

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y DE ENERGÍA



“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA
DISPONIBILIDAD DE UNA FLOTA DE EXCAVADORAS DE UNA
EMPRESA CONSTRUCTORA, LIMA, 2022”.

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
GERENCIA DEL MANTENIMIENTO

AUTOR: JORGE HUGO NICHOS RAMOS

ASESOR: Mg. ALFONSO CALDAS BASAURI

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2023
PERÚ

Document Information

Analyzed document	1. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION_JORGE_NICHO_RAMOS.pdf (D174124394)
Submitted	9/18/2023 9:38:00 PM
Submitted by	UNIDAD DE POSGRADO FIME 2023
Submitter email	fime.posgrado@unac.edu.pe
Similarity	16%
Analysis address	fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Universidad Nacional del Callao / 17. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION (MANUEL BOZZO.pdf)		
SA	Document 17. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION (MANUEL BOZZO.pdf (D174124411) Submitted by: fime.posgrado@unac.edu.pe Receiver: fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com	5
Universidad Nacional del Callao / 14. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION FARFAN ENCISO.pdf		
SA	Document 14. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION FARFAN ENCISO.pdf (D174124408) Submitted by: fime.posgrado@unac.edu.pe Receiver: fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com	7
Universidad Nacional del Callao / 15. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION DURAND - GRANDEZ levantamiento de observaciones.pdf		
SA	Document 15. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION DURAND - GRANDEZ levantamiento de observaciones.pdf (D174124409) Submitted by: fime.posgrado@unac.edu.pe Receiver: fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com	5
W	URL: http://hdl.handle.net/20.500.12952/4583 Fetched: 9/18/2023 9:39:00 PM	4
SA	EF_TALLERDETESIS2_NavarroBeltranMartinGilberto.docx Document EF_TALLERDETESIS2_NavarroBeltranMartinGilberto.docx (D151610362)	1
SA	TESIS_ASIS MANRIQUE_CORONEL PARINANGO_V1.docx Document TESIS_ASIS MANRIQUE_CORONEL PARINANGO_V1.docx (D109657233)	10
Universidad Nacional del Callao / 3. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION TERRONES CABANILLAS.pdf		
SA	Document 3. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION TERRONES CABANILLAS.pdf (D174124396) Submitted by: fime.posgrado@unac.edu.pe Receiver: fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com	8
W	URL: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491036 Fetched: 9/18/2023 9:39:00 PM	1
W	URL: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6538764 Fetched: 9/18/2023 9:39:00 PM	5
W	URL: https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/signos/article/view/6342/6074 Fetched: 9/18/2023 9:39:00 PM	1

W	URL: http://hdl.handle.net/20.500.12952/4374 Fetched: 9/18/2023 9:39:00 PM	5
W	URL: http://hdl.handle.net/20.500.12423/4887 Fetched: 9/18/2023 9:39:00 PM	2
W	URL: https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/179eee8e-fdf2-4919-833c-8faece3097c... Fetched: 9/18/2023 9:39:00 PM	15
SA	Universidad Nacional del Callao / 2. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION UTRILLA MARRES.pdf Document 2. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION UTRILLA MARRES.pdf (D174124395) Submitted by: fime.posgrado@unac.edu.pe Receiver: fime.posgrado.unac@analysis.orkund.com	3
W	URL: http://hdl.handle.net/20.500.12952/4397 Fetched: 9/18/2023 9:39:00 PM	4
W	URL: https://is.gd/aZQSxr Fetched: 9/18/2023 9:39:00 PM	3
SA	Trabajo de Titulación -Reyes Rojas Jhonny-Aguirre Vilca Florencio-2022.docx Document Trabajo de Titulación -Reyes Rojas Jhonny-Aguirre Vilca Florencio-2022.docx (D143850072)	4
SA	Trabajo Suficiencia_Marco La Rosa Valles.docx Document Trabajo Suficiencia_Marco La Rosa Valles.docx (D140697098)	1
SA	Tesis Compilado - Ricardo Abad B..docx Document Tesis Compilado - Ricardo Abad B..docx (D140899233)	1
SA	06 T2_TALLER DE TESIS 2_RUIZ VASQUEZ HUGO.docx Document 06 T2_TALLER DE TESIS 2_RUIZ VASQUEZ HUGO.docx (D136788845)	7
SA	Universidad Nacional del Callao / 3. TESIS. Leopoldo Alexander Vera Rafael.pdf Document 3. TESIS. Leopoldo Alexander Vera Rafael.pdf (D142844796) Submitted by: investigacion.fime@unac.pe Receiver: investigacion.fime.unac@analysis.orkund.com	4
SA	Universidad Nacional del Callao / SABA GUERRA.docx Document SABA GUERRA.docx (D171219177) Submitted by: investigacion.fime@unac.pe Receiver: investigacion.fime.unac@analysis.orkund.com	3
W	URL: https://doi.org/10.26439/ing.ind2016.n034.529 Fetched: 9/18/2023 9:39:00 PM	1

Entire Document

55%	MATCHING BLOCK 1/100	SA	17. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION (M ... (D174124411)
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESCUELA DE POSGRADO UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA "PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA FLOTA DE EXCAVADORAS DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA, LIMA,2022". TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO AUTOR: ING. JORGE HUGO NICHU RAMOS ASESOR: MG. ALFONSO CALDAS BASAURI LINEAS DE INVESTIGACION: INGENIERIA Y TECNOLOGIA Callao, 2023 PERÚ ii iii INFORMACION BASICA FACULTAD: Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía UNIDAD DE INVESTIGACION: Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía</p>			

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

TÍTULO: “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS EXCAVADORAS DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA, LIMA, 2022”.

AUTOR: Jorge Hugo NICHO RAMOS

ASESOR: Mg. Alfonso Santiago CALDAS BASAURI

CODIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5303-6259>

DNI: 08581686

LUGAR DE EJECUCION: Lima – Canta - Huayllay, Perú

UNIDAD DE ANALISIS: Ingeniería y Tecnología

TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACION Tipo de investigación

Aplicada / Enfoque Cuantitativo / Diseño de Investigación Cuasi – Experimental.

TEMA OCDE: 2.03.01 -- Ingeniería Mecánica

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO EVALUADOR

JURADO EXAMINADOR

- | | |
|---|------------|
| 1. DR. PABLO GODOFREDO ARELLANO UBILLUZ | PRESIDENTE |
| 2. MG. JUAN ADOLGO BRAVO FELIX | SECRETARIO |
| 3. MG. JUAN GUILLERMO MANCCO PEREZ | VOCAL |
| 4. MG. YOLANDA ROSA ÁVALOS SIGUENZA | VOCAL |

ASESOR: MG. ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI

Nº DE LIBRO: 001

FOLIO: N°96-97

Nº DE ACTA: 016-2023

FECHA DE APROBACIÓN: 29 de octubre de 2023

DEDICATORIA

A Dios, mi madre y mi hermano por siempre creer en mí y, sobre todo, gracias por sus consejos y cada palabra guiándome durante toda mi vida, y a Estefany por apoyarme incondicionalmente en todos los procesos que estoy pasando en mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTOS

A todos los docentes del primer ciclo taller de tesis de la Universidad Nacional del Callao perteneciente a la maestría en gerencia del mantenimiento por hacer cumplir uno de mis sueños más anhelados.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN.....	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1 Descripción de la realidad problemática	11
1.2 Formulación del problema.....	12
1.2.1 Problema general	12
1.2.2 Problemas específicos	12
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo general	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
1.4 Justificación	13
1.4.1 Importancia de la investigación	13
1.4.2 Justificación normativa	13
1.4.3 Justificación técnica.....	13
1.4.4 Justificación económica.....	13
1.4.5 Justificación social.....	14
1.4.6 Justificación metodológica.....	14
1.4.7 Justificación Practica	14
1.5 Delimitantes de la investigación.....	14
1.5.1 Delimitación teórica	14
1.5.2 Delimitación temporal	14
1.5.3 Delimitación espacial.....	14
II. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Antecedentes	15
2.1.1 Antecedentes internacionales	15
2.1.2 Antecedentes nacionales	18

2.1.3	Antecedente local.....	21
2.2	Bases teóricas	22
2.3	Marco conceptual.....	23
2.3.1	Mantenimiento preventivo	23
2.3.2	Pasos para implementar un plan mantenimiento preventivo	24
2.3.3	Clasificación del mantenimiento preventivo.....	25
2.3.4	Indicadores de mantenimiento preventivo	25
2.3.5	Tiempo medio entre fallas	26
2.3.6	Tiempo medio de reparación.....	26
2.3.7	Disponibilidad.....	27
2.4	Definición de términos básicos	27
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	31
3.1	Hipótesis	31
3.1.1	Hipótesis general.....	31
3.1.2	Hipótesis específicas	31
3.2	Operacionalización de variables.	31
3.2.1	Definición conceptual de variables	31
3.2.2	Definición operacional de variables	33
3.2.3	Matriz operacional de variables.....	33
IV.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO	35
4.1	Diseño metodológico.....	35
4.2	Método de la Investigación	36
4.3	Población y muestra.....	36
4.4	Lugar de estudio y periodo desarrollado	37
4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	37
4.6	Análisis y procesamiento de datos.....	37
4.7	Aspectos éticos en investigación	65
V.	RESULTADOS.....	66
5.1	Resultados descriptivos	66
5.2	Resultados inferenciales	80
5.3	Otro tipo de resultados estadísticos, de acuerdo con la naturaleza del problema y la hipótesis.	88
VI.	DISCUSION CON OTROS RESULTADOS	89
6.1	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	89

6.2	Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	93
6.3	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	94
VII.	CONCLUSIONES.....	95
VIII.	RECOMENDACIONES	96
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
X.	ANEXOS	101
	Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	102
	Anexo 2. PROPUESTA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	103
	Anexo 3. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE DISPONIBILIDAD ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	104
	Anexo 4. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA DIMENSIÓN MANTENIBILIDAD ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN.	105
	Anexo 5. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA DIMENSIÓN CONFIABILIDAD ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	106
	Anexo 6. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA DIMENSIÓN MANTENIBILIDAD DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN.	107
	Anexo 7. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA DIMENSIÓN CONFIABILIDAD DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	108
	Anexo 8. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE DISPONIBILIDAD DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	109
	Anexo 9. BASE DE DATOS DE LOS RESULTADOS.....	110
	Anexo 10. INSTRUMENTOS VALIDADOS.....	111
	Anexo 11. EVALUACION DE LAS CAUSAS DE LA BAJA DISPONIBILIDAD	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Operacionalización de variables	34
Tabla 4.1 Flota de excavadoras	36
Tabla 4.2 Lista de máquinas para el proyecto Lima - Canta	40
Tabla 4.3 Flota de excavadoras hidráulicas	41
Tabla 4.4 Causa baja de la disponibilidad excavadoras	42
Tabla 4.5 Cronograma de actividades plan de mantenimiento preventivo	47
Tabla 4.6 Presupuesto implementación plan de mantenimiento	48
Tabla 4.7 Plan de cambio de componentes	57
Tabla 4.8 Gastos en mantenimiento Pre test En - Jun 2022.....	63
Tabla 4.9 Gastos en mantenimiento Post test Jul - Dic 2022.....	63
Tabla 4.10 Costos totales mantenimiento año 2022	64
Tabla 4.11 Costo de la implementación Plan de Mantenimiento Preventivo....	64
Tabla 4.12 Cuadro de costos comparativo antes y después.....	64
Tabla 5.1 Resumen de procesamiento de datos de la disponibilidad antes y después	66
Tabla 5.2 Estadística descriptiva de la Disponibilidad antes y después.....	67
Tabla 5.3 Tabla de frecuencias disponibilidad antes.....	68
Tabla 5.4 Frecuencias de disponibilidad después.....	69
Tabla 5.5 Procesamiento de datos Mantenibilidad antes y después.....	71
Tabla 5.6 Análisis estadístico mantenibilidad antes y después.....	71
Tabla 5.7 Distribución de frecuencias mantenibilidad antes	72
Tabla 5.8 Estadística de frecuencias mantenibilidad después	73
Tabla 5.9 Procesamiento de datos Confiabilidad antes y después	75
Tabla 5.10 Análisis estadístico Confiabilidad antes y después	76
Tabla 5.11 Frecuencias de confiabilidad antes	77
Tabla 5.12 Frecuencias de Confiabilidad después.....	78
Tabla 5.13 Prueba de normalidad Disponibilidad	81
Tabla 5.14 Prueba T-Student para disponibilidad	83
Tabla 5.15 Prueba de normalidad Mantenibilidad	84
Tabla 5.16 Prueba de Wilcoxon para Mantenibilidad	85
Tabla 5.17 Prueba de normalidad para la Confiabilidad	86
Tabla 5.18 Prueba de Wilcoxon para Confiabilidad	87
Tabla 6.1 Pruebas emparejadas T-Student Disponibilidad	90
Tabla 6.2 Resumen de contrastes de hipótesis Mantenibilidad	91
Tabla 6.3 Resumen de contrastes de hipótesis Confiabilidad.....	92
Tabla 10.1 Procesamiento de datos Alfa de Cronbach	118
Tabla 10.2 Resultados Alfa de Cronbach.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 Problemas en los proyectos.....	39
Figura 4.2 Ruta 2 construcción vía alterna Lima - Canta - Huayllay	40
Figura 4.3 Diagrama causa efecto flota de excavadoras	41
Figura 4.4 Diagrama de Pareto Causas de la Indisponibilidad.....	42
Figura 4.5 Organigrama de la empresa	45
Figura 4.6 Formato de inventario de excavadoras	49
Figura 4.7 Acciones del plan de mantenimiento preventivo en las excavadoras hidráulicas CAT 336DL.	51
Figura 4.8 Formato de registro diario	55
Figura 4.9 Orden de trabajo	59
Figura 4.10 Ficha de inspecciones.....	60
Figura 4.11 Formato check list.....	62
Figura 5.1 Grafico de cajas disponibilidad antes y después	67
Figura 5.2 Frecuencias de disponibilidad antes	68
Figura 5.3 Frecuencias de disponibilidad después	69
Figura 5.4 Grafico comparativa disponibilidad	70
Figura 5.5 Grafico de cajas mantenibilidad antes y después	71
Figura 5.6 Frecuencias de la mantenibilidad antes	73
Figura 5.7 Frecuencias mantenibilidad después	74
Figura 5.8 Grafico de línea mantenibilidad.....	75
Figura 5.9 Grafico de botas de la Confiabilidad antes y después	76
Figura 5.10 Frecuencias de Confiabilidad antes	79
Figura 5.11 Frecuencias de Confiabilidad después	79
Figura 5.12 Grafico comparativo Confiabilidad	80

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

- BUGS : Error que se produce en el diseño
- CONF : Confiabilidad
- Dd : Disponibilidad después
- Da : Disponibilidad antes
- Dd : Disponibilidad mecánica después
- EN : Norma Europea
- ERP : Enterprise Resource Planning
- FIME : Facultad de Ingeniería Mecánica y Energía
- ISO : Organización Internacional de Normalización
- MP : Mantenimiento Preventivo
- MTBF : Mean Time Between Failures (Tiempo Medio entre Fallas)
- MTTR : Mean Time to Repair (Tiempo Medio para Reparar)
- OT : Orden de Trabajo
- ROI : Retorno de la Inversión
- RCM : Reliability Centred Maintenance
- SAP : Systems, Applications, Products in Data Processing
- UNAC : Universidad Nacional del Callao
- UNE : Una Norma Española

RESUMEN

La presente tesis titulada “Plan de mantenimiento preventivo para mejorar disponibilidad de una flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima ,2022”, tuvo como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de una empresa constructora. La metodología en esta investigación fue la de tipo aplicada y el método de investigación es el cuantitativo. La población y la muestra estuvo conformada por datos cuantitativos y fue de 06 excavadoras, comprendidos en un periodo de 12 meses, donde el pretest abarca desde enero a junio del 2022 y el pos-test de julio a diciembre del 2022 ubicados en la provincia de Canta departamento de Lima. La técnica empleada fue la observación y el instrumento es la ficha técnica de mantenimiento. Para realizar el análisis de datos descriptivo, el análisis de datos inferenciales y la contrastación de hipótesis se usó el software estadístico SPSS versión 27. Se concluyó que, de los resultados obtenidos en la investigación la disponibilidad desde 87.75% a 93.04% incrementando en 5.29%, se disminuyeron los tiempos de reparación de 10.955 a 7.10 horas disminuyendo 3.85 horas y la fiabilidad de 79.39% a 96.40% aumentando en 17% generando un ahorro de \$ 226,013.5 en correctivos, por lo tanto, se aprobaron la hipótesis general y específicas: que el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad, mantenibilidad y la confiabilidad de la empresa constructora, Lima, 2022.

