cargador frontal	30.00	6.57%	385.85	84.54%	
Motoniveladoras.	28.85	6.32%	414.70	90.86%	C
Cortadora de Concreto	27.30	5.98%	442.00	96.84%	
Martillo Hidráulico	14.40	3.16%	456.40	100.00%	
Total	456.40	100.00%			

3.1.1.4. Situación actual de la eficiencia

En el desarrollo del presente estudio, los investigadores, ejecutan el cálculo de la eficiencia de la empresa, en función a la OEE, resultando a partir de los indicadores de; disponibilidad, rendimiento y la calidad; es relevante señalar que se obtienen los resultados según datos proporcionados por la empresa en el periodo 2021.

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

a. Cálculo de la disponibilidad actual

$$Disponibilidad = \left(\frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ planificado} \right) * 100$$

Cálculo del tiempo operativo: Se calcula el presente indicador, tomando en consideración, el periodo 2021 con un horario de trabajo de lunes a sábado con ocho horas laborales y tomando en cuenta feriados además días no laborables.

$$Tiempo\ operativo = (Tiempo\ total\ de\ trabajo - paros/fallas/mantenimiento)$$

Tabla 8. Tiempo operativo del periodo 2021

Periodo - 2021												
Tiempo total de trabajo en horas por mes (planificado)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total de tiempo Planificado
200	192	216	192	264	208	224	200	208	200	184	208	2496

Paradas por averías - mantenimiento (muertos)												Total de
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	tiempo
												Muerto
41.95	48.2	38.2	41.15	42.8	44.31	38.05	28.35	34.05	34.59	27.75	37	456.4

Resultó relevante precisar que, para el cálculo del tiempo operativo fue necesario determinar tanto el tiempo planificado, como el tiempo muerto. Para lo cual se determinó que, el tiempo planificado se obtuvo calculando la sumatoria del tiempo total de trabajo en horas planificado para cada uno de los meses correspondiente al periodo 2021, resultando ser 2496 horas. Sumado a ello, se calculó de similar forma el tiempo muerto, para lo cual luego del análisis realizado, se procedió a calcular la suma de horas generadas por paradas por averías para cada uno de los meses del mismo periodo de tiempo estudiado; obteniendo como valor 456.40 horas. Los cálculos mencionados, se detallan en lo consecutivo.

$$\textit{Tiempo operativo} = \textit{Tiempo planificado} - \textit{Tiempo muerto}$$

$$\textit{Tiempo operativo} = 2496 \textit{ horas} - 456.4 \textit{ horas}$$

$$\textit{Tiempo operativo} = 2039.6 \textit{ horas}$$

$$\textit{Disponibilidad actual} = \left(\frac{\textit{Tiempo operativo} - \textit{Tiempo muerto}}{\textit{Tiempo planificado}} \right) * 100$$

$$\textit{Disponibilidad actual} = \left(\frac{2496 \textit{ horas} - 456.4 \textit{ horas}}{2496 \textit{ horas}} \right) * 100$$

$$\textit{Disponibilidad actual} = 81.715\%$$

$$\textit{Disponibilidad actual} = 0.81715$$

b. Cálculo del rendimiento actual

Para llevar a cabo el cálculo del rendimiento actual, fue utilizada la formula presentada en lo consecutivo:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\frac{\text{N}^\circ \text{ total de unidades}}{\text{Tiempo de ciclo ideal}}}$$

En donde el tiempo de ciclo ideal fue el tiempo de ciclo más rápido logrado por el proceso bajo condiciones óptimas. Considerando ello, se procedió a realizar los cálculos necesarios, siendo detallados a continuación.

$$\text{Capacidad nominal} = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de equipos}}{\text{Horas de trabajo}} \right)$$

$$\text{Capacidad nominal} = \left(\frac{35 \text{ unidades}}{2496 \text{ horas}} \right)$$

$$\text{Capacidad nominal} = 0.0136$$

$$\text{Tiempo de ciclo ideal} = \left(\frac{1}{\text{Capacidad nominal}} \right)$$

$$\text{Tiempo de ciclo ideal} = \left(\frac{1}{0.0136} \right)$$

$$\text{Tiempo de ciclo ideal} = 73.412$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{2039.6 \text{ horas}}{\frac{35 \text{ unidades}}{73.412 \text{ horas}}}$$

$$\text{Rendimiento} = 0.82$$

c. Cálculo de la calidad actual

Para poder llevar a cabo los cálculos de este apartado, fue ocupada información específica, la cual fue proporcionada en forma directa por el jefe del área de mantenimiento de la compañía de estudio; tal y como se detalló en lo consecutivo.

Tabla 9. Estado de la maquinaria correspondiente al periodo 2021

N°	Mes	Unidades conformes
1	ENE	21
2	FEB	25
3	MAR	23
4	ABR	21
5	MAY	27
6	JUN	24
7	JUL	21
8	AGO	23
9	SET	27
10	OCT	24
11	NOV	26
12	DIC	29
	Total	291

Basados en los resultados obtenidos, fue precisado que, fueron registradas 291 unidades conformes considerando la totalidad de meses del periodo 2021. Sumado a ello, también fue precisada como información que, el número total de unidades disponibles para todo el periodo 2021 correspondió ser 310. Con esta información, fue posible llevar a cabo los cálculos requeridos para determinar el indicador de calidad para la OEE; tal y como se presenta a continuación.

$$\text{Calidad} = Q = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de unidades conformes}}{\text{N}^\circ \text{ de unidades totales}} \right)$$

$$\text{Calidad} = Q = \left(\frac{291 \text{ unidades}}{310 \text{ unidades}} \right)$$

$$\text{Calidad} = Q = 0.9387$$

Finalmente, se llevó a cabo el cálculo del valor para el indicador del OEE a través de la disponibilidad, rendimiento y calidad previamente determinados.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

$$\text{OEE} = 0.8175 * 0.82 * 0.9387$$

$$\text{OEE} = 0.6292$$

Interpretación: Una OEE de 62,92% significa que de cada 100 equipos de la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, que se le brinda mantenimiento, a 63 equipos se les brinda eficientemente un mantenimiento preventivo, mientras tanto los otros 37 equipos dependerán de un mantenimiento correctivo.

3.1.2. Propuesta de investigación

Este estudio presenta un modelo para la gestión integral del mantenimiento, considerando las características propias de la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, dedicada a brindar servicios de alquiler de maquinaria pesada. La propuesta se presenta según su contexto actual, poniendo un determinado énfasis en la gestión y optimización sostenida en el tiempo de procesos asociados a la planificación, programación y ejecución del mantenimiento, de manera real y continua en beneficio del desempeño de la unidad que se destine a su mantenimiento, favoreciendo la eficiencia de la gestión.

3.1.2.1. Fundamentación

Tomando en consideración a la problemática identificada, existencia de recursos y criticidad de los equipos, se aplicó la metodología TPM, en base a ello, la propuesta en el presente estudio se fundamenta en teorías relacionadas a la gestión del mantenimiento de equipos, con ello los investigadores buscan aumentar la eficiencia de las máquinas y equipos operacionales a través de la prevención de averías. En la elaboración y desarrollo se toman en cuenta además propuestas de investigadores anteriores en gestión del mantenimiento, que permitirá anticiparse a los fallos, subsanándolos con impacto ínfimo en el funcionamiento del sistema, conviene subrayar eliminando las causas de algunos fallos.

3.1.2.2. Objetivos de la propuesta

Como objetivo principal, la propuesta, tiene el incremento de la eficiencia de la maquinaria pesada de la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, con la gestión de mantenimiento, determinando valores reales de indicadores de disponibilidad, calidad y rendimiento de equipos.

3.1.2.3. Desarrollo de la propuesta

Como paso previo fue necesario realizar un diagnóstico de la situación actual, considerando aspectos relacionados con el mantenimiento de equipos, teniendo conocimiento del registro total de fallas, se dispuso que la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, debe gestionar en forma adecuada el mantenimiento de sus activos que dedica al alquiler, a fin de tomar solución a los frecuentes fallos. Asimismo, la propuesta se desarrolla a través de 3 etapas: planificación, ejecución y control. En la ejecución de esta propuesta se utilizaron herramientas como el ABC y diagrama de Pareto, determinándose que los siguientes activos: Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474, Compactadora METSO, Retroexcavadora, Motoniveladora, Tractor de tipo oruga D8T- J8B02998, Volquete, Excavadora hidráulica 320DL-M4T01819 y el Tractor de tipo oruga D8T- J8B02848 representan el nivel crítico de 80%.

Etapa 1. Planificación

Etapa donde se realizó el plan de mantenimiento de las máquinas destinadas al alquiler por parte la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, para determinar cada qué periodo de tiempo se deberá realizar el mantenimiento correspondiente y el colaborador responsable de dicha actividad. Para la elaboración del plan de mantenimiento previamente se realizó un análisis de la criticidad de todas las máquinas que posee como activos la empresa.

Análisis de la criticidad de la maquinaria

Un adecuado plan de gestión de mantenimiento necesita la determinación de la criticidad de las máquinas, relacionada claro está con la frecuencia de servicios, asimismo se necesita destinar recursos a los equipos y máquinas con el fin del cumplimiento del objetivo de la propuesta.

La criticidad de las máquinas es proporcional a su importancia en la prestación de servicios de alquiler de la empresa, en definitiva, debido a que los recursos son limitados y su disposición se debe efectuar de la mejor manera, destinándose mayores recursos de manera óptima a los equipos más relevantes porque son los que tendrán mayor influencia en el cumplimiento de objetivos económicos de la empresa. Determinar mediante el uso de la matriz de criticidad de la maquinaria, admitirá el establecimiento preciso y con eficiencia el modelo de mantenimiento: preventivo, correctivo o predictivo, que normalice el funcionamiento y los perjuicios que sufrirían los clientes a consecuencia de la indisponibilidad de los activos de la empresa, La revisión literaria de anteriores antecedentes permite considerar la siguiente fórmula matemática:

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia} * \textit{Consecuencia}$$

Conviene subrayar que, en el diseño de los factores de criticidad, la frecuencia se relaciona con el número de fallas en un determinado periodo de tiempo; la consecuencia se asocia en el siguiente orden: impacto operacional, flexibilidad operacional, costo de

mantenimiento, impacto al medio ambiente y el impacto a la seguridad, tal cual se presentan en la tabla 10.

En la figura 17 se muestra una matriz de criticidad detallando los niveles de alta, media o baja criticidad que pueden tener los equipos.



Figura 17. Matriz de criticidad con sus niveles

Tabla 10. Factores de criticidad

Factor de frecuencia (FF)	
Frecuencias de fallas Anuales	Ponderado
Mayor que 5 por año	5
Entre 4 a 5 por año	4
Entre 2 a 3 por año	3
Probable 1 por año	2
Menos de 1 por año	1
Factor de consecuencia	
Impacto operacional (IO)	Ponderado
Pérdidas de servicio superiores a 19% al año	5
Pérdidas de servicio entre 13% y 18% al año	4
Pérdidas de servicio entre 10% y 12% al año	3
Pérdidas de servicio entre 3% y 9% al año	2

Pérdidas de servicio ≤ 2% al año	1
Flexibilidad operacional (FO)	Ponderado
Procedimiento reparación Muy complejo	5
Procedimiento reparación Complejo	4
Procedimiento reparación Moderado	3
Procedimiento reparación Sencillo	2
Procedimiento reparación Bajo	1
Costos de mantenimiento (CM)	Ponderado
Costos mayores a 4000 soles	5
Costos entre 3000 y 4000 soles	4
Costos entre 2000 y 2999 soles	3
Costos entre 1000 y 1999 soles	2
Costos menores a 1000 soles	1
Impacto medio ambiente (IMA)	Ponderado
Daño Muy grave al ambiente	5
Daño Grave al ambiente	4
Daño Moderado al ambiente	3
Daño Leve al ambiente	2
Sin daño al ambiente	1
Impacto de seguridad (IS)	Ponderado
Riesgo alto de pérdida de vida o incapacidad permanente	5
Riesgo medio de pérdida de vida o incapacidad parcial	4
Riesgo alto de enfermedades severos	3
Riesgo leve de enfermedades	2
Sin impacto en la seguridad	1

La tabla 11 presenta la criticidad de los equipos según la ponderación los criterios de criticidad antes anotados, en base a información obtenida de la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C.

Tabla 11. Análisis de la criticidad de los equipos

TIPO DE CRITICIDAD		RANGO			COLOR		
ALTA		56 ≤ CRITICIDAD ≤ 155			ROJO		
MEDIA		51 ≤ CRITICIDAD ≤ 55			AMARILLO		
BAJA		10 ≤ CRITICIDAD ≤ 50			VERDE		
ANALISIS DE CRITICIDAD							
EQUIPOS	FRECUENCIA	CONSECUENCIAS					NIVEL DE CRITICIDAD TOTAL
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	IMPACTO MEDIO AMBIENTAL	IMPACTO DE SEGURIDAD	
Martillo Hidráulico	2	1	1	1	1	1	10
Cortadora de Concreto	3	2	1	2	1	1	21
Compactadora KORMAX	4	2	1	2	1	1	28
Cargador frontal	3	4	3	4	3	4	54
Tractor de tipo oruga D8T-J8B02848	3	4	3	4	4	4	57
Motoniveladoras.	3	4	4	3	4	4	57

Compactadora METSO	6	2	2	3	1	2	60
Volquetes	4	4	3	3	4	3	68
Excavadora hidráulica 320DL-M4T01819	4	5	4	4	3	3	76
Retroexcavadoras	4	3	4	5	4	4	80
Tractor de tipo oruga D8T-J8B02998	5	4	3	3	4	4	90
Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474	7	5	4	4	4	4	147

Tabla 12. Criticidad de los equipos

Equipos	Nivel de criticidad total	% de participación	Acumulado	% acumulado
Martillo Hidráulico	10	1.34%	10	1.34%
Cortadora de Concreto	21	2.81%	31	4.14%
Compactadora	28	3.74%	59	7.89%
KORMAX				
Cargador frontal	54	7.22%	113	15.11%
Tractor de tipo oruga	57	7.62%	170	22.73%
D8T- J8B02848				
Motoniveladoras.	57	7.62%	227	30.35%
Compactadora METSO	60	8.02%	287	38.37%
Volquetes	68	9.09%	355	47.46%
Excavadora hidráulica	76	10.16%	431	57.62%
320DL-M4T01819				
Retroexcavadoras.	80	10.70%	511	68.32%
Tractor de tipo oruga	90	12.03%	601	80.35%
D8T- J8B02998				
Excavadora hidráulica	147	19.65%	748	100.00%
336DL-M4T01474				
Total	748	100.00%		

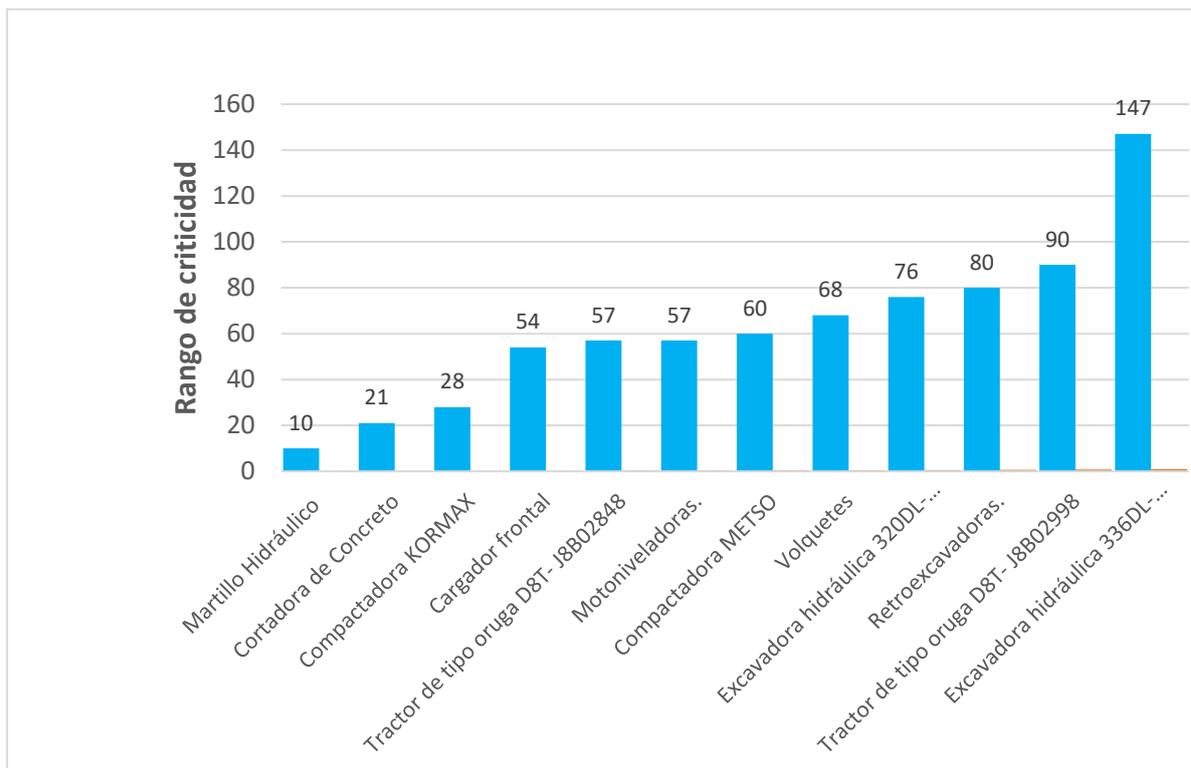


Figura 18. Diagrama de criticidad

Se culmina esta etapa, identificado los equipos, para luego diseñar una estrategia para a fin que mejore su disponibilidad operacional, iniciando un conjunto de procesos, mejorando la oportunidad de aumentar la eficiencia de los equipos de la empresa.

Etapa 2. Ejecución

Es en esta etapa de la propuesta, en la que se llevara a cabo la ejecución de la gestión del mantenimiento. El plan de mantenimiento propuesto contiene un considerable conjunto de tareas que se ejecutan en el área de mantenimiento con el fin de cumplir con los objetivos propuestos; disponibilidad, rendimiento y calidad, con el propósito de maximizar en el activo, la vida útil.

a) Mantenimiento autónomo

Respecto al mantenimiento autónomo actual de Hidráulica Servinorte S.A.C no existe participación del operador por falta de capacitación y entrenamiento, en tal sentido existe la necesidad de involucrar al operador capacitándolo en el mantenimiento autónomo, del mismo modo como lo muestra la figura 19.