Palabras clave: Disponibilidad, mantenimiento preventivo, confiabilidad, mantenibilidad, excavadoras.

RESUMO

Esta tese intitulada “Plano de manutenção preventiva para melhorar a disponibilidade de uma frota de escavadeiras de uma construtora, Lima, 2022”, teve como objetivo desenvolver um plano de manutenção preventiva para aumentar a disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade de uma construtora. A metodologia desta pesquisa foi aplicada e o método de pesquisa é quantitativo. A população e a amostra foram constituídas por dados quantitativos e composta por 06 escavadeiras, contempladas em um período de 12 meses, onde o pré-teste abrange de janeiro a junho de 2022 e o pós-teste de julho a dezembro de 2022 localizadas na província de Sing departamento de Lima. A técnica utilizada foi a observação e o instrumento é a ficha técnica de manutenção. Para realizar a análise descritiva dos dados, a análise inferencial dos dados e o contraste de hipóteses, foi utilizado o software estatístico SPSS versão 27. Concluiu-se que, a partir dos resultados obtidos na pesquisa, a disponibilidade de 87,75% para 93,04% aumentou em 5,29%, os tempos de reparo foram reduzidos de 10.955 para 7,10 horas, diminuindo 3,85 horas, e a confiabilidade de 79,39% para 96,40%, aumentando 17%, gerando uma economia de \$ 226.013,5 em corretivos, portanto, as hipóteses gerais e específicas foram aprovadas : que O plano de manutenção preventiva melhora a disponibilidade, manutenibilidade e confiabilidade da construtora, Lima, 2022.

Palavras chave: Disponibilidade, manutenção preventiva, confiabilidade, facilidade de manutenção, escavadeiras.

INTRODUCCIÓN

En un entorno de globalización, el desarrollo de equipos y técnicas es cada vez más dinámica. Entre los años 1980 y 2000, la industria cambió de muchas formas, pero la revolución informática impactó especialmente en la producción, la calidad y el flujo de trabajo. Antes no se tenía un control de las maquinarias, una baja disponibilidad de equipos y máquinas entonces se comenzó a utilizar sistemas de mantenimiento que permitieron administrar los procesos de mantenimiento, destinar tareas, realizar monitoreos y diagnósticos de falla, controlar el cumplimiento de las tareas asignadas, registrar el historial de fallas y generar informes con resultados de inspección llegando al objetivo principal del mantenimiento, obtener una óptima disponibilidad en sus equipos y maquinarias.

En el Perú es vital mantener sus equipos de construcción en buen funcionamiento sin problemas y de manera predecible para evitar posibles retrasos en los procesos de trabajo. Mantener al día el funcionamiento de los equipos de construcción, es de mucha responsabilidad como su uso, tener una maquinaria pesada en buen estado conseguirá un mayor rendimiento y productividad en la realización de un proyecto.

Por consiguiente, (ALAVEDRA y Otros,2016) mencionó que “El mantenimiento preventivo se le puede definir como la conversación planeada. Tiene como función permitir el conocimiento sistemático del estado de las máquinas y equipos para programar la tarea que debe realizarse”.

La constructora es una empresa familiar que inicia sus operaciones en el año 2018 dedicándose al rubro de la construcción ofreciendo diversos servicios de ingeniería, especializados en pavimentación, movimiento de tierras y mantenimiento vial.

Debido al alto incidente de fallas, déficit de repuestos y altas horas por reparación en sus flotas de excavadoras siendo el causante principal para culminar los proyectos se propone elaborar un plan de mantenimiento preventivo aumentar la disponibilidad de sus máquinas.

Asimismo (ALAVEDRA y Otros,2016) enfatiza que “la disponibilidad de un equipo o sistema es una medida que nos indica cuanto tiempo está funcionando ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante el periodo en el que se desea que funcione”.

La estructura de la investigación consta de las siguientes secciones:

Se desarrolló el planteamiento del problema se valida la realidad actual de la empresa constructora, se enuncian los objetivos relacionados con el problema propuesto.

Se desarrolló el marco teórico a través de sus antecedentes internacionales, nacionales y locales, siendo de gran beneficio en la investigación porque se reunió toda la información para la elaboración del diseño metodológico bases teóricas y definiciones de terminaciones básicas.

Se generó la hipótesis, incluyendo la general y específicas, las variables y su matriz de operacionalización.

En el marco método metodológico, se introdujo el diseño metodológico, diseño muestral, técnicas de recolección de datos, metodología estadística y los aspectos éticos.

Se desarrollaron los resultados descriptivos e inferenciales de acuerdo con la naturaleza de la investigación.

Respecto a la discusión de resultados se contrastó y se demostraron las hipótesis. Se describieron las conclusiones alineadas a los resultados de esta investigación y las recomendaciones.

Por último, se desarrollaron las fuentes de información de acuerdo con las normas internacionales y sus respectivos anexos.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Actualmente el mantenimiento a nivel global el mantenimiento ha venido cambiando acorde con el desarrollo de las nuevas tecnologías al inicio solo se realizaban trabajos correctivos solo para dar solución a una falla en el preciso instante. Sin embargo, con el pasar del tiempo el mantenimiento ha sido considerado de otro punto de vista y cada vez se han ido agregando nuevos procedimientos y estrategias obteniendo resultados beneficiosos con la finalidad de mejorar la disponibilidad e incrementar la productividad disminuyendo los costos por mantenimiento de averías. Fundamentalmente todo tipo de proyecto debe ir a la par con las nuevas tecnologías de mantenimiento industrial que no solo atiendan paradas imprevisibles, sino que también debe aumentar la productividad. En algunas empresas la mayoría de los departamentos de mantenimiento dependen del área de operaciones, lo cual hace que las tareas de mantenimiento sean condicionadas y dependientes.

El desarrollo a nivel nacional se está volviendo más visible, haciéndose perceptible mediante la construcción de nuevos proyectos similares a las de esta investigación. Actualmente en la región las empresas de construcción vienen realizando sus operaciones mediante la técnica de mantenimiento programado sin embargo en la realidad son mantenimientos correctivos porque el ratio promedio mensual es de 87% de fallas imprevistas ,generando sobre costos por servicios de traslado de equipos al taller , excesos de pago de horas extras al personal técnico y altos pedidos de repuestos por tal razón surge la necesidad reestructurar sus planes de mantenimiento para mejorar su disponibilidad.

A nivel local las empresas más competitivas en el mercado tienen una buena planificación de sus recursos para optimizar la gestión de sus equipos y maquinas. Las empresas constructoras con mayor presencia en el mercado adecuan sus buenas prácticas con políticas definidas en la gestión del mantenimiento de clase mundial.

La empresa constructora; durante los últimos meses ha tenido varios inconvenientes en la disponibilidad de sus excavadoras en promedio de 87% impactando al cronograma de entrega de proyectos con grandes atrasos. La flota de excavadoras sobre orugas no se encuentra funcionando correctamente, por lo cual se desarrolla tiempo inoperativos, paradas imprevistas en el proceso de excavación por falta de mantenimiento. Asimismo, no cuenta con un plan eficaz de mantenimiento que trabaje con las políticas de la empresa. Por otro lado, no existe un stock de repuestos, ni herramientas para la reparación de las excavadoras que presentan fallas porque no se lleva un adecuado control de inventarios y esto conlleva a gastos de sobrecompra. Las continuas fallas en los equipos, la baja rentabilidad del negocio generado por altos mantenimientos correctivos, un incipiente control de los gastos, información engañosa respecto a los indicadores de mantenimiento, técnicos sin capacitación, poca identificación en temas de mantenimiento por parte de los operadores. Se debe hallar una estrategia propia del mantenimiento en la empresa basados en técnicas de mantenimiento de clase mundial, logrando consolidar las bases con indicadores y gestión de costos como manejo de personal y fomentar la cultura en la empresa.

1.2 Formulación del problema

Se procedieron a formular los problemas en la investigación a través de las siguientes preguntas relacionadas con la naturaleza de estudio.

1.2.1 Problema general

¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima ,2022?

1.2.2 Problemas específicos

¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022?

¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima ,2022?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar como el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima, 2022.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar el plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima, 2022.

Determinar como el plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima, 2022.

1.4 Justificación

1.4.1 Importancia de la investigación

El desarrollo de esta investigación estuvo orientado con la única finalidad de resolver problemas por esta razón es muy importante justificar su investigación.

1.4.2 Justificación normativa

En esta investigación se utilizaron las normativas UNE-EN 13306: 2002; ISO 14224:2016; UNE-EN 13460 (2009); UNE-EN-60706; UNE-EN 15341:2008; UNE-EN 200001-3-11(2003); UNE-EN 20464 (2002).

1.4.3 Justificación técnica

Se desarrollaron todos los procesos desde la recopilación de datos hasta la exposición de los resultados buscando perfeccionar el mantenimiento preventivo, adaptando el conocimiento técnico-teórico de la mejora un plan de mantenimiento y disminuyendo los tiempos para la toma de decisiones que contribuyan a mejorar la disponibilidad de las excavadoras hidráulicas.

1.4.4 Justificación económica

Se obtuvo un ahorro de costos en la flota de excavadoras de la empresa constructora porque se evitaron paradas inesperadas por mantenimiento correctivo, desplazamiento de personal para realizar trabajos repentinos, sobre tiempo de personal y compra de repuestos con altos índices en los factores de importación.

1.4.5 Justificación social

Se implementó el plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las excavadoras y poder cumplir con el cronograma de las obras de pavimentación que conectarán con las vías alternas de las rutas de Canta, Cerro de pasco y Lima beneficiando a 174 mil ciudadanos.

1.4.6 Justificación metodológica

Esta tesis desarrolló una nueva estrategia de mantenimiento para aumentar la disponibilidad en la flota de excavadoras de una empresa constructora.

1.4.7 Justificación Practica

Esta investigación planteó la implementación de nuevas tareas de inspección, formatos de seguimiento, plan de cambio de componentes críticos y planes de mantenimientos preventivos con el fin de mitigar el mayor porcentaje de mantenimientos correctivos y reducción de tiempos de inoperatividad en las excavadoras hidráulicas de la empresa constructora.

1.5 Delimitantes de la investigación

1.5.1 Delimitación teórica

En el desarrollo de esta investigación se encontraron delimitaciones teóricas a nivel de las fuentes bibliográficas en línea ya que no existen muchos libros virtuales de donde sacar los conceptos que se requerían y se tuvo que buscar información en las bibliotecas especializadas de distintas universidades donde se pudo hallar conceptos más concretos para el desarrollo del marco teórico.

1.5.2 Delimitación temporal

Se estudió el comportamiento de la flota de excavadoras hidráulicas durante el periodo de 12 meses distribuidos desde 01 de enero hasta el 30 de junio del 2022 el pre test y el post test desde el 01 de Julio hasta el 31 de diciembre del 2022.

1.5.3 Delimitación espacial

Se realizó en la provincia Canta – Huayllay se tuvo precauciones con las máquinas por la emisión de gases contaminantes, alta polución de polvo por la remoción de material, exposición al calor y ruido intenso.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según (GUTIERREZ y Otros,2020) en su artículo publicado: Mejoras para elevar la disponibilidad de las unidades acuáticas livianas. El objetivo es identificar las mejoras necesarias para elevar la disponibilidad de estas unidades acuáticas livianas. Tipo: aplicado, diseño experimental, el enfoque que utilizó el investigador fue el cuantitativo, la población 24 personas que se encuentran en contacto con las embarcaciones, muestra igual que la población y el tipo no probabilístico y la técnica entrevista estructurada y el instrumento el cuestionario. Los métodos utilizados fueron: la aplicación del Diagrama Causa–Efecto, la entrevista estructurada y su procesamiento y el Método de Pareto. La entrevista estructurada se valida por juicio de expertos y su confiabilidad con el coeficiente Alpha de Cronbach que obtuvo un alto valor de 0,88. La Disponibilidad actual es de 79,00 % según cálculos efectuados por los autores en un trabajo precedente. Con las mejoras propuestas, se pudiera aumentar a 86,00 %.

Aporte: En esta investigación el investigador nos explica como utilizando las técnicas del diagrama Causa – Efecto, entrevista y el método de Pareto se logra aumentar la disponibilidad, estandarizando tareas e identificando los equipos más críticos.

Según (MAGO y Otros,2020) en su artículo: Implementación de mantenimiento preventivo y predictivo a los equipos del proceso de producción en la empresa EQUIACEROS SAS. El objetivo principal de este proyecto fue de realizar un modelo de plan de mantenimiento, que sea adecuado para el cumplimiento de la política de la empresa, que brinde el desarrollo de herramientas necesarias para la manipulación y adecuación de las maquinas al proceso, al igual que las acciones de mantenimiento preventivo que garanticen la disponibilidad de los equipos, evitando fallas críticas que afecten la productividad. El Tipo utilizado es el aplicado, diseño experimental, el enfoque que utilizó el investigador fue el cuantitativo, la población fueron 32 equipos de la empresa EQUIACEROS SAS,

muestra igual que la población y el tipo no probabilístico. Se realizó la jerarquización de los activos más importantes incluyendo: sistemas, subsistemas, equipos y componentes que luego fueron evaluados con la matriz de criticidad basada en riesgos. Para individualizar la información, se realizaron las fichas técnicas y hojas de vida, también se registraron los datos necesarios del plan de mantenimiento que mas se adecue a la empresa. Los resultados fueron obtenidos a partir del AMEF (Análisis de modo y efecto de fallas) y de acuerdo al NPR (Numero de Prioridad de Riesgo) ,generando las acciones correctivas indicadas en forma preventiva y predictiva en las rutinas de mantenimiento.

Aporte: El autor de este artículo facilitó al investigador en la elaboración de formatos, que ayudara con el manejo de la información determinando la periodicidad requerida en el plan de mantenimiento, bitácoras diarias de operación, de acuerdo al tiempo promedio entre fallas ayudando a mejorar el stock de repuestos y mejorando los tiempos de reparación.

Además (MAGO y ROCHA ,2021) en su artículo publicado: Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Granitos y Mármoles Acabados SAS. El objetivo fue Mejorar la disponibilidad del equipo, disminuir los costos de mantenimiento y optimizar los recursos humanos. Tipo: aplicado, el enfoque que utilizó el investigador fue el cuantitativo, la población 06 máquinas compuesta por pulidoras y brilladora industrial, muestra igual que la población y el tipo no probabilístico y la técnica fue la observación. Se efectuó un análisis financiero con el fin de conocer los costos que se requerían para la implementación del plan, se evalúa la viabilidad del proyecto con el cálculo del ROI. La implementación de la metodología RCM en las pequeñas empresas, como se aprecia en este caso estudio, brinda herramientas necesarias para organizar la información y tener mayor control de los activos. El plan propuesto ha permitido favorablemente, organizar las actividades que los operarios venían realizando de forma aleatoria, por lo que se han optimizado los tiempos generando buenas prácticas de mantenimiento.

Aporte: El autor en su investigación no da a conocer que al diseñar e implementar el plan de mantenimiento en los equipos de la empresa de granitos y mármoles mejoró la disponibilidad de sus equipos y maquinas, asimismo menciona que esta metodología brinda herramientas para obtener un mayor control de los activos de esta manera optimizando los tiempos en reparaciones.

Por otro lado (SALGADO y Otros,2018) su artículo: Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica. El objetivo de la investigación fue programar el mantenimiento preventivo de las unidades generadoras de un sistema de potencia con un modelo de optimización que minimiza el costo de operación y mantenimiento. Tipo: aplicado y diseño experimental, el enfoque que utilizó el investigador fue el cuantitativo, la población unidades generadores del sistema de potencia. La muestra igual que la población y el tipo no probabilístico. Los instrumentos fueron los registros de costos en mantenimiento. Para modelar el costo de operación de las unidades se utiliza una función cuadrática y para el mantenimiento una función lineal, ambas dependen de la demanda del sistema. La investigación muestra principalmente que el costo de operación y mantenimiento estimado mediante el modelo propuesto es sensible a la integración de generación eólica y al MR definido para el sistema, y brinda un criterio técnico basado en costos que permite evaluar los posibles planes de MP de las unidades generadoras de un SEP con presencia de fuentes no convencionales.

Aporte: En esta investigación los autores que aplicaron el mantenimiento preventivo a las unidades generadoras de un sistema de potencia pudieron minimizar el costo de operación y mantenimiento mejorando la rentabilidad en la empresa.

Además (VILLARRAGA,2020) en su artículo: Metodología gerencial para el mantenimiento preventivo de equipos médicos mínimos usados en habilitación de cirugías ambulatorias. El objetivo de esta investigación consiste en determinar el impacto de cada uno de los equipos disponibles en la unidad de cirugía ambulatoria y evaluar qué tan necesario es el equipo médico. Tipo: exploratorio, el diseño utilizado fue el experimental, el enfoque que utilizó el investigador fue

el cuantitativo, la población fueron todos los equipos que se encuentran en la unidad de cirugía, muestra igual que la población y el tipo no probabilístico, la técnica utilizada fueron las entrevista a 10 expertos y el instrumento el cuestionario. En la metodología propuesta, se considera el impacto operacional y global, la probabilidad de daño y el nivel de riesgo de los equipos médicos, lo que genera niveles de prioridad en la ejecución del mantenimiento preventivo. Según los resultados obtenidos, se identifica que, para cirugías ambulatorias, los tres equipos que presentan un nivel de riesgo alto asociado a su disponibilidad son la máquina de anestesia, el electrobisturí y la lámpara cielítica. Su mantenimiento debe realizarse de manera prioritaria, ya que el impacto de su carencia será alto. Se concluye que es necesario contar con equipos de respaldo sobre todo para los que presentan mayor nivel de riesgo, tener información verídica de la existencia de los equipos, estandarizar procesos, crear procedimientos y protocolos, y capacitar al personal encargado de la tecnología.

Aporte: El investigador en este artículo aplicando el mantenimiento preventivo se pudo jerarquizar de acuerdo a la probabilidad de daño y el nivel de riesgo de los equipos médicos, estandarizando procesos y creando nuevos procedimientos.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Para (ALAVEDRA y Otros,2016) en su artículo: Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu - 2013. La presente investigación tuvo como objetivo determinar el grado de correlación entre la gestión del mantenimiento y la disponibilidad y como este influirá en el desarrollo del mantenimiento para aumentar el nivel de disponibilidad de la flota. Para ello el investigador recomienda realizar un estudio de fallas y determinar las más críticas, implementar un plan de mantenimiento preventivo, con la finalidad de aumentar la disponibilidad y confiabilidad de la flota de camiones 730e y disminuir las paradas imprevistas, disminuyendo los costos de mantenimiento innecesarios. Del trabajo se puede inferir que las variables de gestión de mantenimiento preventivo y disponibilidad tienen una relación de 62.6% lo que significa que el 37.4% de diferencia está dado por otros factores que no están relacionados con las variables. Luego al realizar el análisis

del MTBF y MTTR y la disponibilidad en los camiones Komatsu 730e, se observó que hay una línea de tendencia decreciente, debido a diversos factores relevantes que afectan directamente al mantenimiento preventivo. En el año 2011 el MTBF tuvo una caída con respecto al año anterior aproximadamente 9.68% con una varianza de 11.59 horas. Se aprecia que el MTBF del 2012 en comparación con el del año 2011, se toleró una caída de 20.20% con una varianza de 21.583 horas. Asimismo, el MTBF del 2013 respecto al año 2012 sufrió una caída de 39.51% con una varianza de 34.07 horas. Por lo tanto, la línea de tendencia expresa una caída en el tiempo si se continua el proceso. También se pudo observar que el MTTR tiene una tendencia al ascenso quiere decir que los tiempos en reparar están siendo más crecientes. De la investigación se concluye que los problemas se vienen agravando día a día, lo que se valida que la confiabilidad no es buena para el cliente.

Aporte: En esta investigación los autores pudieron dar validez al grado de correlación entre mantenimiento preventivo y disponibilidad.

Además (ALDANA,2019) en su tesis titulada: Gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en los equipos mineros de transporte en la empresa unidad Inmaculada – Ayacucho de la empresa Unión de concreteras S.A”. Esta investigación tiene como objetivo establecer de qué manera la gestión del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad en los equipos de transporte. El investigador utilizó el tipo de metodología aplicada y el método fue el cuantitativo de diseño no experimental de corte longitudinal. La población fue de 10 equipos y la muestra fue la no probabilística tomando la cantidad igual que la población 10 equipos ubicados en la unidad minera Inmaculada-Ayacucho de la empresa Unión de Concreteras S.A durante un periodo de 12 meses abarcando desde enero a diciembre 2019. La técnica que utilizó el investigador fue la observación y medición el participante y los instrumentos fueron la ficha de observación de datos.

Para el presente análisis de datos se utilizó el programa estadístico informático SPSS V.24 debido a su capacidad de trabajar con grandes bases de datos y presentar una sencilla interfaz para la mayoría de análisis .Concluyendo con el

incremento de la disponibilidad en 4.06% asimismo la mayor eficacia del mantenimiento preventivo mejora de manera considerable la disponibilidad en los equipos mineros de transporte los resultados mostraron que los promedios de numero de fallas disminuyeron en 19.63%, los costos de la empresa disminuyeron en 2.29 soles por metro cubico representando un ahorro de la organización de 129,920 soles al año.

Aporte: En esta tesis aplicando la gestión del mantenimiento preventivo en la empresa Unión de Concreteras, mejoró los equipos de transporte, mediante el uso de nuevos programas de mantenimiento se incrementó la disponibilidad disminuyendo las fallas y costos en la empresa.

Según (TERÁN,2022) en su tesis titulada: Rediseño del sistema de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de la flota de tractores de la empresa Danper agrícola Olmos S.AC. El presente trabajo tiene como objetivo plantear alternativas de solución a los posibles problemas encontrados en el área de mantenimiento de la empresa Danper Agrícola Olmos S.AC. y aumentar el nivel de los indicadores y los costos se mantengan o se reduzcan. La investigación realizada fue de tipo aplicada, el diseño fue correlacional – causal. La población fueron 10 tractores y la muestra son no probabilística igual a la muestra 10 tractores, estuvieron en evaluación durante el periodo 2018-2019. Las técnicas que ha utilizado el investigador fueron la observación y el análisis documental, los instrumentos utilizados para este proyecto fueron el ERP SAP y Excel. Se concluye Él investigador identifica y analiza los fallos críticos de la flota de los tractores de los cuales se jerarquizaron y determinaron que 6 correspondían a la parte critica. En la elaboración del plan del mantenimiento se mejoraron y reestructuraron nuevos planes de mantenimiento, formatos y ficha de datos.

Aporte: El investigador en esta tesis del rubro agroindustrial aplicando el mantenimiento preventivo mediante la jerarquización de 06 partes críticas se obtuvo mejoras en el área de mantenimiento aumentando el nivel de los indicadores y reduciendo los costos de mantenimiento.

Por otro lado (VILLEGAS,2020) en su investigación titulada: Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los motores eléctricos de Palas P&H, caso: Empresa minera del sur del Perú. El objeto principal del investigador es proponer un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los motores eléctricos de la flota de palas P&H en la empresa minera del sur del Perú. El investigador utilizó la investigación explicativa y descriptiva, él tipo de diseño es no experimental de corte transeccional. La población del estudio está conformada por todas las palas eléctricas P&H en la mina y cada pala eléctrica tiene siete motores eléctricos, la muestra utilizada es la no probabilística. Se utilizó las técnicas de la entrevista con su instrumento guía de revista también la técnica de observación en campo con su instrumento guía de observación de campo para recolectar la información sobre el estado del mantenimiento preventivo en los motores eléctricos. Para el análisis estadístico el investigador utilizó el programa Minitab para poder generar valores cuantitativos de confiabilidad y disponibilidad de las palas eléctricas.

El autor concluye que existe una oportunidad de mejora para el plan de mantenimiento actual utilizados para los motores eléctricos de corriente continua, mejorando significativamente la disponibilidad y por ende la producción en los equipos. Se valida la efectividad de la implementación de un nuevo plan de mantenimiento ya que se tiene un ahorro de costos según el riesgo y por último se validó la hipótesis la cual indica que implementando un plan de mantenimiento preventivo es posible incrementar la disponibilidad de las palas eléctricas P&H y por ende incrementar significativamente la producción de mineral en la empresa minera del sur del Perú.

Aporte: En esta tesis el autor propone una oportunidad mejora para aumentar la disponibilidad de los motores eléctricos de las palas P&H obteniendo reducción de los costos en mantenimiento e incremento de la producción de mineral en la empresa minera.

2.1.3 Antecedente local

Según (GUTIERREZ y TENA,2019) en su tesis titulada: Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos y maquinas del laboratorio de

mecánica de fluidos y maquinas térmicas de la FIME UNAC, 2018. Esta investigación tiene como objetivo proyectar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y maquinas térmicas FIME – UNAC. El método aplicado es esta investigación es deductivo, inductivo y prospectivo, de tipo aplicada no experimental, la población fue de 08 unidades entre equipos y maquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y maquinas térmicas y la muestra fue la no probabilística tipo censal igual que la población. La técnica utilizada fue la observación directa y los instrumentos la observación de equipos y máquinas, al proyectar el plan de mantenimiento para los equipos y maquinas del laboratorio de Mecánica de Fluidos y Maquinas térmicas la disponibilidad incrementó en 18% de 68.75% a 86.75%. Los investigadores elaboraron una ficha técnica y finalmente se implementó la matriz de criticidad logrando jerarquizar para priorizar el mantenimiento.

Aporte: El autor de la tesis al aplicar el plan de mantenimiento preventivo en los equipos y materiales de la FIME UNAC. Se elaboraron fichas técnicas, codificación los materiales y jerarquizaron para priorizar su mantenimiento obteniendo un aumento de la disponibilidad en 18%.

2.2 Bases teóricas

A continuación, se describen los fundamentos teóricos implícitos en la variable objeto de estudio, basados en los aportes teóricos de los autores consultados durante el desarrollo investigador. Según Pérez (2021, p.19) define el mantenimiento a:” Toda serie de acciones que deben realizar las personas encargadas de este departamento o área con la finalidad de que los equipos o maquinas, componentes e instalaciones involucrados dentro de un proceso industrial estén en las condiciones de funcionamiento”.

Además, Montilla (2016, p. 20) menciona que: “El mantenimiento es un conjunto de actividades planificadas y coordinadas orientados a mantener los equipos, en una condición operativa, lo más cercana posible de su estado teórico o nominal, con el mínimo de inversión de manera segura para el personal”.

Por otro lado, Peralta (2019, p.23) menciona al mantenimiento “como un conjunto de técnicas destinados a conservar equipos e instalaciones durante el mayor tiempo posible, buscando la máxima disponibilidad y productividad”.

Según Carmona (2015, p.28) manifestó que muchos modelos de mantenimiento se basan en la consideración de 3 tipos de mantenimiento y la relación entre ellos:

- Predictivo: Determinación del estado de los equipos en operación.
- Preventivo: Evitar problemas antes de que ocurran.
- Correctivo: Solucionar problemas una vez que han ocurrido.

Según Pérez (2021, p.48) Señala que: “El mantenimiento predictivo también se puede considerar como una técnica para presagiar el futuro de la falla, anomalía, rotura o avería de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse con base en un plan antes que falle”.

Tavares (1998, p.21) Explica que el mantenimiento preventivo son todos los servicios de inspecciones sistemáticas, ajustes, conservación y eliminación de defectos, buscando evitar fallas.

Montilla (2019, p.42) Menciona que el mantenimiento correctivo:” Es un sistema de mantenimiento en el que se interviene un equipo una vez que ha ocurrido la falla funcional o que se hace evidente que va a ocurrir una avería mayor”.

Pérez (2021, p. 24) Define a la mantenibilidad como la facilidad de realizar tareas de mantenimiento en un equipo o máquina, para así devolver a sus condiciones de operación en el menor tiempo posible, utilizando procedimientos definidos.

Asimismo, el autor menciona que la confiabilidad se asocia como la capacidad de una máquina, equipo o sistema para cumplir funciones específicas o requeridas, bajo condiciones de operación dadas, en un tiempo o periodo determinado.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Mantenimiento preventivo

Según Peralta (2019, p. 24) menciona que “el mantenimiento preventivo “es aquello que tiene como finalidad la vida útil y la calidad de las instalaciones y aparataje, reduciendo averías o manteniendo áreas de forma eficiente y efectiva, con la mayor seguridad, garantía y al coste más racional posible”.

Asimismo, (ALAVEDRA y Otros,2016) menciona que: “El plan de mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, todas realizadas por usuarios, operadores y encargados de mantenimiento, para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios, maquinas, equipos, vehículos, etc.”

2.3.2 Pasos para implementar un plan mantenimiento preventivo

Montilla (2016, p.62) presenta una metodología general para estructurar un plan de mantenimiento preventivo tomando como punto de partida muy común “que no hay nada”. En este contexto surge la siguiente serie de preguntas: ¿Sobre qué maquinas/equipos que se va a intervenir? ¿Qué tareas se van a hacer? ¿Con que gente/equipos de apoyo /herramientas/insumos/materiales? ¿Cuándo lo van a realizar? ¿Cuál es el procedimiento de ejecución? ¿Cuánto duran las tareas? ¿Qué formatos van a apoyar la recolección de información, de manera ordenada? ¿Cómo se va a medir la efectividad de los resultados?

Asimismo, el autor hace un resumen de respuestas a las preguntas y se describen a continuación:

Inventario de máquinas, equipos, inmuebles y vehículos que serán cobijados por el plan de mantenimiento.

Codificación de las maquinas, equipos, inmuebles y vehículos

Creación de una tarjeta de datos

Creación de hojas de vida de equipos

Relación de requerimientos e instructivos

programación de actividades

Elaboración de rutinas básicas de mantenimiento

Definición y creación de formatos de apoyo a la gestión de mantenimiento (hojas de vida, ordenes de trabajos, indicadores, etc.)