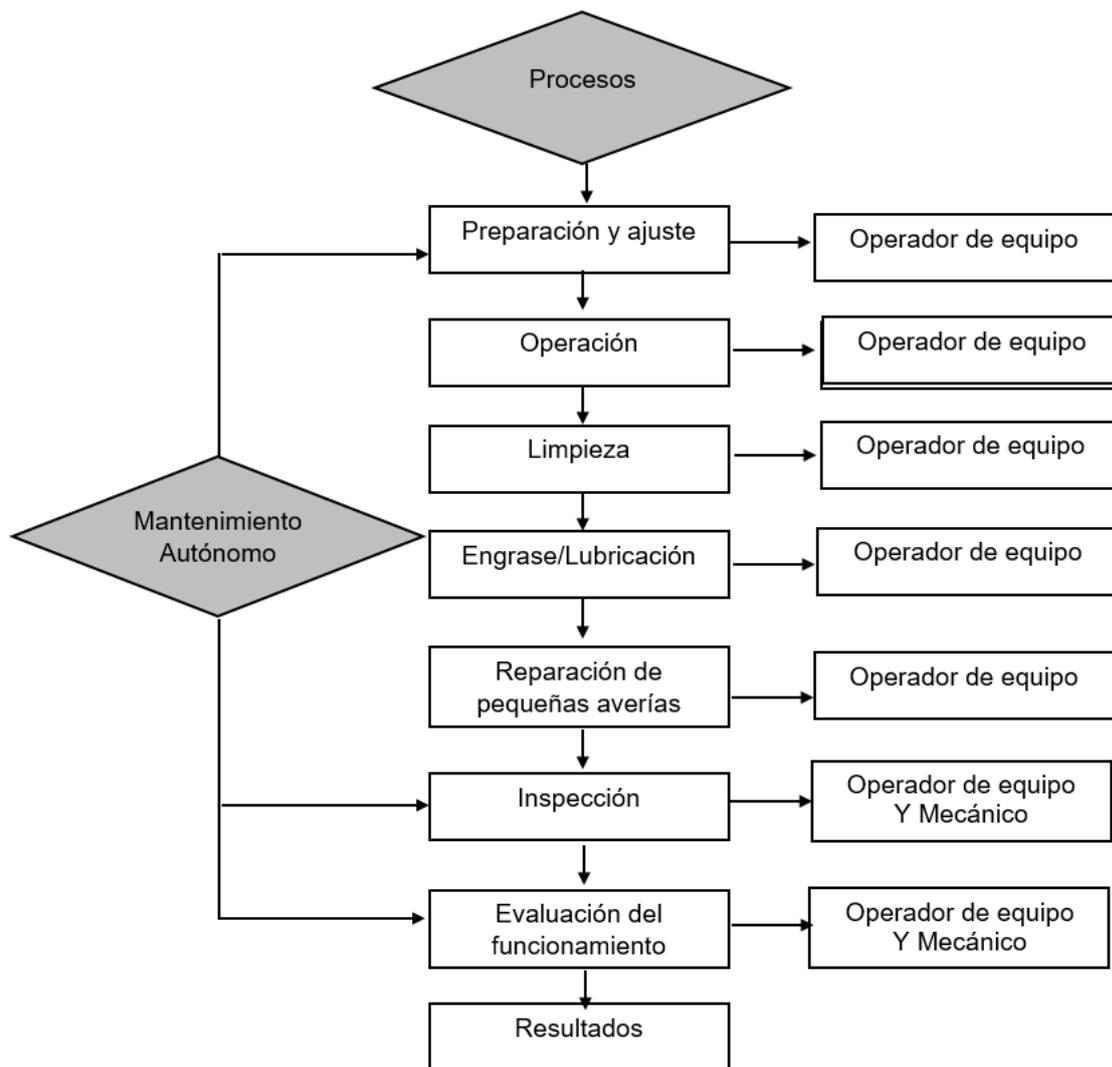


Figura 19. Secuencia del mantenimiento autónomo

b) Capacitaciones

Como se mencionó con anterioridad, no existe participación del operador por falta de capacitación y entrenamiento, en tal sentido existe la necesidad de involucrar al operador capacitándolo de manera teórica y práctica, de igual manera también mejorar la comunicación entre los colaboradores internos, con el fin de generar más confianza y cumplir los objetivos que se establecen en la empresa. Se presenta a continuación la metodología:

1. Capacitación teórica. - El contenido de los temas fundamentales en mantenimiento de maquinarias son: Principales causas de accidentes laborales, OEE, la metodología TPM, limpieza y sustitución de filtros, limpieza de turbocompresor, Inspección de luces y. Se busca aumentar el nivel de conocimientos y habilidades en los colaboradores internos mediante una formación continua.

Tabla 13. Capacitación teórica

Tema	Frecuencia	Duración (teoría)	Dirigido a	Responsable
Causas de principales accidentes laborales	Semestral	30 minutos	Todo el personal	Supervisor de área de mantenimiento
OEE	Semestral	40 minutos	Todo el personal	Supervisor de área de mantenimiento
Metodología TPM	Solo una vez	40 minutos	Todo el personal	Supervisor de área de mantenimiento
Limpieza y sustitución de filtros	Trimestral	20 minutos	Operarios	Mecánico
Limpieza de turbocompresor	Trimestral	20 minutos	Operarios	Mecánico

Limpiar el respiradero del diferencial combustible y transmisión	Trimestral	20 minutos	Operarios y Mecánicos	Mecánico
Inspección de luces	Trimestral	20 minutos	Operarios y Electricista	Electricista
Ajustar inyectores de combustible	Trimestral	20 minutos	Operarios y Electricista	Mecánico

2. Capacitación práctica. - Conjuntamente con el equipo técnico de la empresa y teniendo como guía los manuales propios de las máquinas, se incluyen los siguientes temas: limpieza, inspección, sustitución y ajuste de inyectores de combustible. Estas se realizarán en los días sábados, los cuales tendrán una duración de 01 hora y 30 minutos respectivamente, establecidos trimestralmente.

Tabla 14. Capacitación práctica

Tema	Frecuencia	Duración (práctica)	Dirigido a	Responsable
Limpieza y sustitución de filtros	Trimestral	60 minutos	Operarios	Mecánico
Limpieza de turbocompresor.	Trimestral	60 minutos	Operarios	Mecánico
Limpiar el respiradero del diferencial combustible y transmisión	Trimestral	60 minutos	Operarios y Mecánicos	Mecánico
Inspección de luces	Trimestral	30 minutos	Operarios y Electricista	Electricista

Ajustar inyectores de
combustible

Trimestral

30 minutos

Operarios y
Electricista

Mecánico

c) Mantenimiento planificado

En lo que respecta al plan de mantenimiento aportara a obtener una mayor disponibilidad de los activos, de tal manera que permitirá la reducción de las pérdidas económicas que se generen por las paradas de la maquinaria, en ese sentido disminuya la eficiencia de la maquinaria por no tener un mantenimiento planificado. El mantenimiento planificado tiene como objetivos minimizar paradas y mejorar la disponibilidad de la maquinaria. Asimismo, el mantenimiento planificado permite realizar actividades como: inspecciones visuales permitiendo detectar fugas de lubricantes, como también detectar condiciones laborales inseguras del operador de la máquina. Se presenta a continuación el mantenimiento planificado de las máquinas consideradas previamente con la ayuda de la matriz de criticidad.

Tabla 15. Plan de gestión de mantenimiento planificado - Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474

Máquina	Actividad	Tipo de actividad	Materiales	Responsable	Frecuencia	Prioridad
Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474	Cambiar líquido refrigerante	Reemplazo	Llave ½ y deposito recolector.	Mecánico	40 semanas 2000 horas	Baja
	Cambiar elemento filtrante de bomba combustible	Reemplazo	Suelta filtro	Mecánico	4 semanas 250 horas	Alta
	Comprobar tensión y estado de correa de ventilador	Inspección	Llave de 5/8	Mecánico	4 semanas 250 horas	Alta
	Examinar y limpiar válvula de polvo de filtro de aire	Inspección	WIPE	Operario	1 semana 48 horas	Baja
	Cambiar Elemento interno del filtro de aire	Reemplazo	Suelta filtro	Mecánico	8 semanas 500 horas	Alta
	Comprobar ajuste de tornillos soporte de motor	Inspección	Dado de 15/16 con palanca	Mecánico	8 semanas 500 horas	Alta

Tabla 16. Plan de gestión de mantenimiento planificado - Tractor de tipo oruga D8T- J8B02998

Máquina	Actividad	Tipo de actividad	Materiales	Responsable	Frecuencia	Prioridad
Tractor de tipo oruga D8T- J8B02998	Comprobar terminales de la batería en cuanto al estado y apriete	Inspección	Llave nº 12	Operario	01 semanas 40 horas	Media
	Verificar el nivel de líquido refrigerante.	Inspección	N/A	Operador	Diario 10 horas	Alta
	Limpiar el respiradero del diferencial posterior, combustible y transmisión.	Limpieza	N/A	Operador	Diario 10 horas	Baja
	Cambio del filtro de retorno del sistema hidráulico.	Reemplazar	Suelta filtro	Mecánico	8 semanas 500 horas	Alta
	Verificar el nivel del líquido de freno.	Inspección	Maletín mecánico	Mecánico	4 semanas 250 horas	Media
	Cambio de aceite del eje delantero y los reductores finales	Reemplazar	Maletín mecánico	Mecánico	16 semanas 1000 horas	Media
	Comprobar el ajuste de las piezas del turbocompresor.	Inspección	Maletín mecánico	Mecánico	16 semanas 1000 horas	Media
	Limpiar el turbocompresor.	Limpieza	N/A	Operador	32 semanas 2000 horas	Media

Tabla 17. Plan de gestión de mantenimiento planificado – Retroexcavadora

Máquina	Actividad	Tipo de actividad	Materiales	Responsable	Frecuencia	Prioridad
Retroexcavadoras	Cambio del elemento del filtro del respiradero del deposito	Reemplazo	Suelta Filtro, Llave de ½"	Mecánico	16 semanas 1000 horas	Baja
	Comprobar nivel de electrólito de la batería	Inspección	Maletín mecánico	Mecánico	4 semanas 250 horas	Media
	Purga del sistema de enfriamiento	Drenaje	Maletín mecánico	Mecánico	16 semanas 1000 horas	Baja
	Cambio del filtro del pre filtro de combustible	Reemplazo	Suelta filtro	Mecánico	4 semanas 250 horas	Media
	Inspeccionar y limpiar el elemento primario del filtro de aire	Inspección y limpieza	N/A	Operador	4 semanas 250 horas	Baja
	Cambiar el aceite hidráulico	Reemplazo	Aceite, maletín mecánico	Mecánico	16 semanas 2000 horas	Baja

Tabla 18. Plan de gestión de mantenimiento planificado - Excavadora hidráulica 320DL-M4T01819

Máquina	Actividad	Tipo de actividad	Materiales	Responsable	Frecuencia	Prioridad
Excavadora hidráulica 320DL-M4T01819	Cambio de filtro de aceite del sistema hidráulico-caja de drenaje	Reemplazo	Filtro, maletín mecánico	Operario	24 semanas 1600 horas	Media
	Verificar el nivel de aceite de los mandos finales	Inspección	Maletín mecánico	Operario	24 semanas 1600 horas	Media
	Aceite del sistema hidráulico	Reemplazar	Lubricante, Trapo industrial,	Mecánico	8 semanas 500 horas	Alta
	Filtro de aceite del sistema hidráulico - Retorno	Reemplazar	Lubricante, aceitera manual, carretilla para tambor	Mecánico	8 semanas 500 horas	Alta
	Nivel de aceite del mando de rotación	Comprobar	Maletín mecánico	Operario	Semanal 48 horas	Baja

Tabla 19. Plan de gestión de mantenimiento planificado – Volquete

Máquina	Actividad	Tipo de actividad	Materiales	Responsable	Frecuencia	Prioridad
Volquetes	Inspeccionar luces en general	Inspección	N/A	Operador	01 semana 48 horas	Mediana
	Mantenimiento de indicadores cabina	Mantenimiento	Herramientas menores	Mecánico	01 semana 48 horas	Mediana
	Verificar y rellenar nivel tanque Hidráulico	Inspección y Mantenimiento	Varilla de nivel	Mecánico	8 semanas 500 horas	Alta
	Lubricación de la balinera de collarín	Reemplazo	Lubricante, Trapo industrial	Mecánico	48 semanas 3200 horas	Mediana
	Lubricación de Pivotes de dirección	Reemplazo	Lubricante, Trapo industrial	Mecánico	48 semanas 3200 horas	Mediana
	Verificación y ajustes de válvulas de motor	Inspección y ejecución	Dado de 15/16 con palanca	Mecánico	20 semanas 1000 horas	Alta

Tabla 20. Plan de gestión de mantenimiento planificado - Compactadora METSO

Máquina	Actividad	Tipo de actividad	Materiales	Responsable	Frecuencia	Prioridad
Compactadora METSO	Comprobar el ajuste de las válvulas	Inspección	Calibrador de válvulas, destornillador de paleta, llave de ½.	Mecánico	08 semanas 500 horas	Mediana
	Cambiar Filtro de combustible del motor	Reemplazo	Suelta Filtro, Llave de ½"	Mecánico	08 semanas 500 horas	Mediana
	Cambiar Aceite y Filtro Aceite Motor	Reemplazo	Lubricante, depósito de muestra, embudo, llave de 7/16", caneca	Mecánico	03 días 150 horas	Alta
	Cambiar el aceite del sistema del sistema de vibración	Reemplazo	Llave de expansión, pinzas, destornilladores	Mecánico	16 semanas 1000 horas	Baja
	Revisar pernos arandelas y tuercas	Inspección	Herramientas menores	Mecánico	08 semanas 500 horas	Mediana
	Revisar la tensión de la correa	Inspección	N/A	Operario	08 semanas 500 horas	Baja

Tabla 21. Plan de gestión de mantenimiento planificado – Motoniveladoras

Máquina	Actividad	Tipo de actividad	Materiales	Responsable	Frecuencia	Prioridad
Motoniveladoras	Verificar estado de Filtro de combustible	Inspección	Juego de dados y trapo industrial	Mecánico	01 semana 50 horas	Baja
	Lubricar esferas de los cilindros de desplazamiento lateral	Lubricar	Maletín mecánico, juegos de llaves mixtas, juego de dados y trapo industrial	Mecánico	02 semanas 100 horas	Media
	Cambio de filtro purificador	Reemplazar	Maletín mecánico	Mecánico	04 semanas 200 horas	Media
	Verificar Correa de alternador /Ventilador	Inspección	Juego de dados y trapo industrial	Mecánico	04 semanas 250 horas	Media
	Filtro de depósito hidráulico	Inspección	Juego de dados y trapo industrial	Mecánico	08 semanas 500 horas	Alta
	Ajustar inyectores de combustible	Ajustar	Cambio de tuerca ¾"	Operario	16 semanas 1000 horas	Media
	Lubricar varillaje de la pluma y el brazo	Reemplazar	Maletín mecánico, juegos de llaves mixtas, dados y trapo industrial	Mecánico	02 semanas 100 horas	Media
	Lubricar varillaje del cucharón	Reemplazar	Juego de dados y trapo industrial	Mecánico	01 semana 50 horas	Baja

Tabla 22. Cronograma de mantenimiento

ACTIVIDAD	MAQUINA	FRE CUE NCIA	ENE.				FEB.				MAR.				ABR.				MAY.				JUN.				JUL.				AGO.				SET.				OCT.				NOV.				DIC.			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Cambiar elemento filtrante de bomba combustible	Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474	4				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				
Comprobar tensión y estado de correa de ventilador	Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474	4				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				
Examinar y limpiar válvula de polvo de filtro de aire	Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Cambiar Elemento interno del filtro de aire	Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474	8								X								X								X												X								X				
Comprobar ajuste de tornillos soporte de motor	Excavadora hidráulica 336DL-M4T01474	8								X								X								X												X								X				
Comprobar terminales de	Tractor de tipo oruga	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				

Cambio de filtro purificador	Motoniveladas	4				X					X					X					X					X					X					X
Verificar Correas de alternador /Ventilador	Motoniveladas	4				X					X					X					X					X					X					X
Filtro de depósito hidráulico	Motoniveladas	8									X																									X

3.1.2.4. Situación de la eficiencia con la propuesta

En la estimación del nuevo valor de la variable dependiente con la propuesta, es importante señalar que se va a considerar el periodo del año 2022, además siendo conservadores, se ha considerado para la presente investigación una reducción del 5% en la cantidad de equipos que presentan fallas, debido al mantenimiento planificado a los equipos que presentan mayor criticidad.

a. Cálculo de la disponibilidad con la propuesta

Cálculo del tiempo operativo: Se calcula el presente indicador, tomando en consideración, el periodo 2022 con un horario de trabajo de lunes a sábado con ocho horas laborales y tomando en cuenta feriados además días no laborables.

$$Disponibilidad = \left(\frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ planificado} \right) * 100$$

Tabla 23. Tiempo operativo del periodo 2022

Periodo – 2022												
Tiempo total de trabajo en horas por mes (planificado)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total de tiempo Planificado
190	192	216	192	264	208	224	200	208	200	184	208	2496
Paradas por averías mantenimiento (muertos)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total de tiempo

													Muerto
39.9	45.8	36.3	39.09	40.66	42.09	36.15	26.93	32.35	32.86	26.36	35.15	433.58	

Resultó relevante precisar que, para el cálculo del tiempo operativo fue necesario determinar tanto el tiempo planificado, como el tiempo muerto. Para lo cual se determinó que, el tiempo planificado se obtuvo calculando la sumatoria del tiempo total de trabajo en horas planificado para cada uno de los meses correspondiente al periodo 2022, resultando ser 2496 horas. Sumado a ello, se calculó de similar forma el tiempo muerto, para lo cual luego del análisis realizado, se procedió a calcular la suma de horas generadas por paradas por averías para cada uno de los meses del mismo periodo de tiempo estudiado; obteniendo como valor 433.58 horas. Los cálculos mencionados, se detallan en lo consecutivo.

$$Tiempo\ operativo = Tiempo\ planificado - Tiempo\ muerto$$

$$Tiempo\ operativo = 2496\ horas - 433.58\ horas$$

$$Tiempo\ operativo = 2062.42\ horas$$

$$Disponibilidad\ actual = \left(\frac{Tiempo\ operativo - Tiempo\ muerto}{Tiempo\ planificado} \right) * 100$$

$$Disponibilidad\ actual = \left(\frac{2496\ horas - 433.58\ horas}{2496\ horas} \right) * 100$$

$$Disponibilidad\ actual = 82.63\%$$

$$Disponibilidad\ actual = 0.8263$$

b. Cálculo del rendimiento con la propuesta

Para llevar a cabo el cálculo del rendimiento actual, fue utilizada la formula presentada en lo consecutivo:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{N}^\circ \text{ total de unidades}}}{\text{Tiempo de ciclo ideal}}$$

En donde el tiempo de ciclo ideal fue el tiempo de ciclo más rápido logrado por el proceso bajo condiciones óptimas. Considerando ello, se procedió a realizar los cálculos necesarios, siendo detallados a continuación.

$$\text{Capacidad nominal} = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de equipos}}{\text{Horas de trabajo}} \right)$$

$$\text{Capacidad nominal} = \left(\frac{34 \text{ unidades}}{2496 \text{ horas}} \right)$$

$$\text{Capacidad nominal} = 0.0136$$

$$\text{Tiempo de ciclo ideal} = \left(\frac{1}{\text{Capacidad nominal}} \right)$$

$$\text{Tiempo de ciclo ideal} = \left(\frac{1}{0.0136} \right)$$

$$\text{Tiempo de ciclo ideal} = 73.412$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\frac{2062.42 \text{ horas}}{34 \text{ unidades}}}{73.412 \text{ horas}}$$

$$\text{Rendimiento} = 0.8262$$

c. Cálculo de la calidad con la propuesta

Para poder llevar a cabo los cálculos de este apartado, fue ocupada información específica, la cual fue proporcionada en forma directa por el jefe del área de mantenimiento de la compañía de estudio; tal y como se detalló en lo consecutivo.

Tabla 24. Calidad actual

Calidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Maquinaria													
por	36	29	24	27	20	19	29	26	28	25	24	23	310
mantenimiento													
Maquinaria													
en	1	1	1	2	1	1	2	2	3	2	1	1	18
disconformidad													

Basados en los resultados obtenidos, fue precisado que, fueron registradas 292 unidades conformes considerando la totalidad de meses del periodo 2022. Sumado a ello, también fue precisada como información que, el número total de unidades disponibles para todo el periodo 2022 correspondió ser 310. Con esta información, fue posible llevar a cabo los cálculos requeridos para determinar el indicador de calidad para la OEE; tal y como se presenta a continuación.

$$Calidad = Q = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de unidades conformes}}{N^{\circ} \text{ de unidades totales}} \right)$$

$$Calidad = Q = \left(\frac{292 \text{ unidades}}{310 \text{ unidades}} \right)$$

$$Calidad = Q = 0.9419$$

Finalmente, se llevó a cabo el cálculo del valor para el indicador del OEE a través de la disponibilidad, rendimiento y calidad previamente determinados.

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

$$OEE = 0.83 * 0.83 * 0.942$$

$$OEE = 0.6489$$

$$\Delta\% \text{ OEE} = \frac{(\text{OEE 2} - \text{OEE 1})}{\text{OEE 1}} * 100$$

$$\Delta\% \text{ OEE} = \frac{(0.6489 - 0.6292)}{0.6292} * 100$$

$$\Delta\% \text{ OEE} = 3.13\%$$

Interpretación: Significa que, al aplicarse la propuesta, la eficiencia de los equipos tendrá un incremento de 3.13% es decir 65 de los equipos, no requerirán un mantenimiento correctivo.