Sistematización de la información

2.3.3 Clasificación del mantenimiento preventivo

Según Carmona (2015, p.31) sostuvo que podemos clasificar el mantenimiento preventivo en varios subtipos:

Programado: Revisiones periódicas, por ejemplo, mensuales. En función del uso del equipo: un uso más intenso requiere revisiones más periódicas. También dependen de un entorno más o menos benigno (polvo, temperatura, etc.).

Predictivo: El que determina el período máximo de uso de un equipo hasta que debe ser revisado de nuevo, en función de la vida útil de sus componentes.

De oportunidad: El que aprovecha períodos de no utilización de los equipos para su revisión en profundidad, por ejemplo, durante las vacaciones del usuario.

De actualización: Tanto software como hardware requieren actualizaciones que va ofreciendo el fabricante, con nuevas funcionalidades, mejora o solución de problemas de fábrica (bugs). Las actualizaciones previenen y corrigen problemas como un fallo grave del dispositivo, o vulnerabilidades de seguridad.

2.3.4 Indicadores de mantenimiento preventivo

Para Pérez (2021, p. 96) Los indicadores de gestión permiten identificar las oportunidades de mejoramiento y desviaciones respecto a las metas propuestas mediante la interpretación de los resultados, al igual que los aspectos positivos que deberá mantener dentro de los valores ideales. Finalmente, el autor especifica que deben establecerse indicadores de gestión para el proceso de planeación y programación que respondan a los puntos que se desean controlar.

El autor detalla algunos indicadores de gestión relevantes, que se pueden aplicar en las industrias, independientemente de sus procesos productivos.

Mantenimiento planeado

Establecer el porcentaje (%) de las ordenes de trabajo gestionadas en planeación pendientes de ser programadas.

$$= \frac{\sum O.T.'s \text{ planeadas}}{\sum O.T.'s \text{ Total abiertas pendientes por programar}} \times 100 \quad (2.1)$$

Meta: Mantener como máximo valor el 10% del total de las OT abiertas en el sistema en espera de ser programada.

Objetivo: Mayor al 90%

Desviación: 10%

Orden de Trabajo en atraso

Identifica las ordenes de trabajo cuya fecha de inicio de la ejecución ha superado el tiempo definido en la matriz de priorización de las Ordenes de trabajo según su tipo.

$$= \frac{\sum O.T.'s \text{ atrasadas}}{\sum O.T.'s \text{ Total abiertas}} \times 100 \quad (2.2)$$

Cumplimiento de la programación de las Ordenes de Trabajo (OT)

Verificar la ejecución de estas OT definidas en el ciclo de programación

$$\frac{\sum O.T.'s \text{ prog. cerradas en el ciclo}}{\sum O.T.'s \text{ pro. en el ciclo}} \times 100 \quad (2.3)$$

Según Peralta (2019, p.26) menciona que los indicadores de mantenimiento son los siguientes:

2.3.5 Tiempo medio entre fallas

Se espera que funcione u opere adecuadamente entre paradas (nuevamente por fallos o reparaciones), permite conocer la frecuencia con que suceden las averías.

$$= \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas de paradas por mantenimiento}}{N. de fallas} \quad (2.4)$$

2.3.6 Tiempo medio de reparación

Permite conocer la importancia de las averías /fallas que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su reparación, es decir, el tiempo promedio entre el momento que ocurre la falla y el momento cuando esta es reparada.

$$= \frac{\text{Horas totales por mantenimiento y averia}}{\text{N. de fallas}} \times 100\% \quad (2.5)$$

2.3.7 Disponibilidad

Es, por tanto, el porcentaje de tiempo que el sistema o equipo está útil (disponible) para producción. El tiempo que está fuera de servicio (indisponible) debe contemplar toda paralización por mantenimiento correctivo o preventivo, desde el momento en que queda fuera de servicio hasta que se devuelve a entregar operativo a producción o exploración.

$$= \frac{\text{Tiempo medio entre fallas}}{\text{Tiempo medio entre fallas} + \text{Tiempo medio de reparacion}} \quad (2.6)$$

2.4 Definición de términos básicos

Backlog: (Tavares,1998) Es el tiempo que el equipo de mantenimiento deberá trabajar para ejecutar los servicios pendientes, suponiendo que no lleguen nuevos pedidos u ordenes de trabajo durante la ejecución de tareas pendientes.

Componente: (Tavares,1998) Ingenio esencial para el funcionamiento de una actividad mecánica, eléctrica o de otra naturaleza física, que conjugado a otro (s) crean el potencial de realizar un trabajo.

Check list: (Peralta,2019) Es un formato para donde se describen los trabajos rutinarios para mantener el equipo en optimo estado con la finalidad de tomar actividades preventivas.

Defecto: (Tavares,1998) Acontecimiento de un ítem que no impide su funcionamiento, sin embargo, puede a corto plazo, conducir su indisponibilidad.

Disponibilidad de equipos: (Peralta,2019) Es sin duda el indicador de mayor importancia en el mantenimiento, y desde luego, el que más eventualidades de manipulación tiene. Si se calcula correctamente, es muy sencillo: es el cociente de dividir el N° de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el N° de horas totales de un periodo.

Equipo: (Tavares,1998) Agrupación de componentes unidos entre si con que se realiza materialmente una actividad de una instalación.

Falla: (Tavares,1998) Suceso en un ítem que impide su operatividad.

Familia de equipos: (Tavares,1998) Componentes con idénticas características de construcción (mismo fabricante, mismo tipo, mismo modelo).

Ítem de mantenimiento: Equipo, Obra, instalación o componente.

Índices clase mundial: (Tavares,1998) Según la misma expresión en todos los países. De los seis “índices de clase mundial” cuatro son los que se refieren al análisis de la gestión de equipos y dos a la gestión de costos.

Lubricación: (Tavares,1998) Son cambios, llenados, exámenes y análisis de los lubricantes -mantenimiento preventivo por tiempo. Esta acción es realizada por el operador del equipo o por un “lubricador” y semejantemente a la anterior, exige gran control donde deber ser indicados los puntos a ser lubricados o tipo de lubricante, la dosificación y la frecuencia de lubricación.

Ishikawa: (Peralta,2019) El diagrama de Ishikawa identifica las causas y los efectos de un problema para poder encontrar posibles soluciones de la falla.

Mantenimiento: (Peralta,2019) Conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con máximo rendimiento.

Mantenibilidad: (Tavares,1998) Simplicidad de un ítem en ser mantenido.

Mantenimiento preventivo: (Tavares,1998) Son todas las inspecciones sistemáticas, ajustes, conservación y eliminación de defectos, buscando evitar o disminuir las fallas.

Mantenimiento correctivo: (Tavares,1998) Todos los trabajos ejecutados en los equipos con falla.

Mantenimiento selectivo: (Tavares,1998) Cambio de una o mas piezas o componentes de equipos prioritarios de acuerdo con las entidades de investigación – mantenimiento preventivo por estado.

Orden de trabajo: (Peralta,2019) Es un documento donde se detalla por escrito los pasos para realizar algún tipo de trabajo o encargo. Se trata de una herramienta básica utilizada en los distintos desarrollos productivos y muy utilizados en el área de mantenimiento.

Operadores: (Tavares,1998) Personal capaz de realizar actividades de mantenimiento de forma voluntaria (limpieza, lubricación, inspección, pequeños ajustes y mediciones).

Pieza: (Tavares,1998) Es todo elemento físico no fraccionable de un mecanismo. Es la parte del equipo donde, de forma frecuente, desarrollando progresivamente los cambios y eventualmente, en casos más específicos, las reparaciones.

Prioridad: (Tavares,1998) Intervalo de tiempo que debe pasar entre la confirmación de la necesidad de una participación del mantenimiento y el inicio de la misma.

Reparación por defecto: (Tavares,1998) Reconstrucción de equipos que presenta alteraciones en su estado, como ya fue definido, para la condición de defecto – mantenimiento preventivo por estado.

Revisión de garantía: (Tavares,1998) Examen de los componentes de los equipos antes del término de sus garantías, con la intención de verificar sus condiciones con relación a las exigencias contractuales – mantenimiento preventivo por tiempo.

Sistema operacional: (Tavares,1998) Grupo de equipos para efectuar una función de una instalación.

Tasa de fallas: (Peralta,2019) Es un indicador reflejado como un porcentaje de fallas sobre el total de productos examinados o en servicio (en términos relativos), o también como un número de fallas.

Tiempo medio entre fallos: (Peralta,2019) Es un indicador de gestión del mantenimiento, usualmente para evaluar el desempeño de las políticas de mantenimiento y confiabilidad.

Tiempo medio de reparación: (Peralta,2019) Nos permite conocer la importancia de las fallas que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

El plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

3.1.2 Hipótesis específicas

El plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora., Lima,2022.

El plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

3.2 Operacionalización de variables.

3.2.1 Definición conceptual de variables

Variable Independiente (VI): Mantenimiento Preventivo

De acuerdo con lo indicado por Montilla (2016 p.33). El mantenimiento preventivo uniformiza la carga de trabajo para el personal a una programación de actividades con base a la ejecución de tareas a frecuencias determinadas. Los beneficios del mantenimiento preventivo son el aumento de la confiabilidad de las maquinas puesto que operan en mejores condiciones de seguridad ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento y disminución de los tiempos muertos, tiempos de parada de máquinas y equipos.

1ra dimensión: Programación de trabajos

Enunciado de secuencias, trabajos a ejecutar e implantar los procesos en la ejecución de las tareas de mantenimiento para los equipos. Su ecuación es la siguiente:

$$= \frac{N. de diagnostico de fallas ejecutadas}{N. de diagnostico de fallas programadas} x 100 \quad (3.1)$$

2da dimensión: Relación entre trabajos

para corroborar el avance en el mantenimiento preventivo es teniendo en cuenta la realización de los trabajos ejecutados sobre trabajos programados. Su ecuación es la siguiente:

$$= \frac{Tareas\ ejecutadas}{Tareas\ programadas} \times 100 \% \quad (3.2)$$

Variable dependiente (VD): Disponibilidad

Para Montilla (2016, p.96). Es la capacidad de una maquina/equipo de llevar a cabo con éxito la función requerida, durante un tiempo determinado, en unas condiciones específicas, el cual será obtenido al aplicar dicho plan de Mantenimiento Preventivo para su futura adecuación y control.

Indicadores de la disponibilidad

Según Pérez (2021), relacionando con la investigación, dicho investigador responsabiliza las dimensiones para la disponibilidad de equipos como la capacidad de servicios, números de accidentes., mantenibilidad.

Es la disponibilidad de un estado estable, considerando solo el tiempo de inactividad del equipo, debido a paradas para un mantenimiento correctivo. En otras palabras, la interrupción debido al mantenimiento preventivo, detalles logísticos y demoras en el suministro.

Su fórmula es la siguiente:

$$= \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100 \quad (3.3)$$

1era dimensión: Tiempo medio entre fallas (MTBF)

Es la de un sistema que grafica la cantidad de esfuerzo requiere para mantener sus operaciones de forma normal o para sustituir cuando se identifique alguna avería.

MTBF = Es el tiempo promedio que existe en cada hecho de una cierta parada por falla de un proceso, es decir lo contrario de la frecuencia que acontece cada parada:

Se representa de la siguiente manera:

$$= \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas de parada por mantenimiento}}{\text{N. de fallas}} \times 100\% \quad (3.4)$$

2 da dimensión: Tiempo medio hasta haber reparado la avería (MTTR)

Probabilidad de un sistema, equipo lleve a cabo una determinada función en distintas condiciones en un tiempo establecido.

Su representa de la siguiente manera:

$$= \frac{\text{Horas totales por mantenimiento y avería}}{\text{N. de fallas}} \times 100\% \quad (3.5)$$

3.2.2 Definición operacional de variables

Variable Independiente (VI): Mantenimiento Preventivo

El desarrollo del proceso se realiza mediante el reconocimiento de problemas encontrando en el mantenimiento preventivo, para lo cual se emplea instrumentos como programación de trabajos y sus ejecuciones.

Variable dependiente (VD): Disponibilidad

La disponibilidad es el producto que se obtiene partiendo de la confiabilidad y mantenibilidad, bajo indicadores de clase mundial. La disponibilidad también crece cuando se mejoran la preservación de los procesos de adquisición de componentes necesarios para el mantenimiento y las entregas apropiadas de materiales y tiempos de servicio.

3.2.3 Matriz operacional de variables

A continuación, se muestra la matriz operacional de variables que contienen las variables, dimensiones, indicadores, índices, método y técnicas utilizadas en esta tesis.

Tabla 3.1 Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE	METODO	TECNICAS E INSTRUMENTOS
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Programación de tareas	$= \frac{N. de diagnostico de fallas ejecutadas}{N. de diagnostico de fallas programadas} \times 100$	PORCENTUAL	CUANTITATIVO	<ul style="list-style-type: none"> • OBSERVACION DIRECTA • MICROSOFT EXCEL • ERP SAP
	Ejecución de tareas	$= \frac{Tareas ejecutadas}{Tareas programadas} \times 100 \%$			
DISPONIBILIDAD	Mantenibilidad	$= \frac{Horas Totales por mantenimiento y averia}{N. de fallas} \times 100\%$			
	Confiabilidad	$= \frac{Horas Totales - Horas de parada por mantenimiento}{N. de fallas} \times 100\%$			

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1 Diseño metodológico

El tipo de investigación utilizada en la tesis fue la aplicada porque se realizó un estudio para incrementar la disponibilidad de la flota de excavadoras que se encuentran en el proyecto ruta 2, construcción de vías alternas y pavimentación Lima - Canta - Huayllay durante un periodo de 12 meses.

(Espinoza,2010) Tiene como propósito aplicar los resultados de la investigación experimental para diseñar tecnologías de aplicación inmediata en la solución de los problemas de la sociedad.

El diseño de la investigación fue el Cuasi – Experimental, porque se estuvo manipulando la variable independiente y se verificó el impacto que generó después de su aplicación en la variable dependiente, disponibilidad formando una agrupación y será aplicando en el pre test y luego en la implementación.

(Espinoza, 2010) Los diseños cuasiexperimentales son semejantes a los experimentos “verdaderos”, con la diferencia que los grupos no son equivalentes porque no hubo aleatorización ni emparejamiento. Por lo demás son iguales, la interpretación es similar, las comparaciones son las mismas y los análisis estadísticos iguales y de corte transversal longitudinal porque se toma una muestra del objeto de investigación, la misma que es evaluada en distintos momentos en el tiempo y por períodos de mediano, mediano y largo plazo.

El nivel usado en la presente tesis fue la explicativa causal.

(Espinoza,2010). Tiene como propósito buscar las relaciones de causa y efecto entre las variables del objeto de estudio. En algunas investigaciones se determinará la correlación de las variables sin encontrar causalidad.

La investigación tiene enfoque cuantitativo porque se usaron herramientas e instrumentos en el que se determinó la situación anterior y de esta manera implementó el plan de mantenimiento preventivo.

(Espinoza,2010) El cual se aplica a los fenómenos tecnológicos, relacionados con su entorno y apoyado en el carácter empírico de los postulados de la investigación de las ciencias naturales.

4.2 Método de la Investigación

El método de investigación que se utilizó en la investigación es el hipotético deductivo.

Según (García,2022): “El método deductivo se refiere a la colección de teorías y conceptos básicos que resuelven deductivamente las consecuencias empíricas de las hipótesis y tratan de falsearlas para recoger la información relevante, por lo que busca dar solución a los problemas”.

4.3 Población y muestra

La población fueron 06 excavadoras sobre orugas y la muestra fue la no probabilística de tipo censal igual a la población, estuvieron en evaluación durante el periodo de 12 meses para el pretest (01/01/2022 al 30/06/2022) y 6 meses para el pos test (01/07/2022 al 31/12/2023).

(Espinoza,2010) La población debe delimitarse claramente en torno a sus características de contenido, lugar y tiempo. La muestra no probabilística es una técnica de muestreo en la cual el investigador selecciona muestras basadas en un juicio subjetivo y de tipo censal porque aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas como muestra.

Tabla 4.1 Flota de excavadoras

N	CODIGO INTERNO	FLOTA	MARCA	MODELO	NIVEL	AÑO DE FABRICACION
1	I01-322	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336DL	Crítico	2017
2	I01-38	EXCAVADORA	CATERPILLAR	329DL	Crítico	2017
3	I01-324	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336DL	Crítico	2017
4	I01-328	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336DL	Crítico	2017
5	I01-39	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336DL	Crítico	2017
6	I01-311	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336DL	Crítico	2017

4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado

Esta investigación se realizó en el proyecto ruta 2, construcción de vías alternas y pavimentación que conectará el centro del país con la costa Lima – Canta - Huayllay, de 203.79 Km de Lima durante 12 meses.

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

Las técnicas utilizadas fueron la observación porque permitió percibir los hechos para su análisis. En esta investigación se recolectaron datos sobre el mantenimiento preventivo y la disponibilidad de las excavadoras hidráulicas.

(Espinoza,2010) Las técnicas de investigación son un conjunto de procedimientos metodológicos y sistemáticos cuyo objetivo es garantizar la operatividad del proceso investigativo.

Los instrumentos utilizados en esta investigación fueron el ERP SAP para validar los costos de repuestos, horas de servicios y hojas de cálculo Microsoft Excel para el histórico de fallas.

(Espinoza,2010) los instrumentos de investigación son los recursos que el investigador puede utilizar para abordar problemas y fenómenos y extraer información de ellos.

4.6 Análisis y procesamiento de datos

En una primera fase, mediante las herramientas de causa efecto se identificaron los problemas y las causas tomando en consideración las diferentes matrices se estableció una estrategia para la solución del problema. Se diseñó la matriz de operacionalización y sus variables de investigación y el levantamiento de información antes de la implementación.

En la segunda fase se expuso el desarrollo de la propuesta de mejora y sus acciones ejecutadas por parte del investigador. Se levantó los datos después de la implementación para ver el efecto de mejora en la variable independiente.

En tercera fase, se realizó el análisis descriptivo e inferencial y la contrastación de las hipótesis con la ayuda del uso del SPSS versión 27.

Para el estudio de los datos se acude a la medición de las variables mediante la estadística descriptiva y el análisis inferencial.

Análisis descriptivo

Analiza la estadística de las variables y su comportamiento utilizando diagrama de barras y grafico de cajas permitiendo hacer comparaciones de resultados por el comportamiento que se muestran y permiten obtener conclusiones de los indicadores que se evaluaron.

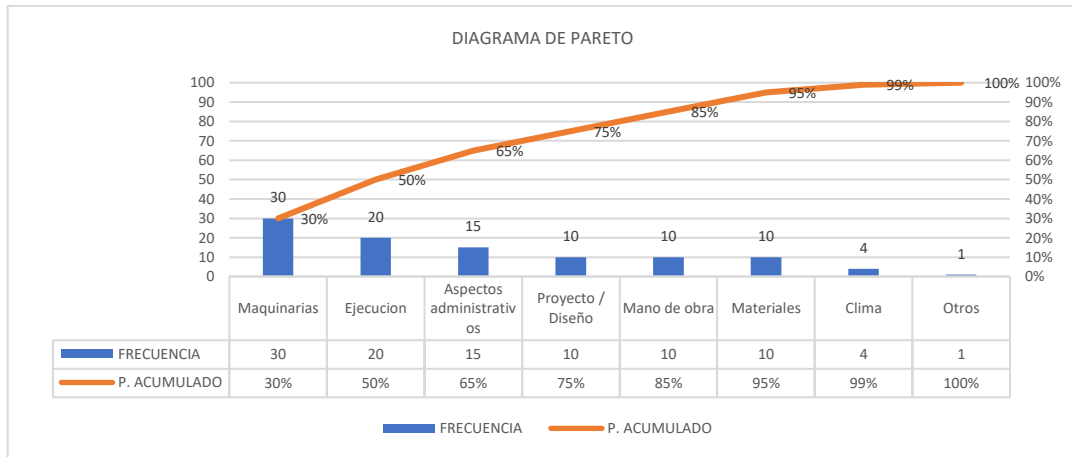
Análisis inferencial

Prueba las hipótesis. En primera instancia determina si la muestra es paramétrica o no paramétrica según el número de datos que se dispongan lo que va asociado al tamaño de la muestra. Posteriormente, se realizará la prueba de comparación de medias con lo que se determinará el uso de los estadígrafos T-Student (para las pruebas paramétricas) o de Wilcoxon (para muestras no paramétricas) para la prueba de hipótesis. La implementación del plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad se desarrolló en 3 etapas:

Etapa 1: Determinar los problemas que generan la baja disponibilidad en las excavadoras hidráulicas.

La empresa se dedica a la construcción de caminos y puentes a nivel nacional presenta como problema retrasos en la entrega de sus proyectos. Debido a este gran inconveniente se desarrolla una investigación para detectar las posibles causas del problema. Se procede a realizar el análisis en todos los proyectos que tiene a nivel nacional la empresa y estandarizar una escala del 0 a 100 y luego mostrar un Diagrama de Pareto de las causas del atraso teniendo en cuenta los índices de importancia estandarizados.

Figura 4.1 Problemas en la construcción de la ruta 2 Lima – Canta – Huayllay



En la Figura 4.1 se muestra las causas de los retrasos en los proyectos de construcción de la empresa constructora, mediante el diagrama de Pareto, que fue elaborado usando un cuestionario de preguntas del personal que trabaja en la empresa. En la misma se puede apreciar que el 80% de las causas en los retrasos de los proyectos de construcción se deben a problemas con las maquinarias, problemas con la ejecución, problemas con el aspecto administrativo y en el diseño.

Se realiza un diagrama de causa efecto que nos permitirá conocer las causas que generan la baja disponibilidad en la flota de excavadoras de una empresa constructora.

La presente tesis tiene como referencia la construcción de vías alternas que conectarán al centro del Perú con la costa Lima – Canta - Huayllay, de 203.79 Km que favorecerá a más de 174 000 ciudadanos de Lima, Junín y Pasco. Actualmente los trabajos tienen un avance actual del 44% (MINTRA,2023).

En la Figura 4.2 se muestra el tramo de la Ruta 2 construcción actual.

Figura 4.2 Ruta 2 construcción vía alterna Lima - Canta - Huayllay



Fuente: <https://is.gd/aZQSxr>

Para cumplir con el requerimiento de este proyecto se requieren los siguientes equipos:

Tabla 4.2 Lista de máquinas para el proyecto Lima - Canta

Equipos	Cantidad
EXCAVADORA	6
VOLQUETE	6
RETROEXCAVADORA	6
CARGADOR	5
TRACTOR	5
PAVIMENTADORA DE ASFALTO	5
CISTERNA	5
EXCAVADORA S/RUEDAS	5
RODILLO NEUMATICO	4
PAVIMENTADORA DE ENCOFRADO	4
MOTONIVELADORA	4
MINICARGADOR	4
RODILLO TANDEM VIBRATORIO	4
RODILLO COMPACTADOR	4

Excavadoras Hidráulicas sobre orugas:

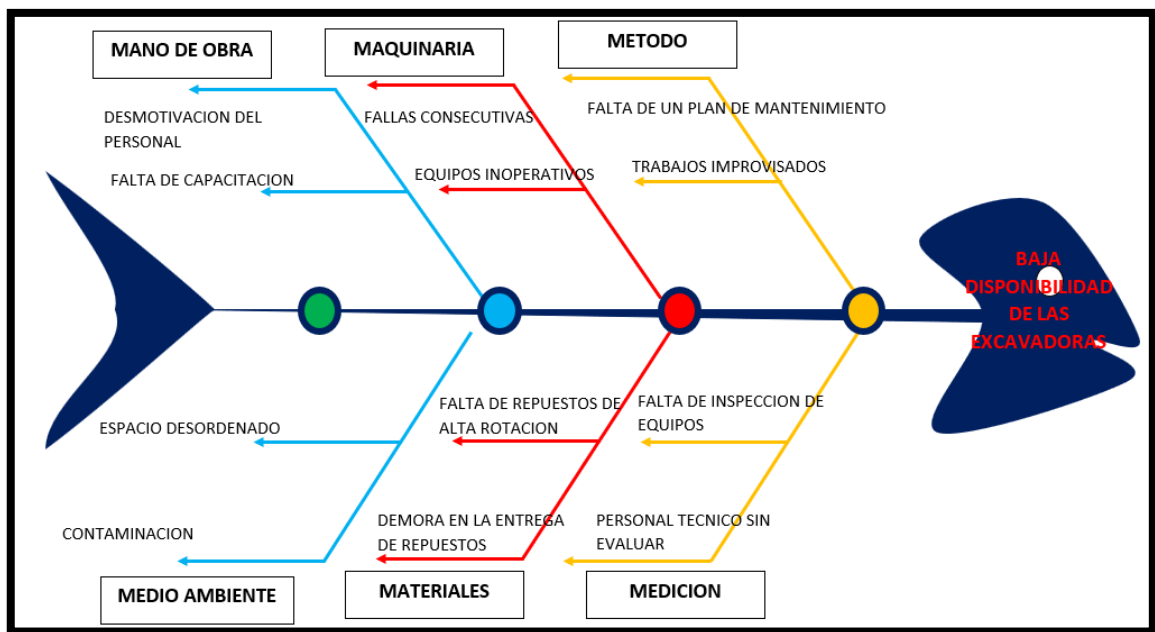
Tabla 4.3 Flota de excavadoras hidráulicas

N	CODIGO INTERNO	FLOTA	MARCA	MODELO	NIVEL	AÑO DE FABRICACION
1	I01-322	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336DL	Crítico	2017
2	I01-38	EXCAVADORA	CATERPILLAR	329DL	Crítico	2017
3	I01-324	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336DL	Crítico	2017
4	I01-328	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336DL	Crítico	2017
5	I01-39	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336DL	Crítico	2017
6	I01-311	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336DL	Crítico	2017

En la Figura 4.3 se desarrolla el diagrama causa efecto y los elementos asociados a la baja disponibilidad de la flota de las excavadoras hidráulicas de una empresa constructora, Lima,2022.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA FLOTA DE EXCAVADORAS

Figura 4.3 Diagrama causa efecto flota de excavadoras de la empresa constructora



El diagrama de causa efecto fue elaborado mediante una encuesta que se realizó al personal del área de mantenimiento de la empresa. De igual modo, se puede visualizar varios problemas por el inexistente control de mantenimiento, no se tiene personal capacitado y no están comprometidos con el trabajo. Otro problema es que se presentan diversas paradas de los equipos afectando el

avance de los proyectos de construcción. Por último, el ambiente de trabajo no se encuentra ordenado, desabastecimiento de repuestos críticos.

Todos estos problemas que se presentan en el diagrama de causa efecto causan la baja disponibilidad de la flota de excavadoras. Se procede a desarrollar el diagrama de Pareto.

Figura 4.4 Diagrama de Pareto Causas de la Indisponibilidad

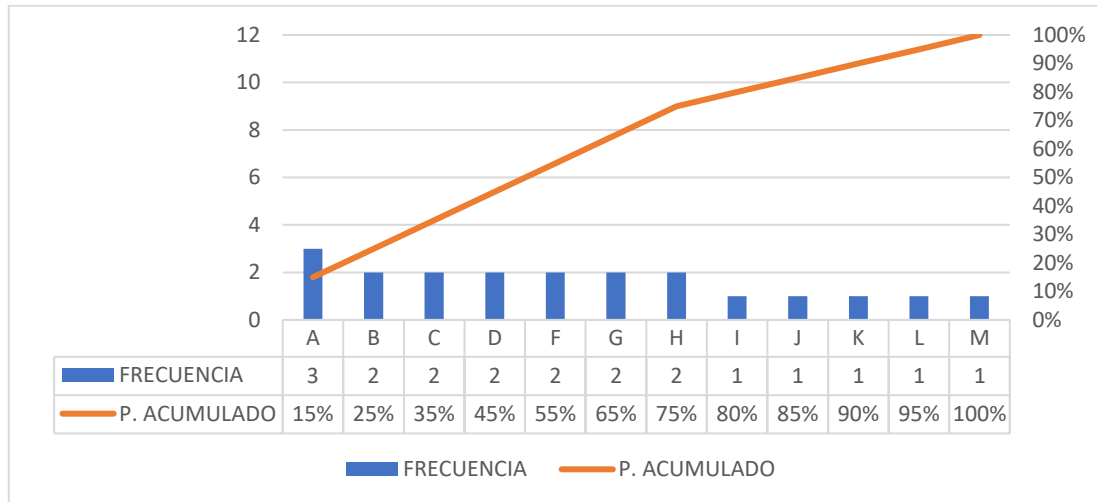


Tabla 4.4 Causa baja de la disponibilidad excavadoras

CAUSAS DE LA BAJA DISPONIBILIDAD	ABREVIATURA	FRECUENCIA	P. ACUMULADO
NO EXISTE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	A	3	15%
NO EXISTE DE CAPACITACION	B	2	25%
FALLAS CONTINUAS	C	2	35%
SIN REGISTRO DE TRABAJOS FALTAS DE ESPUESTOS DE ALTA ROTACION	D	2	45%
DEMORA EN LA ENTREGA DE REPUESTOS	F	2	55%
FALTA DE INSPECCION DE EQUIPOS	G	2	65%
ESPACIO DESORDENADO	H	2	75%
DESMOTIVACION DEL PERSONAL	I	1	80%
CONTAMINACION	J	1	85%
MANTENIMIENTOS IMPROVISADOS	K	1	90%
PERSONAL TECNICO SIN EVALUAR	L	1	95%
	M	1	100%

En la Tabla 4.4 se puede apreciar que la mayor cantidad de problemas en la empresa se debe la carencia de un plan de mantenimiento preventivo (15%) seguido porque no existe capacitación al personal técnico (10%) otra causa de la baja disponibilidad son las continuas paradas de las excavadoras (10%) ,sin

registro de trabajos de mantenimiento(10%) ,falta de repuestos de alta rotación (10%), demora en la entrega de los repuestos (10%) y falta de inspección en las excavadoras (10%) y espacio desordenado (5%) ,personal sin motivación (5%),contaminación del espacio de trabajo (5%) , mantenimientos improvisados (5%) y personal técnico sin ser evaluado (5%) son causas que afectan la disponibilidad de la flota de excavadoras en la empresa constructora.

Etapas 2: Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo.

Conociendo el problema principal de la baja disponibilidad se plantea realizar el plan de mantenimiento preventivo en la flota de excavadoras.

Se solicitó al Gerencia de operaciones y mantenimiento toda la documentación de los equipos para el análisis de esta tesis, así como los permisos necesarios para poder elaborar esta investigación.

De igual manera, la implementación del mantenimiento preventivo se aplicará a las 06 excavadoras sobre orugas de la empresa constructora.