Resultados que fueron beneficiosos para la empresa estudiada y que fueron resultado de la adecuada implementación de la gestión de mantenimiento ocupando como herramienta metodológica principal al Mantenimiento Productivo Total (TPM), posibilitando la mejora e incremento de la eficiencia global de los equipos y el nivel de productividad dispuesto por el área de mantenimiento, así como la disminución de costos por averías y mantenimientos de tipo correctivo. Solución que, en suma, posibilitó lograr resultados significativos de mejora para la compañía abordada en el presente estudio.

3.1.2.5. Análisis beneficio/costo de la propuesta

a. Costo de la propuesta

Posterior a la propuesta planteada de Gestión de Mantenimiento, en la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, con el propósito de incrementar la eficiencia de sus equipos, por lo consiguiente corresponde realizar el costo beneficio de la propuesta.

La implementación del mantenimiento autónomo, contara con la participación del supervisor del área de mantenimiento, mecánico, electricista y 21 operarios de máquinas. Desde el punto de vista del análisis económico, requieren una inversión. A continuación, se calcularon los montos.

Tabla 25. Costos de inversión en capacitación para la implementación de gestión de mantenimiento

Capacitación	Cantidad (horas)	Inversión (soles)
Capacitación teórica	21.00	6 197.50
Capacitación práctica	18.00	5 299.00
Total	39.00	S/. 11 496.50

En la tabla 25, se muestran los costos de capacitación teórica y práctica de la implementación de sistema de gestión de mantenimiento, abarcando la gestión autónoma y planificada. Las capacitaciones a los operarios serán brindadas por el jefe de mantenimiento, mecánico y electricista, quienes obtendrán la capacitación de primera mano.

Tabla 26. Costo anual de materiales y repuestos para la gestión de mantenimiento preventivo en el área de mantenimiento

Repuesto/Material	Unidad	Cantidad anual	Precio unitario	Sub total
Filtro de bomba combustible	Un.	24	180.00	4 320.00
Filtro de aire	Un.	12	700.00	8 400.00
Filtro de retorno del sistema hidráulico.	Un.	12	462.00	5 544.00
Aceite del eje delantero – 190 Viscosidad	Galón	18	95.00	1 710.00
Filtro respiradero del deposito	Un.	06	54.00	324.00
Filtro del pre filtro de combustible	Un.	24	190.00	4 560.00

Aceite del sistema hidráulico 10W-30	Galón	54	108.00	5 832.00
Filtro de aceite del sistema hidráulico	Un.	18	400.00	7 200.00
Filtro de combustible del motor	Un.	6	220.00	1 320.00
Aceite del sistema del sistema de vibración	Galón	9	108.00	972.00
Grasa EP2 a base de litio de altas presiones	Balde	24	480.00	11 520.00
Filtro purificador DONALSON	Un.	24	320.00	7 680.00
Filtro de depósito hidráulico	Un.	12	270.00	3 240.00
Trapo industrial (5Kg)	Un.	12	30.00	360.00
Lubricante silicona en Spray	Un.	12	21	252.00
Total				63 234.00

La tabla 26, muestra los costos anuales de repuestos y materiales para el mantenimiento de las máquinas con la implementación de sistema propuesto. Es importante precisar que el precio, unidades y cantidades, se obtienen de los datos brindados por la empresa según las actividades de mantenimiento planificado propuesto. Se obtiene el costo anual de los repuestos para el mantenimiento de S/ 63,234.00.

Tabla 27. Útiles de escritorio para la gestión de mantenimiento

Descripción	Unidad	Precio (S/.)	Cantidad	Sub total
Papel bond para formatos de fichas	Millar	18	03	54.00
Archivadores de cartón	Unidad	9	12	108.00
Pizarra acrílica	Unidad	120	01	120.00

Lapiceros	Caja	29	02	58.00
Plumones acrílicos	Unidad	5	6	30.00
Perforador	Unidad	25	1	25.00
Engrapadora	Unidad	22	1	22.00
Total				S/ 417.00

La tabla 27, detalla los materiales que se necesitan para el desarrollo del control de gestión de mantenimiento, anteriormente establecidos en la propuesta planteada, teniendo un costo anual de S/ 417.00 soles.

Tabla 28. Costos totales de la implementación de la gestión de mantenimiento

Descripción	Costos
Capacitación para la implementación de Gestión de mantenimiento	S/. 11 496.50
Materiales y repuestos para la gestión de mantenimiento preventivo	S/. 63 234.00
Útiles de escritorio	S/. 417.00
Total	S/. 75 147.50

La tabla anterior resumen los costos incurridos en la propuesta de implementación de la Gestión de Mantenimiento.

Tabla 29. Costo anual de materiales y repuestos para la gestión de mantenimiento correctivo en el área de mantenimiento

Repuesto/Material	Unidad	Cantidad anual	Precio unitario	Sub total
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420F2 - 02 MÁQUINAS				
Grupo Rotativo	Un.	02	300.00	600.00
Plato de Bronce	Un.	02	770.00	1 540.00
Rodaje	Un.	02	30.00	60.00
Reten	Un.	02	320.00	640.00
Kit de sellos-Control delantero de Válvulas	Un.	02	550.00	1 100.00
Kit de sellos- Control posterior de Válvulas	Un.	02	2 800.00	5 600.00
Regulador de presión y caudal	Un.	02	6 500.00	13 000.00
EXCAVADORA HIDRAULICA CATERPILLAR 336DL-M4T01474 - 02 MÁQUINAS				
Kit de sellos para cilindro Hidráulico Boom	Un.	02	1 500.00	3 000.00
Barra cromada	Un.	02	2 600.00	5 200.00
Cilindro Tubo gruñido	Un.	02	2 100.00	4 200.00
Kit de Váquelas para Pluma Extensible	Un.	02	6 200.00	12 400.00
Bocinas y Pines	Un.	02	8 700.00	17 400.00
CARGADOR FRONTAL VOLVO L150G - 02 MÁQUINAS				
Bomba Hidráulica de aluminio	Un.	02	18 200.00	36 400.00
Kit de sellos para cilindro Hidráulico Boom	Un.	04	680.00	2 720.00
TRACTOR TIPO ORUGA CATERPILLAR D8T-J8B02998 - 02 MÁQUINAS				
CONTROL DE VALVULAS				
Kit de sellos CAT-N390	Un.	02	1 580.00	3 160.00
Resorte de control de válvula	Un.	12	69.30	831.60
MOTONIVELADORA CATERPILLAR 140K-JPA00219 - 02 MÁQUINAS				

Cuchillo de desgaste (Centro) y pernos	Un.	02	4 050.00	8 100.00
Uñas de ripper (5 Uñas)	Un.	02	5 500.00	11 000.00
Cilindros Hidráulicos (Completo)	Un.	02	5 400.00	10 800.00
VOLQUETE VOLVO FMX 440 - 02 MÁQUINAS				
Arrancador completo	Un.	02	3 300.00	6 600.00
Diodos positivos	Un.	02	75.00	150.00
Diodos negativos	Un.	02	75.00	150.00
Pivote completo	Un.	02	220.00	440.00
Bocinas	Un.	08	45.00	360.00
COMPACTADORA METSO LT200HP				
Regulador de presión y caudal	Un.	01	8 600.00	8 600.00
Grupo Rotativo	Un.	01	390.00	390.00
Plato de Bronce	Un.	01	860.00	860.00
Rodaje	Un.	01	40.00	40.00
Total				155 341.60

La tabla 29, muestra los costos de materiales y repuestos para la gestión de mantenimiento Correctivo en el periodo de un año.

b. Beneficio de la propuesta

El beneficio de la propuesta sería el ahorro que tendría la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C al aplicar el Mantenimiento Preventivo.

$$\text{Beneficio} = \text{S/} 155,341.60 - \text{S/} 63,234.00 = \text{S/} 92,107.60$$

El costo de la propuesta estaría dado por el costo del plan de mantenimiento propuesto, la capacitación y útiles de escritorio.

$$\text{Costo de la propuesta} = \text{S/} 63,234.00 + \text{S/} 11,496.50 + \text{S/} 417.00 = 75,147.50$$

Entonces, la relación Beneficio / costo será:

$$B/C = 92,107.60/75,147.50 = 1.23$$

Lo cual significa que la propuesta es económicamente factible, ya que, por cada sol que la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, invierta en la propuesta, recuperará 0.23 Soles.

3.2. Discusión

Se planteó como objetivo general de la investigación, establecer una propuesta de gestión de mantenimiento para el incremento de la eficiencia en la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C., dedicada al servicio de alquiler de maquinaria pesada, habiéndose logrado el objetivo obteniendo un incremento de la eficiencia en un 3.13%.

El propósito como objetivo de analizar la situación actual para el diagnóstico de la eficiencia de las máquinas en la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C., posibilitó conocer la problemática que afecta la eficiencia de los activos a los que da como servicio de alquiler. Se identificó las causas que originan la problemática dentro del proceso de mantenimiento empleando herramientas de gestión como Diagrama de Pareto e Ishikawa. En el diagnóstico se emplearon las técnicas observación directa, entrevistas y encuesta, técnica que facilitó la recolección de datos e información de los colaboradores, en relación a la actual gestión de mantenimiento y que afecta la eficiencia. Unos de los resultados de la aplicación de la encuesta es el 50% de los trabajadores encuestados, manifiestan que, las condiciones laborales ofrecidas por la empresa no son adecuadas y el 50% sí, en ese sentido es un considerable porcentaje que la empresa deberá tomar en cuenta ya que las consecuencias de no hacerla es la insatisfacción de sus colaboradores. Esta situación es similar a lo que determinaron [7] en su artículo "La calidad del servicio al cliente como ventaja competitiva en las microempresas de servicio", la encuesta en el aspecto dimensión ambiente de trabajo determinó que el 43 % de los encuestados están de acuerdo con el ambiente de trabajo. Entre los aspectos negativos, de diagnóstico, más resaltante está el número de paradas por fallas

de equipos, sumando en número de 48 el periodo 2021, significando una falta de un mantenimiento planificado, por otro lado [15], en su artículo “Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica”, tiene 448 paradas por fallas de piezas defectuosas. En consecuencia de la información proporcionada por la Hidráulica Servinorte S.A.C. y a la aplicación de las técnicas correspondientes, se determinó la criticidad de los activos, teniendo como resultado 8 equipos tienen alta criticidad, 1 criticidad media y 3 con criticidad baja; por otro lado [9] en su investigación “Diseño e Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo de los Equipos de la Empresa Granitos y Mármoles Acabados SAS” presentan en su análisis de criticidad, que 3 equipos tienen alta criticidad, 2 criticidad media y 1 con criticidad baja; las fallas presentadas tienen un gran impacto en la producción.