Situación actual de la empresa constructora

Descripción de la empresa

Empresa de origen familiar que inicia sus actividades en el año 2018 se dedica a brindar soluciones de ingeniería, enfocados en el mantenimiento vial, construcción de puentes, pavimentación y movimiento de tierras.

Aspectos estratégicos

Misión

Dar soluciones de ingeniería vial y pavimentación a contratistas del Perú a través de lo último en tecnología, ingeniería de calidad y preservación del medio ambiente. Nos preocupamos por la imagen pública, el bienestar de nuestro capital humano y la conservación del medio ambiente.

Visión

Ser una empresa especializada en ingeniería vial que garantice servicios de buena calidad, preocupados siempre por el capital humano y la constante

búsqueda de nuevas alianzas estratégicas con la finalidad de colaborar con los proyectos de mejora en la sociedad.

Valores

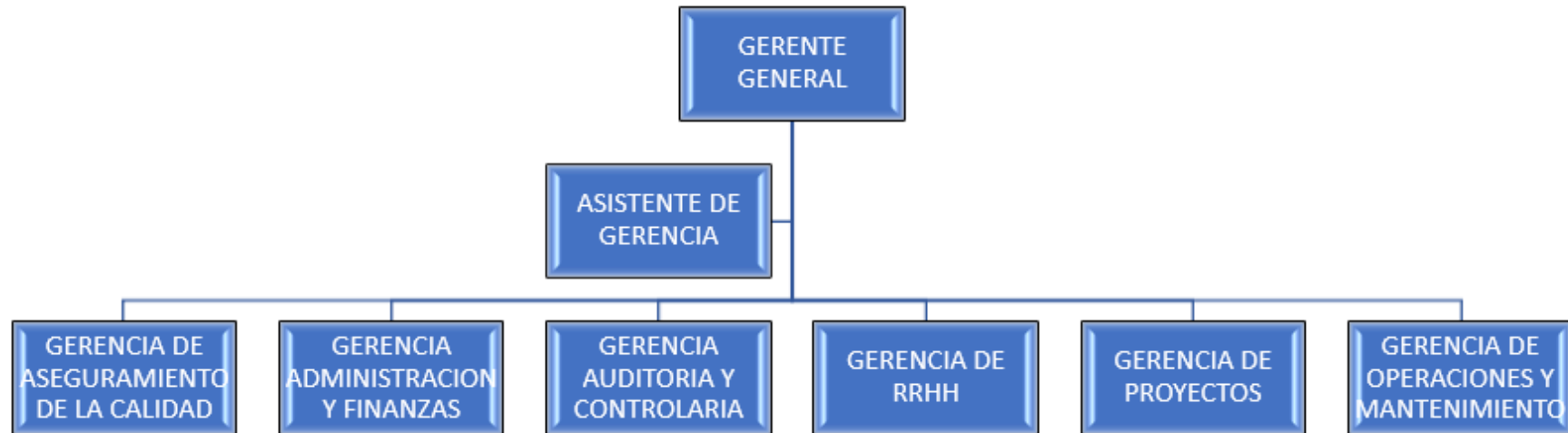
Los valores que destacan en la organización y los hacen originales y forman parte del marco ético y de conducta son:

La seguridad, ante todo, siempre orientados en la satisfacción al cliente, siempre involucrados hasta finalizar cada trabajo, el equipo de la empresa es siempre cooperativo casi una confraternidad y siempre orientados en la excelencia desde el inicio a fin de los proyectos.

Estructura orgánica de la empresa constructora

La estructura de la empresa constructora se divide en 07 gerencias y todas reportan al gerente general, son clasificados de la siguiente manera: gerente, subgerente, jefe, coordinador, supervisor, planificadores, asistentes, técnicos, operarios y practicantes Su sede principal está ubicada en Lima y desde ahí se monitorean los proyectos que se desarrollan a nivel nacional.

Figura 4.5 Organigrama de la empresa



Propuesta de mejorar la disponibilidad de las excavadoras

Para mejorar la disponibilidad de las excavadoras y disminuir los mantenimientos correctivos, la pésima planificación de las actividades y el incumplimiento de todos los trabajos de mantenimiento por la inexistencia de un plan de precaución de fallas, se buscaron diversas estrategias que permitan aumentar la disponibilidad en las excavadoras.

De acuerdo al análisis realizado al problema, se concluye que el plan de mantenimiento preventivo incrementará la disponibilidad de la flota de excavadoras logrando la mejora en las labores del personal técnico de mantenimiento, fallas incesantes y otros causales que afecten la disponibilidad de la flota de excavadoras hidráulicas.

En la tabla IV.5, se muestra el DIAGRAMA DE GANTT de las actividades del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora.

Tabla 4.5 Cronograma de actividades plan de mantenimiento preventivo

EMPRESA DE CONSTRUCCION		CRONOGRAMA DE EJECUCION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA FLOTA DE EXCAVADORAS DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA																																																			
N	PROYECTO	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
1	SEMANAS	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	1	2	3	4	1	2	3	4
2	Información antes de la implementación	█																																																			
3	Situación de la empresa constructora	█																																																			
4	Análisis de la gerencia y equipos críticos	█																																																			
5	Identificación de la estrategia de mejora	█																																																			
6	Conversación con la Gerencia General	█																																																			
7	Comunicado a todas las áreas para implementar el plan de mantenimiento.	█																																																			
	Talleres de capacitación	█																																																			
8	ETAPAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	█																																																			
9	Hacer el registro de equipos (Fichas e información técnica)	█																																																			
10	Diseño de un plan de Mantto preventivo	█																																																			
11	Ejecución de los programas de Mantto preventivo	█																																																			
12	Formatos de inspecciones	█																																																			
13	Elaboración y pedidos de repuestos de alta criticidad	█																																																			
14	Registro histórico de las excavadoras	█																																																			
15	Formatos de pedidos almacén	█																																																			
16	Check List	█																																																			
17	RESULTADO DE LA IMPLEMENTACION	█																																																			

Presupuesto de la implementación del plan de mantenimiento

Después de la elaboración del DIAGRAMA DE GANTT que señala todas las actividades para implementar el plan de mantenimiento preventivo en la siguiente Tabla 4.6 se adjunta el presupuesto.

Tabla 4.6 Presupuesto implementación plan de mantenimiento

Inversión Jul - Dic 2022 de Mantenimiento Propuesto	
Descripción	TOTAL
Mantenimiento Programado para Excavadoras hidráulicas	\$22,319.90
Departamento de soporte técnico	\$20,000.00
Adquisición de repuestos y materiales	\$40,000.00
Inversión Total de la implementación	\$82,319.90

Fases de implementación del mantenimiento preventivo

A continuación, se detalla los números de serie, la codificación de las excavadoras hidráulicas, el modelo y el año de fabricación.

Figura 4.6 Formato de inventario de excavadoras

EMPRESA CONSTRUCTORA		Inventario de la flota de excavadoras hidráulicas				
NOMBRES		AREA				
DIRECCION		ELABORADO				
TELEFONO		APROBADO				
CORREO		GERENCIA				
Equipo de movimiento de tierras						
Nombre	Código	Serie	Marca	Capacidad	Modelo	Año fab.
Excavadora	I01-322	M4T01819	CAT	2.27 m3	336DL	2017
Excavadora	I01-38	M4T01474	CAT	2.27 m3	329DL	2017
Excavadora	I01-324	M4T01940	CAT	2.27 m3	336DL	2017
Excavadora	I01-328	M4T01951	CAT	2.27 m3	336DL	2017
Excavadora	I01-39	M4T01523	CAT	2.27 m3	336DL	2017
Excavadora	I01-311	M4T01635	CAT	2.27 m3	336DL	2017
Observaciones						
_____ Jefe de mantenimiento						

Plan de mantenimiento preventivo

La implementación del mantenimiento preventivo se realizó con el apoyo de la gerencia de operaciones y mantenimiento conformado por el jefe de mantenimiento, jefe de soporte técnico, el planificador de mantenimiento y repuestos, el personal técnico mecánico y electricista. El personal mencionado se encargará de realizar todas las actividades en la flota de excavadoras. En la siguiente tabla se detalla todas las actividades y las horas programadas para su realización.

Figura 4.7 Acciones del plan de mantenimiento preventivo en las excavadoras hidráulicas CAT 336DL.

N°	Descripción	Acción de Servicio	Tipo	Primeras 500 Horas	250 Horas	500 Horas	1,000 Horas	2,000 Horas	3000 Horas
MAQUINA TOTAL									
1	Comprobar el correcto estado y la estanqueidad de la máquina.	Comprobar	Cada 50 horas	1	1	1	1	1	1
2	Engrasar los cojinetes de la máquina y del equipo de trabajo.	Lubricar	Cada 50 horas	1	1	1	1	1	1
3	Comprobar la presencia de fisuras en los componentes.	Comprobar	Cada 50 horas	1	1	1	1	1	1
4	Ajustar la máquina conforme al protocolo de ajuste e inspección.	Revisar/Ajustar	Cuando sea necesario					1	
5	Engrase de bisagras, cerraduras y muelles de presión de gas de puertas, cubiertas y ventanas.	Lubricar		1	1	1	1	1	1
MOTOR DIESEL									
6	Controlar el nivel de aceite en el motor	Controlar		1	1	1	1	1	1
7	Comprobar el tubo de ventilación del cárter	Comprobar		1	1	1	1	1	1
8	Cambiar el aceite.	Cambiar	BALDE SAE 10W40	1	1	1	1	1	1
9	Cambiar el filtro de aceite lubricante motor.	Cambiar		1	1	1	1	1	1
10	Comprobar el accionamiento de correa.	Comprobar		1		1	1	1	1
11	Cambiar la correa.	Cambiar					1	1	1
12	Cambiar y ajustar la holgura de válvula.	Cambiar						1	
13	Controlar el separador de agua en el filtro de combustible y vaciar el agua (o si el símbolo respectivo aparece en la pantalla)	Purgar	Cada 50 horas	1	1	1	1	1	1
14	Purgar el agua y los sedimentos del depósito de combustible	Purgar	Cada 50 horas	1	1	1	1	1	1
15	Cambiar el pre filtro de combustible.	Cambiar		1	1	1	1	1	1
16	Cambiar el filtro fino de combustible.	Cambiar		1	1	1	1	1	1
17	Comprobar el grado de contaminación del filtro de aire.	Comprobar		1	1	1	1	1	1

18	Vaciar el depósito colector de polvo.	Revisar/Limpiar	1	1	1	1	1	1	
19	Cambiar el cartucho del filtro principal de aire.	Cambiar	1	1	1	1	1	1	
20	Cambiar el cartucho del filtro de seguridad.	Cambiar	1		1	1	1	1	
SISTEMA DE REFRIGERACION									
21	Comprobar el nivel de refrigerante.	Comprobar		1	1	1	1	1	
22	Comprobar el sistema de refrigeración y el intercambiador de calor en cuanto a suciedad.	Comprobar	1	1	1	1	1	1	
23	Cambiar el refrigerante Liebherr-Antifreeze OS.	Cambiar							
SISTEMA HIDRAULICO									
24	Comprobar el nivel de aceite.	Comprobar	1	1	1	1	1	1	
25	Evacuación de agua y sedimentos del depósito hidráulico.	Revisar/Limpiar	1	1	1	1	1	1	
26	Cambiar el aceite hidráulico.	Cambiar						11	
27	Cambiar filtro de desaireación del depósito hidráulico.	Cambiar					1		
28	Comprobar y limpiar la barra magnética.	Revisar/Limpiar	1		1	1	1	1	
29	Cambiar el cartucho del filtro.	Cambiar	1		1	1	1	1	
SISTEMA DE DIRECCION									
30	Comprobar funcionamiento y estanqueidad.	Comprobar				1	1	1	
31	Comprobar el estado y la fijación.	Comprobar			1	1	1	1	
SISTEMA DE FRENOS									
32	Freno de servicio y freno de estacionamiento: Comprobar el funcionamiento y la eficacia.	Comprobar	1		1	1	1	1	
33	Comprobar la estanqueidad.	Comprobar	1		1	1	1	1	
SISTEMA ELECTRICO									
34	Comprobar la iluminación de la máquina.	Comprobar	1		1	1	1	1	
35	Baterías: comprobar la densidad del ácido y el nivel de acidez en los elementos de batería.	Comprobar	1		1	1	1	1	
36	Baterías: comprobar y limpiar los terminales de cable y los bornes.	Comprobar	1		1	1	1	1	

37	Baterías: comprobar el estado y la correcta instalación de los latiguillos de desgasificación.	Comprobar		1		1	1	1	1
CAJA DE TRANSFERENCIA									
38	Caja de transferencia: comprobar nivel de aceite y estanqueidad.	Comprobar		1		1	1	1	1
39	Caja de transferencia: cambiar el aceite.	Cambiar	GALON Motor Oil 5W30	1			1	1	1
40	Comprobación del funcionamiento del freno de estacionamiento.	Comprobar		1				1	
EJES									
41	Ejes: comprobar los niveles de aceite.	Comprobar		1		1	1	1	1
42	Si el modo de traslación es inferior al 30 % del número total de horas de trabajo: ejes: cambiar el aceite.	Cambiar	BALDE GEAR BASIC 90LS	2			2	2	2
43	Si el modo de traslación es superior al 30 % del número total de horas de trabajo: ejes: cambiar el aceite.	Cambiar	BALDE GEAR BASIC 90LS	2		2	2	2	2
44	Engrasar los ejes (semanal o mensualmente según el uso).	Lubricar	Cada 50 horas	1	1	1	1	1	1
45	Freno de servicio: comprobar el desgaste (una vez al año).	Comprobar	Cuando sea necesario						
46	Neumáticos: comprobar la presión.	Comprobar	Cuando sea necesario	1		1	1	1	1
EQUIPO DE TRABAJO									
48	Engrase de la herramienta de trabajo (observar las especificaciones del fabricante).	Lubricar	Cada 50 horas	1	1	1	1	1	1
49	Comprobar el desgaste en el cojinete del bulón.	Comprobar	Cada 50 horas	1	1	1	1	1	1
CABINA DEL CONDUCTOR, CALEFACCION Y SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO									
50	Llenar líquido limpiaparabrisas.	Ejecutar	Cada 50 horas						
51	Calefacción: comprobar el funcionamiento.	Comprobar	Cuando sea necesario						
52	Limpiar el prefiltro.	Ejecutar	Cuando sea necesario	1		1	1	1	1
54	Comprobar y limpiar el condensador.	Comprobar	Cada 50 horas	1		1	1	1	1
55	Comprobar la existencia del cinturón de seguridad y su funcionamiento.	Comprobar		1		1	1	1	1
56	Comprobar la consola abatible.	Comprobar	Cada 50 horas	1		1	1	1	1
57	Consola abatible: cambio del muelle de presión de gas	Cambiar							
SISTEMA DE ENGRASE									

58	Sistema de engrase: llenar grasa.	Ejecutar	Cada 50 horas	1	1	1	1	1	1
59	Comprobar el engrase de los cojinetes (collarín de grasa).	Ejecutar	Cada 50 horas	1	1	1	1	1	1
ENGRANAJE DEL MECANISMO DE GIRO Y CORONA DE ROTACION									
60	Engranaje del mecanismo de giro: comprobar el nivel de aceite.	Comprobar	Cada 50 horas	1		1	1	1	1
61	Engranaje del mecanismo de giro: cambiar el aceite.	Cambiar	GALON GEAR BASIC				2	2	2
62	Freno del mecanismo de giro: comprobación del funcionamiento.	Comprobación	90LS	2			1	1	1
Kit's Mantenimiento									
63	PAQUETE SERV. 500h (->12 58 98 78)	Cambiar				1			
64	PAQUETE SERV. 1000h (->11 83 28 56)	Cambiar					1		1
64	PAQUETE SERV. 2000h (->12 58 98 83)	Cambiar						1	
Limpieza y engrase									
65	Consumibles	Aplicar	Varios	1	1	1	1	1	1
66	Mano de Obra	Horas Hombre		8	4	6	8	16	8

Plan de cambio de componentes para la flota de excavadoras hidráulicas

Se validó un problema en el área de abastecimiento de repuestos por parte del planificador y asistente de repuestos y materiales no se abastecían con los repuestos críticos de alta rotación por lo que se solicitó un plan de cambio de componentes para mitigar el problema descrito.

Tabla 4.7 Plan de cambio de componentes

DESCRIPCION DEL COMPONENTE	N° DE PARTE	TIEMPO DE REPARACION (HRS)	Fecha	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Arrancador	207-1556	5		2	1	2	1	2	2	10
Alternador	197-8820	4		3	2	0	2	1	0	8
Turbo	252-5165	1		1	2	3	2	1	2	11
Water Pump	210-9096	2		1	1	2	1	1	1	7
Oil Pump	211-0546	1.5		1	0	1	0	1	1	4
Injector	293-4071	2		2	1	1	1	1	1	7
Convertidor	232-6207	34		2	0	2	2	1	1	8
Transmision	220-1429	62		2	2	0	2	2	2	10
Bomba transmisión	270-1762	18		3	1	1	2	1	1	9
Cilindro Levante_Bull	227-0844	20		2	1	2	1	2	2	10
Cilindro Inclinación_Bull	233-9134	6		2	2	1	2	2	1	10
Cilindro Levante_Ripper	227-0842	6		2	1	1	1	1	1	7
Bomba hidráulica	227-0830	15		2	1	2	1	2	1	9
Cadena	234-9672	38		3	2	1	1	1	1	9
Zapatas	246-5140	5		2	1	2	1	2	1	9
Zapata Master	254-4473	1		3	1	1	1	1	1	8
Perno Master	254-0224	1		1	1	2	1	3	1	9
Perno Zapata	6Y-9024	1		3	2	1	2	1	1	10
Tuerca Zapata	9W-4381	1		3	2	1	2	1	1	10
Rodillo D Pestaña	231-3088	30		3	2	1	2	1	1	10
Rodillo S Pestaña	235-4157	30		2	2	1	2	1	1	9
Sprocket	173-0946	5		0	2	1	2	1	1	7
Rueda Guía	286-9305	8		1	0	0	0	1	1	3

Rodillo Superior	235-5974	6	0	0	1	1	1	1	4
			46	30	30	33	32	27	198

Ejecución de las ordenes de trabajo por mantenimiento preventivo

Se elaboró un formato de ordenes de trabajo que van a ser utilizados para todas las ejecuciones de las tareas. Estos formatos proporcionarán conocer el problema y la causa raíz y el técnico mecánico o eléctrico podrá luego ejecutar todas las labores de mantenimiento.

Figura 4.9 Orden de trabajo

EMPRESA CONSTRUCTORA		Orden de trabajo del mantenimiento preventivo de las excavadoras hidráulicas	
MODELO		FECHA	
SERIE		ORDEN DE TRABAJO	
HORA INICIO MANT.		SUPERVISADO POR	
HORA FINAL MANT.		AREA	
DESCRIPCION DE LA FALLA EN LAS EXCAVADORAS			
Origen de la falla			
Causa de la falla			
<hr/> Técnico de mantenimiento			

Ficha de inspecciones para las excavadoras hidráulicas

Las fichas de inspecciones corroboran no únicamente la ejecución de los trabajos, sino que son utilizadas también en las inspecciones de seguridad y medio ambiente.

Figura 4.10 Ficha de inspecciones

Formato de inspección para las excavadoras hidráulicas	SI	NO
Inspeccionar el correcto estado y la estanqueidad de la máquina.		
Inspeccionar la presencia de fisuras en los componentes.		
Inspeccionar el tubo de ventilación del cárter		
Inspeccionar el accionamiento de correa.		
Inspeccionar el grado de contaminación del filtro de aire.		
Inspeccionar el nivel de refrigerante.		
Inspeccionar el sistema de refrigeración y el intercambiador de calor en cuanto a suciedad.		
Inspeccionar el nivel de aceite.		
Inspeccionar funcionamiento y estanqueidad.		
Inspeccionar Freno de servicio y freno de estacionamiento: Comprobar el funcionamiento y la eficacia.		
Inspeccionar la iluminación de la máquina.		
Baterías: comprobar la densidad del ácido y el nivel de acidez en los elementos de batería.		
Baterías: comprobar y limpiar los terminales de cable y los bornes.		
Baterías: comprobar el estado y la correcta instalación de los latiguillos de desgasificación.		
Caja de transferencia: Inspeccionar nivel de aceite y estanqueidad.		
Ejes: Inspeccionar los niveles de aceite.		
Freno de servicio: Inspeccionar el desgaste (una vez al año).		
Neumáticos: Inspeccionar la presión.		
Inspeccionar el desgaste en el cojinete del bulón.		
Calefacción: Inspeccionar el funcionamiento.		
Inspeccionar y limpiar el condensador.		
Inspeccionar la existencia del cinturón de seguridad y su funcionamiento.		
Inspeccionar la consola abatible.		
Engranaje del mecanismo de giro: Inspeccionar el nivel de aceite.		
Freno del mecanismo de giro: Inspeccionar el funcionamiento		

Estas inspecciones son de carácter obligatorio, en concordancia con el personal técnico mecánico y electricista.

Aprobado por _____

Elaborado por _____

Jefe de mantenimiento

Registro histórico de la flota de excavadoras hidráulicas

Se implementará un registro de datos históricos en el que se registrarán las tareas ejecutadas por mantenimientos preventivos y correctivos especificando la fecha por días, mes y el año.

Creación del check list para la flota de excavadoras hidráulicas

El formato de limpieza debe ser realizado secuencialmente para tener las excavadoras hidráulicas en óptimo estado y serán tomados en cuenta como inicio para poder realizar los mantenimientos preventivos. El registro de esta información dará origen a las precauciones para las fallas más críticas.

Figura 4.11 Formato check list

EMPRESA CONSTRUCTORA		Check list diario de las excavadoras hidráulicas		
MODELO		FECHA		
SERIE		LUGAR DE ATENCION		
HORA INICIO		SUPERVISADO POR		
HORA FINAL		ACTIVIDAD PARA DESARROLLAR		
TECNICO				
Actividades rutinarias				
Actividades rutinarias	Fue realizado			OBSERVACION
	SI	NO	¿Por qué?	
EVENTOS ENCONTRADOS				
Resumen	Fue realizado			OBSERVACION
	SI	NO	¿Por qué?	
<p>_____</p> <p>Aprobado: Supervisor de mantenimiento</p>				

Análisis costo beneficio de la flota de excavadoras de la empresa constructora.

La herramienta de análisis costo beneficio tiene como finalidad proporcionar una herramienta que genere rentabilidad a la empresa. Se está usando el plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora para mejorar la rentabilidad. A continuación, se presenta la siguiente Tabla IV.8, IV.9, IV.10, IV.11 y IV.12 resumen del análisis costo beneficio antes y después de la implementación:

Tabla 4.8 Gastos en mantenimiento Pre test En - Jun 2022

GASTOS MANTENIMIENTO Enero - junio 2022			
MES	MANTTO. CORRECTIVO	MANTTO. PREVENTIVO	TOTAL
Ene-22	\$ 80,564.40	\$ 4,832.30	\$ 85,396.70
Feb-22	\$ 9,283.10	\$ 2,276.10	\$ 11,559.20
Mar-22	\$ 64,074.10	\$ 7,145.80	\$ 71,219.90
Abr-22	\$ 74,366.50	\$ 6,330.20	\$ 80,696.70
May-22	\$ 25,741.40	\$ 6,816.80	\$ 32,558.20
Jun-22	\$ 83,554.20	\$ 5,241.40	\$ 88,795.60
TOTAL	\$337,583.70	\$32,642.60	\$370,226.30

En la Tabla 4.8 se verifica los gastos de mantenimiento desde enero a junio 2022.

Tabla 4.9 Gastos en mantenimiento Post test Jul - Dic 2022

GASTOS MANTENIMIENTO Julio - diciembre 2022			
MES	MANTTO. CORRECTIVO	MANTTO. PREVENTIVO	TOTAL
Jul-22	\$ 4,742.10	\$ 3,168.40	\$ 7,910.50
Ago-22	\$ 6,498.00	\$ 3,515.50	\$ 10,013.50
Set-22	\$ 19,060.70	\$ 3,814.70	\$ 22,875.40
Oct-22	\$ 14,999.40	\$ 3,046.20	\$ 18,045.60
Nov-22	\$ 10,094.50	\$ 3,914.50	\$ 14,009.00
Dic-22	\$ 6,498.20	\$ 4,860.60	\$ 11,358.80
TOTAL	\$61,892.90	\$22,319.90	\$84,212.80

En la Tabla 4.9 se verifica los gastos de mantenimiento desde Julio a Diciembre 2022.

Tabla 4.10 Costos totales mantenimiento año 2022

COSTO MANTENIMIENTO CORRECTIVO & PREVENTIVO 2022			
Periodo	MANTTO. CORRECTIVO	MANTTO. PREVENTIVO	TOTAL
Ene - Jun 2022	\$337,583.70	\$32,642.60	\$370,226.30
Jul - Dic 2022	\$61,892.90	\$22,319.90	\$84,212.80

En la Tabla 4.10 se verifica los costos totales de mantenimiento en el periodo 2022.

Tabla 4.11 Costo de la implementación Plan de Mantenimiento Preventivo

Inversión Jul - Dic 2022 de Mantenimiento Propuesto	
Descripción	TOTAL
Mantenimiento Programado para Excavadoras	\$22,319.90
Paradas no programadas	\$61,892.90
Área de soporte técnico	\$20,000.00
Adquisición de repuestos y materiales	\$40,000.00
Total	\$144,212.80

En la tabla 4.11 se aprecia los gastos en la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 4.12 Cuadro de costos comparativo antes y después

COMPARATIVO DEL AHORRO	
Descripción	TOTAL
Costo del Mantenimiento En - Jun 2022	\$370,226.30
Inversión y ejecución del Plan de mantenimiento preventivo	\$144,212.80
AHORRO	\$226,013.50

En la Tabla 4.12 se aprecia el ahorro que se generó por la implementación del sistema.

Las tablas propuestas muestran la relación existente entre costo – beneficio al aplicar el plan de mantenimiento preventivo se obtuvo un ahorro de \$226,013.50 comparados entre el primer y segundo periodo del año 2022.

Etapa 3: Disponibilidad, Mantenibilidad y Confiabilidad

Después de implementar el plan de mantenimiento preventivo a la flota de excavadoras se realizó el análisis antes y después de la implementación encontrando una mejora en la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad encontrándose detalladas en los anexos.

4.7 Aspectos éticos en investigación

La veracidad de la información esta referenciada por la ética de la Universidad Nacional del Callao quien han establecido lineamientos y filtros para sustentar la validar la autenticidad de la presente tesis de investigación entre los cuales esta investigación pasara por un programa anti plagio y la normativa ISO 690.

Se tuvo el consentimiento de la Gerencia de la empresa para el desarrollo de esta investigación debiendo mantenerse en discreción la información suministrada.

La presente investigación tiene valor social pues ayudara a mejorar la disponibilidad de máquinas y reducir tiempos por mantenimiento correctivo, generando un ahorro en los activos de la empresa, tiene validez científica porque se están usando diversas teorías y normas de mantenimiento industrial.

V. RESULTADOS

El presupuesto utilizado en la presente investigación asciende a \$144,212.80 por el paquete de mantenimiento preventivo, creación de un área de soporte técnico y adquisición de repuestos de alta rotación.

5.1 Resultados descriptivos

En el análisis descriptivo se empleará el SPSS V.27 para determinar las interpretaciones

Análisis descriptivo de la variable dependiente – Disponibilidad de equipos

Mediante el análisis SPSS se realiza el análisis antes y después de implementar el plan de mantenimiento preventivo en la flota de excavadoras de una empresa constructora.

Hipótesis general: El plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

Resumen de datos procesados de la variable dependiente -Disponibilidad de equipos.

Tabla 5.1 Resumen de procesamiento de datos de la disponibilidad antes y después

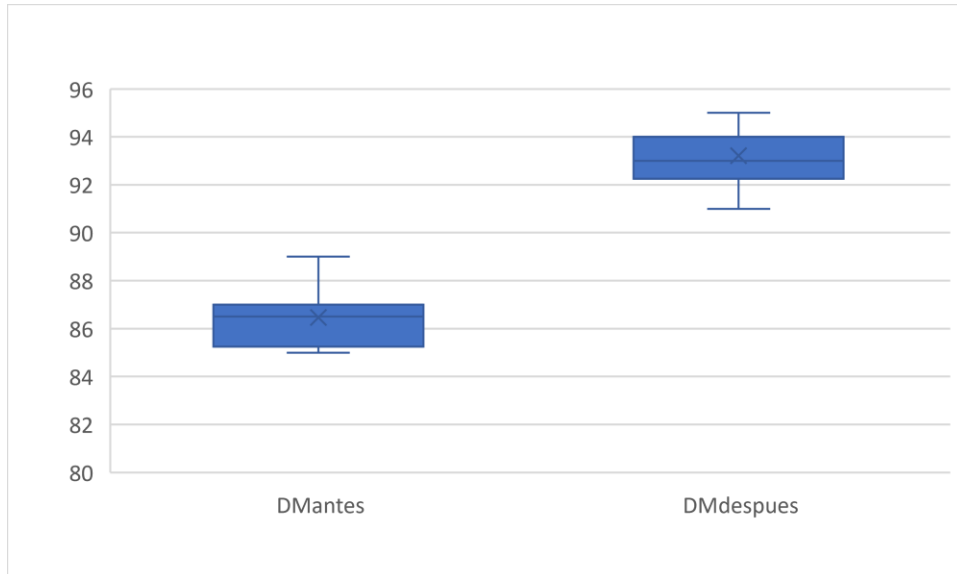
	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Disponibilidad antes	24	100.0%	0	0.0%	24	100.0%
Disponibilidad después	24	100.0%	0	0.0%	24	100.0%

De la Tabla 5.1 obtenida del SPSS se verifica que son 24 datos introducidos en el pre y post test de la disponibilidad de la flota de excavadoras, generando el 100% de los datos introducidos.

En el gráfico de cajas se puede ver que se redujo la dispersión cuando se aplicó la mejora del plan de mantenimiento preventivo antes se identificaba la

disponibilidad anómala. Analizando la mediana del grafico se verifica que existe diferencia entre antes y después.

Figura 5.1 Grafico de cajas disponibilidad antes y después



En la Figura 5.1 se muestra el diagrama de cajas verificando la distribución y sus cuartiles, se puede validar que la dispersión disminuye después de implementar el plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 5.2 Estadística descriptiva de la Disponibilidad antes y después

		Da	Dd
N	Válido	24	24
	Perdidos	1	1
Media		87.7500	93.0417
Desv. Desviación		2.00543	1.16018

De la Tabla 5.2 se puede verificar que la media de la disponibilidad de la flota de excavadoras antes era 87.7500% y después es 93.0417% en conclusión el plan de mantenimiento implementado es una gran herramienta que genera un desenvolvimiento idóneo de la disponibilidad de las excavadoras, se puede establecer que ha mejorado en 5.2917%, adicional a ello la desviación estándar ha disminuido en 0.844363 es decir en la base de datos después son más cercanos a la media con la implementación de la mejora se ha reducido la

dispersión quiere decir que la flota de excavadoras está en funcionamiento casi de manera homogénea.