Cumpliendo con el objetivo de evaluar una propuesta de gestión de mantenimiento, se propuso un mantenimiento autónomo, asimismo una planificación de mantenimiento preventivo, que contempla parámetros para realizar el cálculo de la fecha de los próximos mantenimientos de la maquinaria, lo que permitió mejorar la disponibilidad de los activos incrementándose una OEE de 62,92% a 64,89%. Así mismo de manera similar, [15] en su artículo “Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica” logra con su propuesta incrementar la OEE de 32.86% a 85.58% al mejorarse el cumplimiento de los MP (mantenimientos preventivos) y MA (mantenimientos autónomos). Por otro lado, [8] en su artículo “Efectividad general de equipos (OEE) ajustado por costos”, presentan una metodología fundamentada en costos basada en costos (OEEAxC) en la aplicación de su metodología, se presentó mayor atención a los componentes que presentaron un mayor costo en la maquina asignada como son: Disponibilidad que se reduce a 0,9526 y Calidad a 0,9562 y en cuanto a Rendimiento continua igual por ser el de menor costo. Los valores finales son $OEEAxC = 0,9526 \times 0,9643 \times 0,9562 = 87,84\%$. Dicho esto, se

presentó mayor atención a los componentes que presentaron un mayor costo en la maquina asignada. Sin embargo [19], en su investigación “Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad en una empresa minera del sur.”, tiene como propuesta un plan de mantenimiento programado, fundamentándose en el hecho de que la Disponibilidad de su flota, impacta directamente en el proceso productivo, logrando en sus resultados una disponibilidad de flota del 67% a 98.81%, asimismo una reducción en las horas de atención por mantenimiento de 443 horas.

Finalmente se realizó el cálculo de la relación beneficio costo de la propuesta, obteniéndose 1.23, siendo aplicada sería en favor para la empresa. Asimismo, en el presente estudio se obtiene un beneficio de S/. 92,107.60. Por otro lado, de manera menos significativa, [19] en su investigación obtienen un beneficio de S/. 46, 290.00, debido a Disponibilidad de máquina que supera el 95% y costo de mantenimiento que se reduce en más del 80%.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

a) Se determinó que la Gestión de Mantenimiento mejora la eficiencia en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, representando mayor disponibilidad de los activos.

b) Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la gestión de mantenimiento en la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C., por intermedio de la herramienta de la OEE, lográndose determinar causas como: ausencia de un plan de mantenimiento preventivo ocasionas frecuentes paradas por fallas, omisión de capacitaciones a los operarios de los activos, en mantenimiento autónomo y preventivo.

c) Se desarrolló una propuesta en la investigación, de un sistema de gestión de mantenimiento en la que se propone la aplicación un plan de mantenimiento preventivo por otro lado un plan de mantenimiento autónomo, para incrementar la eficiencia global de los equipos del área de mantenimiento en la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C. Se logra incrementar su eficiencia global de los equipos en un 64,89%.

d) Se concluyó realizándose un cálculo del beneficio costo de la propuesta, dando como resultado 1.23 lo cual significa que la propuesta es económicamente factible, ya que, por cada sol que la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, invierta en la propuesta, recuperará 0.23 Soles.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda a la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C aplicar la gestión logística junto a la gestión de mantenimiento, ya que un manejo adecuado de los activos con la programación de mantenimiento requiere también una eficiente gestión logística, que interviene en la disponibilidad de los equipos.

Se recomienda a la empresa, que disponga de un plan de mantenimiento para que de esta manera pueda mantener una disponibilidad idónea de las máquinas y a su vez se ven reflejadas en su eficiencia.

Así mismo, se recomienda, realizar registros de sus fallas de los equipos y máquinas usando formatos de control, con el fin que se puedan detectar a tiempo y su vez poder disminuir el tiempo de atención de las mismas.

Finalmente se recomienda plantear el uso de un software de gestión para las actividades de mantenimiento, logística, inventarios y almacén.

REFERENCIAS

- [1] E. Montijo, F. Ramírez, y O. Cano, "Implementación de mejora continua de los procesos del área de mantenimiento en servicios de la industria manufacturera electrónica", *Científica*, 24(1),59-65. ISSN: 1665-0654, enero 2020, [en línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61461508007>
- [2] O. Hernández, y D. Álvarez, "Propuesta de un nuevo programa de mantenimiento a los motores Hyundai de Grupos Fuel Oil", *Ingeniería Energética*, XLI(2),1-8, julio 2020, [en línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329164306004>
- [3] T. Montero, J. Alayo, C. Reynaldo, y M. Cruz, "Evaluación a la gestión del mantenimiento en equipos de excavación de la Unidad Básica Minera", *Ciencia & Futuro*, 11(2), , diciembre 2021, [en línea]. Disponible en: https://www.redib.org/Record/oai_articulo3302607-evaluaci%C3%B3n-a-la-gesti%C3%B3n-del-mantenimiento-en-equipos-de-excavaci%C3%B3n-de-la-unidad-b%C3%A1sica-minera
- [4] J. López, C. Trinchet, J. Vargas, y R. Pérez, "Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera", *Ingeniería Mecánica*, 24(1),1-14, mayo 2021, [en línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225169340001>
- [5] M. PARRALES, S. Parra, M. Cuzco, y C. Londoño, "Modelo de auditoría para evaluar la gestión de mantenimiento de activos físicos", *Conciencia Digital*, 3(1.2 Especial), junio 2020, [en línea]. Disponible en: https://www.redib.org/Record/oai_articulo3192739-modelo-de-auditor%C3%ADa-para-evaluar-la-gesti%C3%B3n-de-mantenimiento-de-activos-f%C3%ADsicos

- [6] J. Hernández, y M. Agudelo, “Métodos formales usados en la auditoría de gestión de mantenimiento”, *Revista Visión Gerencial*, 1, octubre 2021, [en línea]. Disponible en: https://www.redib.org/Record/oai_articulo3090663-m%C3%A9todos-formales-usados-en-la-auditor%C3%ADa-de-gesti%C3%B3n-de-mantenimiento
- [7] K. Ordoñez, y D. Zaldumbide, “La calidad del servicio al cliente como ventaja competitiva en las microempresas de servicio”, *593 Digital Publisher CEIT*, 5(5 Especial 1), enero 2020, [en línea]. Disponible en: https://redib.org/Record/oai_articulo3551101-la-calidad-del-servicio-al-cliente-como-ventaja-competitiva-en-las-microempresas-de-servicio
- [8] C. Díaz, D. Catari, C. Murga, G. Díaz, y V. Quezada, “Efectividad general de equipos (OEE) ajustado por costos”, *Interciencia*, 45 (3), 158-163, enero 2020.
- [9] M. Mago, y S. Rocha, “Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Granitos y Mármoles Acabados S.A.S.”, *Ciencia y Poder Aéreo*, vol. 16, n.º 2, pp. 98–111, nov. 2021.
- [10] R. Medina, “Estrategias de gestión de mantenimiento para mejorar los indicadores de mantenimiento de equipos de transporte de carga terrestre”, tesis de grado, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, enero 2022, [en línea]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USIL_f10038f96c6ae87c74b6b0af0d5b971d
- [11] N. Jara, “Gestión del mantenimiento y desempeño laboral de los trabajadores del área de mantenimiento de la empresa Cartavio S.A.A. Ascope, 2021”, tesis de maestría, Universidad César Vallejo, Perú, Trujillo, marzo 2021, [en línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84941>
- [12] L. Cuadros, L. “Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Record S.A.”, tesis de maestría, Universidad Ricardo Palma, Lima,

- noviembre 2021, [en línea]. Disponible en:
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4442>
- [13] P. Ronquillo, "Gestión de mantenimiento basado en mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) de filtros prensa automáticos en minas de cobre para mejorar su disponibilidad", tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, mayo 2021, [en línea]. Disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_b6dd07c2c5129dfc5ea292bcb93ba114
- [14] C. Horna, M. Tantapoma, y M. Chang, "Relación entre calidad de servicio y satisfacción de los clientes del Banco de la Nación, Perú", *Sciéndo*, 24(2), octubre 2021, [en línea]. Disponible en: https://redib.org/Record/oai_articulo3295645-relaci%C3%B3n-entre-calidad-de-servicio-y-satisfacci%C3%B3n-de-los-clientes-del-banco-de-la-naci%C3%B3n-per%C3%BA
- [15] N. Canahua, "Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica", *Industrial Data*, 24(1),49-62, febrero 2021, [en línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81668400003>
- [16] J. Rosales, "Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad en fabricación de resortes reforzados en área de mantenimiento CONTRANS S.A.C. Callao 2020", tesis de grado, Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, noviembre 2020, [en línea]. Disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS_3a98f2638ed376d4396a64584e7b27b1
- [17] H. Arévalo, "Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la productividad en la línea de producción de fideos de la empresa Perupast S.R.L.", tesis de maestría, Universidad Católica Santo Toribio de

- Mogrovejo, Perú, marzo 2021, [en línea]. Disponible en:
<https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4286>
- [18] M. Cuadra, “Rediseño del plan de mantenimiento preventivo para reducir gastos en la operación Bayóvar – Empresa Corporación Primax S.A., 2020”, tesis de maestría, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú, enero 2021, [en línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/4272>
- [19] L. Marca, “Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad en una empresa minera del sur”, tesis de grado, Universidad Señor de Sipán, Trujillo, noviembre 2021, [en línea]. Disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS_d3d72bdd09ff5a82f193f2085f96bce2
- [20] F. Cubas, “Plan de mejora basado en el modelo EFQM para optimizar la atención al usuario en los talleres automotrices de Chiclayo”, tesis de maestría, Universidad César Vallejo, Trujillo, octubre 2021, [en línea]. Disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_81691f8418473d25e5fe92b82faff7f5
- [21] S. Duffuaa, A. Raouf, y J. Dixon, “Sistemas de mantenimiento: planeación y control”, México. Editorial Limusa Wiley, diciembre 2005.
- [22] L. López, “Gestión del Mantenimiento - Diseño de Modelos Integrales. Babahoyo, Ecuador”, Centro de Investigación y Desarrollo Profesional, abril 2017.
- [23] C. Parra, y A. Crespo, “Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada en la Gestión de Activos”, Segunda Edición, 2015. Edita: INGEMAN, España. Capítulos 1 y 2., 10.13140/RG.2.2.29363.66083, diciembre 2015.
- [24] G. Waeyenbergh “A framework for industrial maintenance concept development”, CIBOCOF, enero 2016.

- [25] E. Rivera “Sistema de gestión del mantenimiento industrial”, mayo 2011.
- [26] G. Ángel, y V. Olaya, “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel”, abril 2016, [en línea]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4620/6200046A581.pdf;sequence=1>
- [27] L. Saraiba, Y. Arbella, M. Moreno, y R. Torres, “La gestión del mantenimiento acorde a la criticidad de los activos”, Ciencias Holguín, 29 (2), ., junio 2023.
- [28] A. Céspedes, “Principios de administración de mantenimiento”, San José, Costa Rica: UNED, julio 1981.
- [29] J. García, F. Cárcel, y J. Mendoza, “Importancia del mantenimiento, aplicación a una industria textil y su evolución en eficiencia”, 3C Tecnología. Glosas De innovación Aplicadas a La Pyme, 50–67, noviembre 2019, [en línea]. Disponible en: <http://ojs.3ciencias.com/index.php/3c-tecnologia/article/view/791>
- [30] L. Cuatrecasas, y F. Torrell, “TPM en un entorno Lean Management”, Profit Editorial. I., S. L. Barcelona: España, mayo 2003.
- [31] J. Lozada, “Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria”, enero 2014, [en línea]. Disponible en: www.dialnet.unirioja.es
- [32] F. Arias, “El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica”, (6ª Edición). Caracas: Editorial Episteme, septiembre 2012.
- [33] C. Lafuente, y A. Marín, “Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: fases, fuentes y selección de técnicas”, Revista Escuela de Administración de Negocios, (64), 5-18. Universidad EAN, Bogotá, octubre 2008, [en línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20612981002>

- [34] I. Baptista, D. Johansen, A. Seabra, y S. Pettersen, "Position specific player load during matchplay in a professional football club", *Plos One*, 13(5), 1-11, febrero 2018
- [35] S. Palella, y F. Martins, "Metodología de la Investigación Cuantitativa", (2ª Edición). Caracas: FEDUPEL, mayo 2008.
- [36] H. Oviedo, y A. Campo, "Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach", *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580, mayo 2005, [en línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502005000400009&lng=en&tlng=es
- [37] M. Arica, S. Llagas, y O. Khaburzaniya, "Implementation of Lean Manufacturing Principles to increase Productivity in SMEs in the manufacturing sector of clothing", *ACM International Conference Proceeding Series*, enero 2022, [en línea], DOI: 10.1145/3524338.3524363. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPC_52f5d3ec80f84729c827c72411ee81b
- [38] J. Quiroz, y M. Collao, "Application of Lean Manufacturing Principles to Increase Productivity in SMEs Manufacturers of Baby Clothes", In *Proceedings of the 2022 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería, CONIITI 2022*, Bogota, Colombia, October 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/CONIITI57704.2022.9953627>, [en línea]. Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/17575>
- [39] D. Cabezas, y O. Muelle, "Implementation of lean manufacturing to increase the machine's availability of a metalworking company", Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima, Repositorio institucional de la Universidad de Lima, marzo 2023, [en línea]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RULI_5a3dea94d8cb4334606cf9737a6da009

- [40] R. Da Silva, A. De Linhares, y R. Dos Santos, "Lean manufacturing in a hospital product manufacturer: implementation and evaluation in the perception of managers", *Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria*, 12(1), 88-106, octubre 2019, [en línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2734/273460034007/>
- [41] N. Testa, C. Mattos, y D. Alliprandini, "Analysis of the relationship between Information Technology, Lean Manufacturing Practices and Operational Performance", *Exacta*, 17(4), 314-328, marzo 2019. DOI: <https://doi.org/10.5585/ExactaEP.v17n4.8631>. [en línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/810/81066998008>
- [42] L. Trentin, y G. Tontini, "The influence of people management practices on a culture of lean Manufacturing", *Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria*, 15(3), 512-540, marzo 2023. DOI: <https://doi.org/10.5902/1983465965469>. [en línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2734/273473589007>

ANEXOS

ANEXO A: Guía de observación aplicada a la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C,
dedicada al alquiler de maquinaria pesada

GUÍA DE OBSERVACIÓN – HIDRÁULICA SERVINORTE S.A.C, EMPRESA DE ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA				
ÁREA A EVALUAR:		Área de mantenimiento.		
N°	FACTOR A EVALUAR	SI	NO	PRECISIÓN REGISTRADA
1	Presenta espacios laborales ordenados y limpios.		X	Es necesario mejorar. Es de responsabilidad de la empresa.
2	Se registran los problemas asociados al mantenimiento de la maquinaria y equipos.		X	No se lleva un control histórico de los problemas evidenciados.
3	Existe en la actualidad un plan de mantenimiento específico.		X	El trabajo es atendido bajo demanda.
4	Los objetivos del área de mantenimiento son conocidos en detalle.	X		Son conocidos por el personal, pero no se encuentran consolidados en un documento formal.
5	El número de equipos son registrados, controlados y supervisados por el área de mantenimiento.	X		Si existe un registro de equipos atendidos.
6	Los recursos son ubicados de manera adecuada.		X	Se encuentran dispersos por toda el área.

7	Se realiza la inspección de las actividades al interior del área de mantenimiento.	X		Eventualmente son realizadas, sin embargo no se genera un reporte formal. Las pautas son solo verbales.
8	Presenta disponibilidad de equipos correctamente.		X	Presencia de equipos acumulados por avería.
9	Presenta tiempos prolongados entre fallos.		X	No existen métricas de evaluación precisadas. El intervalo de tiempo entre fallos, generalmente es corto.
10	Presenta tiempos de respuesta adecuados para la atención de fallos.		X	No existen métricas de evaluación precisadas. La percepción indica que los tiempos de respuesta no son los esperados.

ANEXO B: Guía de entrevista aplicada al jefe del departamento de mantenimiento de la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, dedicada al alquiler de maquinaria pesada

	UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
	FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Entrevistador (es):	Ariana Nicole Chu Roalcaba. Kevin José Huancas De La Cruz.
Entrevistado:	Jefe del departamento de mantenimiento de una empresa de alquiler de maquinaria pesada.
Finalidad:	Realizar el diagnóstico de la gestión de mantenimiento actual de una empresa de alquiler de maquinaria pesada.
<p>1. ¿Entiende lo que significa la palabra gestión de mantenimiento?</p> <p>No, pero imagino que tiene que estar relacionado con la atención del departamento de mantenimiento de la compañía.</p> <p>2. ¿La gestión de mantenimiento, provee ciertos beneficios; conoce cuáles son?</p> <p>No. Pero estoy seguro que contribuye en el desempeño de la compañía.</p>	

3. ¿En la actualidad la empresa cuenta con un plan destinado a la gestión de mantenimiento?

No. Solo atendemos los servicios bajo demanda. La maquinaria y equipos frecuentemente presentan fallos y son atendidos por el área de mantenimiento en forma específica.

4. ¿Las actividades realizadas por el departamento de mantenimiento, son realizadas de forma programada?

No. En la actualidad, cumplen con un horario laboral; dentro del cual llevan a cabo sus funciones de acuerdo a los requerimientos diarios que se presenten.

5. ¿Las operaciones ejecutadas en el área de mantenimiento, son controladas y supervisadas por un responsable a cargo?

Sí, se cuenta con un supervisor. Pero la mayoría del tiempo se encuentra atendiendo otros requerimientos asignados por la empresa.

6. ¿Considera que una reducción de las averías podría aumentar la eficiencia de los equipos?

Si, considero que una reducción de averías con un mantenimiento planificado de los equipos podría aumentar la eficiencia de los equipos y máquinas. El personal a veces es reacio a tomar algunas sugerencias correctivas.

7. ¿Un sistema adecuado de gestión de mantenimiento incrementará la disponibilidad, rendimiento y calidad de los equipos y máquinas en la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C?

Si. Ya que se podrá identificar el tiempo de inactividad de los equipos, además se dispondrá del rendimiento real de los equipos que más destaquen y a su vez mejorará la eficiencia de estos mismos que se podrá reasignar recursos de forma adecuada y anticipar los posibles fallos.

8. ¿Existe un promedio de tiempo entre los fallos de la maquinaria que posee la empresa?

No, se está realizando de manera planificada las inspecciones a los equipos y maquinaria.

ANEXO C: Guía de Análisis documentario sobre información general del personal de la empresa Hidráulica Servinorte S.A.C, dedicada al alquiler de maquinaria pesada

GUÍA DE ANALISIS DOCUMENTARIO – INFORMACION DE PERSONAL HIDRÁULICA SERVINORTE S.A.C, EMPRESA DE ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA					
N°	NOMBRE	CARGO	GRADO DE INSTRUCCION	EDAD	AÑOS EN LA EMPRESA
01	Luigui Jhordan Chuzon Soraluz	Gerente General	Universidad incompleta	48	4
02	Jesica Fasabi Cumpa	Técnica Administrativa	Técnica	29	4
03	Cristopher Márquez Seclen	Jefe de Area de RRHH	Universidad incompleta	30	3
04	Eduardo Bustamante Carnero	Técnico Contabilidad	Técnica	42	4
05	Roger Chávez Paico	Técnico logístico	Técnica	32	3
06	Manuel Salazar Díaz	Técnico electricista	Técnica	34	4
07	Jackson Soraluz Bernabé	Técnico de mantenimiento	Técnica	33	4
08	Benjamín López Vega	Técnico de mantenimiento	Técnica	28	4

ANEXO D: Cuestionario aplicado a los trabajadores del departamento de mantenimiento de una empresa de alquiler de maquinaria pesada

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ACTUAL DE UNA EMPRESA DE ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA

N° Cuestionario: _____

I. CONSIDERACIONES GENERALES

Fecha : __/__/____

Detalle : La encuesta esta direccionada a los colaboradores del departamento de mantenimiento de una empresa de alquiler de maquinaria pesada.

II. INSTRUCCIONES

En forma continuada deberá de escoger la alternativa que considere ser la correcta. Seleccione la alternativa marcando con una "X" sobre ella. Se recomienda completar la totalidad de preguntas.

1. ¿Existe un plan de gestión de mantenimiento al interior de la empresa?

- a) Sí
- b) No

2. ¿El desarrollo de las funciones de mantenimiento son realizadas considerando una calendarización definida?

- a) Sí
- b) No

3. ¿Existe control y supervisión para las operaciones realizadas al interior del área de mantenimiento?

a) Sí

b) No

4. ¿Respecto a la disponibilidad general de la maquinaria, considera que es la correcta?

a) Sí

b) No

5. ¿Considerando las paradas por mantenimiento, la disponibilidad en respuesta que genera el área de mantenimiento; la considera correcta?

a) Sí

b) No

6. ¿Considerando las paradas por avería, la disponibilidad en respuesta que genera el área de mantenimiento; la considera correcta?

a) Sí

b) No

7. ¿Considera que las condiciones laborales ofrecidas por la empresa son adecuadas? Si elige "No", especifique.

a) Sí

b) No

8. ¿Los recursos para desempeñar sus funciones, son provistos por la empresa de manera correcta?

a) Sí

b) No

9. ¿De manera regular, la empresa pone a disposición programas de capacitación en temas específicos que le permitan mejorar su desempeño?

a) Si

b) No

10. ¿Considera que existe sobre carga laboral dentro del área de mantenimiento de la empresa?

a) Si

b) No

11. ¿De manera general, usted se encuentra a gusto con el trabajo desempeñado al interior de la empresa?

a) Si

b) No

Fecha: Pimentel, 08 de julio del 2022

Ing. Luis Enrique Pinedo Días

Presente

Tengo el agrado de dirigirme a usted, considerando su experiencia y amplio conocimiento del tema para solicitarle que, en su condición de **experto**, tenga la gentileza de validar el cuestionario adjunto, que será aplicado en la realización del trabajo de investigación titulado: "Gestión de mantenimiento para el incremento de la eficiencia en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Chiclayo 2022", que se presentará en la Universidad Señor de Sipán para optar el Título de Ingeniero Industrial.

Los objetivos de la investigación son:

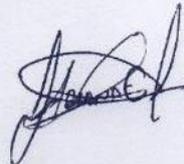
Objetivo General

Elaborar una propuesta de gestión de mantenimiento en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Chiclayo 2022 que incremente la eficiencia.

Objetivos Específicos

- a) Realizar el diagnóstico del mantenimiento en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, que afecta su eficiencia.
- b) Elaborar el plan de gestión de mantenimiento en una empresa de alquiler de maquinaria pesada.
- c) Evaluar los resultados del análisis beneficio costo en relación a la propuesta planteada.

***Se adjunta cuestionario a validar**



Chu Roalcaba, Ariana Nicole.



Huancas De La Cruz, Kevin José.

Universidad Señor de Sipán

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto : Reinoso Torres, Jorge Jeremy Junior.
Grado Académico : Ingeniero Civil, Maestría en Investigación.
Cargo e Institución : Docente Instituto SENCICO.
Nombre del instrumento a validar : Cuestionario de encuesta.
Autores del instrumento : Chu Roalcaba, Ariana Nicole.
Huanca De La Cruz, Kevin José.
Título del Proyecto de Tesis : Gestión de mantenimiento para el incremento de la eficiencia en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Chiclayo 2022.

Deficiente: 1 Regular: 2 Bueno: 3 Muy bueno: 4

Indicadores	Criterios	Puntuación			
		1	2	3	4
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				X
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				X
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			X	
Viabilidad	Es viable su aplicación				X
Puntaje parcial		0	0	6	12
Puntaje total		18			

Valoración

- 5 a 11: No válido (rechazar)
12 a 14: No válido (reformular)
15 a 17: Válido (mejorar)
18 a 20: Válido (aplicar)

Observaciones:

Ninguna.

Fecha: 08/07/2022

Reinoso
Jorge Jeremy Junior Reinoso Torres
ING. CIVIL
CIP. 110771

Fecha: Pimentel, 08 de julio del 2022

Ing. Jorge Jeremy Junior Reinoso Torres

Presente

Tengo el agrado de dirigirme a usted, considerando su experiencia y amplio conocimiento del tema para solicitarle que, en su condición de **experto**, tenga la gentileza de validar el cuestionario adjunto, que será aplicado en la realización del trabajo de investigación titulado: "Gestión de mantenimiento para el incremento de la eficiencia en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Chiclayo 2022", que se presentará en la Universidad Señor de Sipán para optar el Título de Ingeniero Industrial.

Los objetivos de la investigación son:

Objetivo General

Elaborar una propuesta de gestión de mantenimiento en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Chiclayo 2022 que incremente la eficiencia.

Objetivos Específicos

- a) Realizar el diagnóstico del mantenimiento en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, que afecta su eficiencia.
- b) Elaborar el plan de gestión de mantenimiento en una empresa de alquiler de maquinaria pesada.
- c) Evaluar los resultados del análisis beneficio costo en relación a la propuesta planteada.

***Se adjunta cuestionario a validar**



Chu Roalcaba, Ariana Nicole.



Huancas De La Cruz, Kevin José.

Universidad Señor de Sipán

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto : Arrascue Becerra, Manuel Alberto.
Grado Académico : Ingeniero Industrial, Magister.
Cargo e Institución : Consultor y docente en universidades diversas.
Nombre del instrumento a validar : Cuestionario de encuesta.
Autores del instrumento : Chu Roalcaba, Ariana Nicole.
Huancas De La Cruz, Kevin José.
Título del Proyecto de Tesis : Gestión de mantenimiento para el incremento de la eficiencia en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Chiclayo 2022.

Deficiente: 1 Regular: 2 Bueno: 3 Muy bueno: 4

Indicadores	Criterios	Puntuación			
		1	2	3	4
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				X
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				X
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			X	
Viabilidad	Es viable su aplicación				X
Puntaje parcial		0	0	6	12
Puntaje total		18			

Valoración

- 5 a 11: No válido (rechazar)
12 a 14: No válido (reformular)
15 a 17: Válido (mejorar)
18 a 20: Válido (aplicar)

Observaciones:

Ninguna.

Fecha: 08/07/2022

Fecha: Pimentel, 08 de julio del 2022

Ing. Manuel Alberto Arrascue Becerra.

Presente

Tengo el agrado de dirigirme a usted, considerando su experiencia y amplio conocimiento del tema para solicitarle que, en su condición de **experto**, tenga la gentileza de validar el cuestionario adjunto, que será aplicado en la realización del trabajo de investigación titulado: "Gestión de mantenimiento para el incremento de la eficiencia en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Chiclayo 2022", que se presentará en la Universidad Señor de Sipán para optar el Título de Ingeniero Industrial.

Los objetivos de la investigación son:

Objetivo General

Elaborar una propuesta de gestión de mantenimiento en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Chiclayo 2022 que incremente la eficiencia.

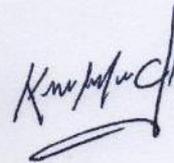
Objetivos Específicos

- a) Realizar el diagnóstico del mantenimiento en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, que afecta su eficiencia.
- b) Elaborar el plan de gestión de mantenimiento en una empresa de alquiler de maquinaria pesada.
- c) Evaluar los resultados del análisis beneficio costo en relación a la propuesta planteada.

***Se adjunta cuestionario a validar**



Chu Roalcaba, Ariana Nicole.



Huancas De La Cruz, Kevin José.

ANEXO F: Acta de revisión de similitud de la investigación



ACTA DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo ALVIZ MEZA ANIBAL docente del curso de INVESTIGACIÓN II del Programa de Estudios de INGENIERÍA INDUSTRIAL y revisor de la investigación del (los) estudiante(s), CHU ROALCABA, ARIANA NICOLE Y HUANCAS DE LA CRUZ, KEVIN JOSE, titulada:

GESTION DE MANTENIMIENTO PARA EL INCREMENTO DE LA EFICIENCIA EN UNA EMPRESA DE ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA, CHICLAYO 2022.

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del 21%, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN. Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación en la Universidad Señor de Sipán S.A.C., aprobada mediante Resolución de Directorio N° 145-2022/PD-USS

Pimentel, 17 de diciembre de 2022.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alviz Meza Anibal', is written above a horizontal line.

Dr. ALVIZ MEZA ANIBAL

CE N° 003974953

NOMBRE DEL TRABAJO

**TURNITIN_TESIS FINAL_CHU ROALCABA
Y HUANCAS DE LA CRUZ.docx**

RECuento DE PALABRAS

18400 Words

RECuento DE CARACTERES

102392 Characters

RECuento DE PÁGINAS

103 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

684.3KB

FECHA DE ENTREGA

Sep 10, 2024 8:41 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 10, 2024 8:42 AM GMT-5

● **18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados

Derechos Reservados - Copyright
Dirección de Tecnología e Información
Desarrollo de Sistemas
eSeuss@uss.edu.pe



**ACTA DE SEGUNDO CONTROL DE REVISIÓN DE
SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN**

Código:	F3.PP2-PR.02
Versión:	02
Fecha:	18/04/2024
Hoja:	1 de 1

Yo, Manuel Humberto Vasquez Coronado, coordinador de investigación del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial, he realizado el segundo control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de (Pregrado, posgrado) según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final del informe titulado: Gestión de mantenimiento para el incremento de la eficiencia en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Chiclayo 2022, elaborado por el estudiante(s) CHU ROALCABA ARIANA NICOLE y HUANCAS DE LA CRUZ KEVIN JOSE.

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del 18%, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación vigente.

Derechos Reservados - Copyright
Dirección de Tecnologías de la Información
Desarrollo de Sistemas Pimentel, 16 de mayo de 2024
eSeuss@uss.edu.pe

Dr. Vasquez Coronado Manuel Humberto

Coordinador de Investigación

DNI N° 16481705