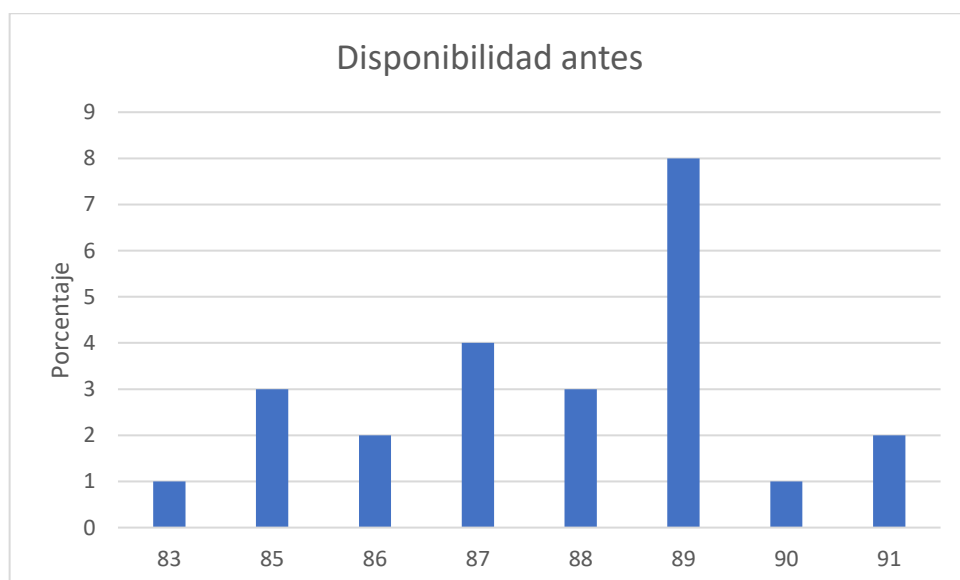
Asimismo, se muestran las tablas de frecuencias y gráficos antes y después de implementar el plan de mantenimiento para analizar la tendencia.

Tabla 5.3 Tabla de frecuencias disponibilidad antes

Disponibilidad Antes					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	83,00	1	4.2	4.2	4.2
	85,00	3	12.5	12.5	16.7
	86,00	2	8.3	8.3	25.0
	87,00	4	16.7	16.7	47.7
	88,00	3	12.5	12.5	54.2
	89,00	8	33.3	33.3	87.5
	90,00	1	4.2	4.2	91.7
	91,00	2	8.3	8.3	100.0
	Total	25	100.0	100.0	

En la Tabla 5.3 se muestran las frecuencias de la disponibilidad antes de realizar la implementación del plan de mantenimiento oscilando entre 83 y 91%.

Figura 5.2 Frecuencias de disponibilidad antes



En la Figura 5.2 se describe la distribución de frecuencias de la disponibilidad antes de implementar el plan de mantenimiento preventivo. En la imagen pues

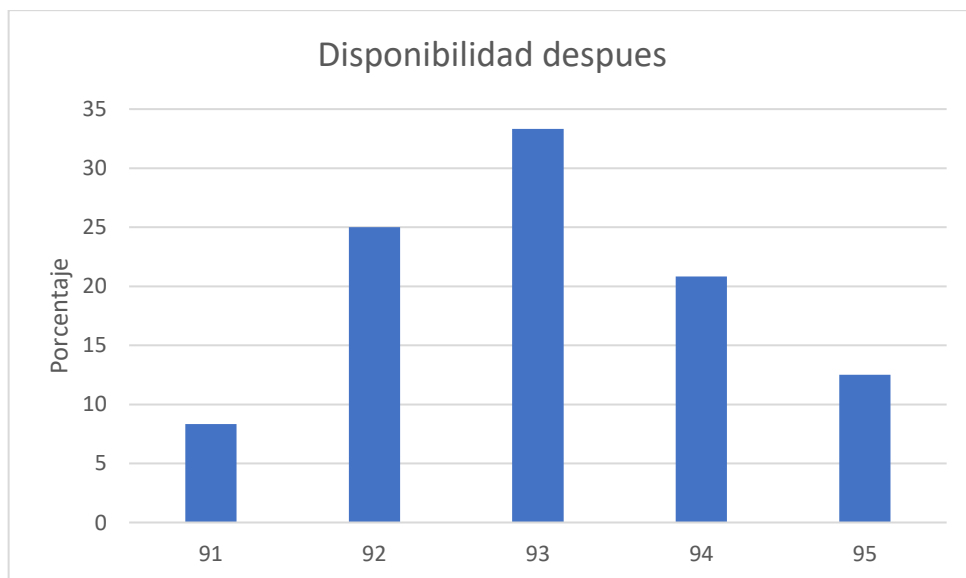
apreciar que el mayor índice de indisponibilidad en la flota de excavadoras hidráulicas es de 89%.

Tabla 5.4 Frecuencias de disponibilidad después

		Disponibilidad Después			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	91,00	2	8.0	8.3	8.3
	92,00	6	24.0	25.0	33.3
	93,00	8	32.0	33.3	66.7
	94,00	5	20.0	20.8	87.5
	95,00	3	12.0	12.5	100.0
	Total	24	96.0	100.0	
Perdidos	Sistema	1	4.0		
Total		25	100.0		

En la Tabla 5.4 se valida la disponibilidad después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en sus excavadoras hidráulicas oscilando entre 91 y 95% generando una mayor disponibilidad en los equipos de la empresa constructora.

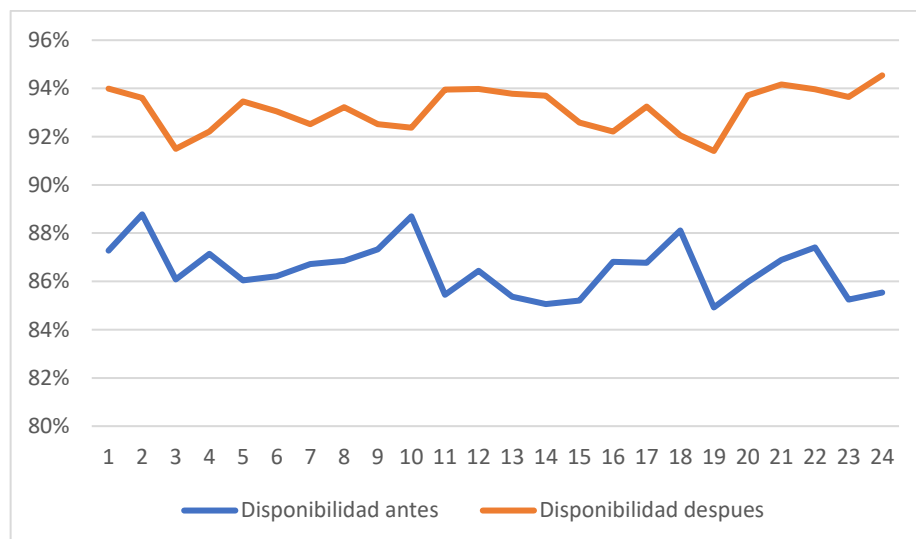
Figura 5.3 Frecuencias de disponibilidad después



En la Figura 5.3 Se aprecia la gráfica de la disponibilidad después de realizar la implementación del plan de mantenimiento. El mayor índice disponibilidad es de 93% cumpliendo con el margen indicador de clase mundial. Continuando con la investigación se presenta los datos procesados de las dimensiones de la variable dependiente de la flota de excavadoras. Mantenibilidad y Confiabilidad.

Finalmente, se presentan los gráficos de línea de disponibilidad antes y después de haber implementado el plan de mantenimiento preventivo para la flota de excavadoras en la empresa constructora.

Figura 5.4 Grafico comparativa disponibilidad



En la Figura 5.4 se puede apreciar que la disponibilidad aumentó por encima del 90% mejorando significativamente la operatividad de las excavadoras perteneciente a la empresa constructora.

Hipótesis específica 1: El plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora., Lima,2022.

Análisis descriptivo de la dimensión mantenibilidad de flota de excavadoras

Tabla 5.5 Procesamiento de datos Mantenibilidad antes y después

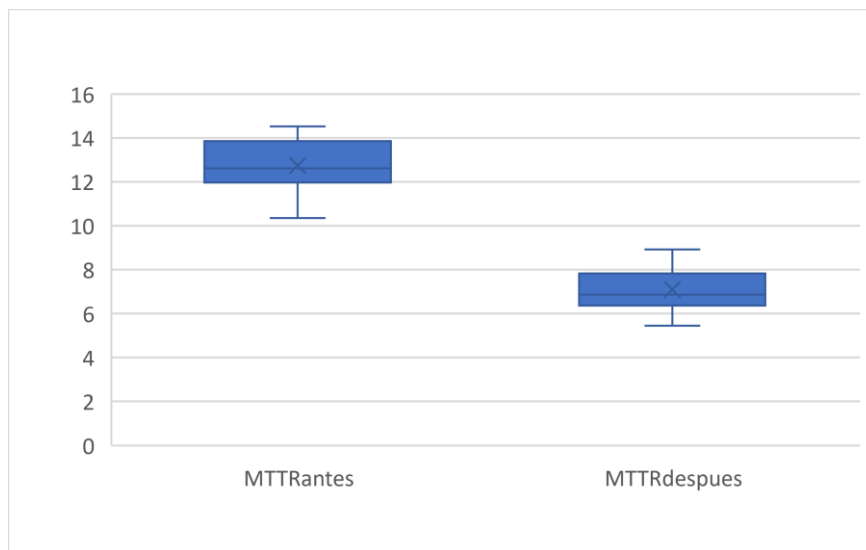
Resumen de procesamiento de casos

	Válido N	Porcentaje	Casos		Total N	Porcentaje
			Perdidos N	Porcentaje		
Mantenibilidad antes	24	100.0%	0	0.0%	24	100.0%
Mantenibilidad despues	24	100.0%	0	0.0%	24	100.0%

De la Tabla 5.5 se verifica que son 24 datos introducidos para el pre y post test de la mantenibilidad, generando el 100% de los datos procesados introducidos.

En el gráfico de cajas se puede ver que se redujo la dispersión cuando se aplicó la mejora del plan de mantenimiento preventivo. Analizando la mediana del grafico se verifica que los tiempos para reparar disminuyeron visiblemente existiendo gran diferencia entre antes y después.

Figura 5.5 Grafico de cajas mantenibilidad antes y después



En la Figura 5.5 se puede apreciar el comportamiento del diagrama de cajas verificando que la dispersión y cuartiles son óptimos después de implementar el plan de mantenimiento.

Análisis descriptivo de la dimensión tiempo medio entre reparaciones.

Tabla 5.6 Análisis estadístico mantenibilidad antes y después

Estadísticos

		Mant_antes	Mant_desp
N	Válido	24	24
	Perdidos	1	1
Media		10.9550	7.1025
Desv. Desviación		1.65642	0.93730

De la Tabla 5.6 se puede verificar que la media del tiempo medio para reparar de la flota de excavadoras antes era 10.9550 Horas y después es 7.1025 Horas por tal razón la mantenibilidad es un instrumento de investigación que genera un desenvolvimiento idóneo de la disponibilidad de la flota de excavadoras, se puede mencionar que mejoró en 3.8525 Horas además la desviación estándar ha disminuido en 0.71912 es decir en la base de datos después son más cercanos a la media con la implementación de la mejora se ha reducido la dispersión quiere decir que la flota de excavadoras está en funcionamiento casi de manera homogénea.

En el gráfico de la Mantenibilidad antes se puede ver altos y homogéneos tiempos de reparación hasta las 15.53 horas.

Asimismo, en el gráfico de los tiempos para reparar después de implementar la mejora ha ocurrido una variación en el Tiempo para reparar, la tendencia se ha disminuido hasta 5.45 Horas.

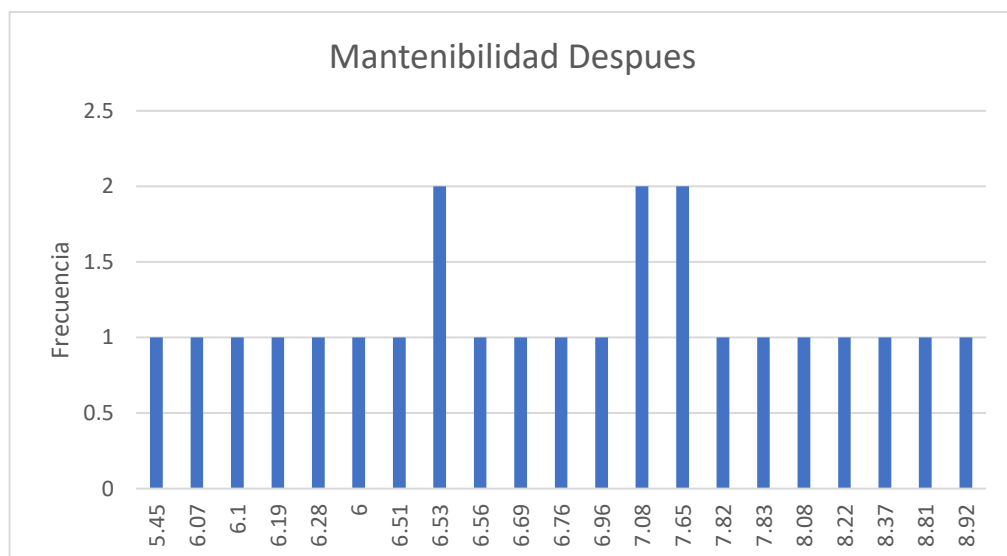
Tabla 5.7 Distribución de frecuencias mantenibilidad antes

Mantenibilidad_antes					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	8,73	1	4.2	4.2	4.2
	9,12	1	4.2	4.2	8.3
	9,35	1	4.2	4.2	12.5
	9,42	1	4.2	4.2	16.7
	9,46	1	4.2	4.2	20.8
	9,54	1	4.2	4.2	25.0
	9,68	1	4.2	4.2	29.2
	9,86	1	4.2	4.2	33.3
	10,45	1	4.2	4.2	37.5
	10,76	1	4.2	4.2	41.7
	10,77	2	8.3	8.3	50.0

Válido	5,45	1	4.2	4.2	4.2
	6,07	1	4.2	4.2	8.3
	6,10	1	4.2	4.2	12.5
	6,19	1	4.2	4.2	16.7
	6,28	1	4.2	4.2	20.8
	6,32	1	4.2	4.2	25.0
	6,51	1	4.2	4.2	29.2
	6,53	2	8.3	8.3	37.5
	6,56	1	4.2	4.2	41.7
	6,69	1	4.2	4.2	45.8
	6,76	1	4.2	4.2	50.0
	6,96	1	4.2	4.2	54.2
	7,08	2	8.3	8.3	62.5
	7,65	2	8.3	8.3	70.8
	7,82	1	4.2	4.2	75.0
	7,83	1	4.2	4.2	79.2
	8,08	1	4.2	4.2	83.3
	8,22	1	4.2	4.2	87.5
	8,37	1	4.2	4.2	91.7
	8,81	1	4.2	4.2	95.8
	8,92	1	4.2	4.2	100.0
Total		24	100.0	100.0	

En la Tabla 5.8 se registra la tendencia de mejora después de implementar el plan de mantenimiento preventivo después de implementar la mejora.

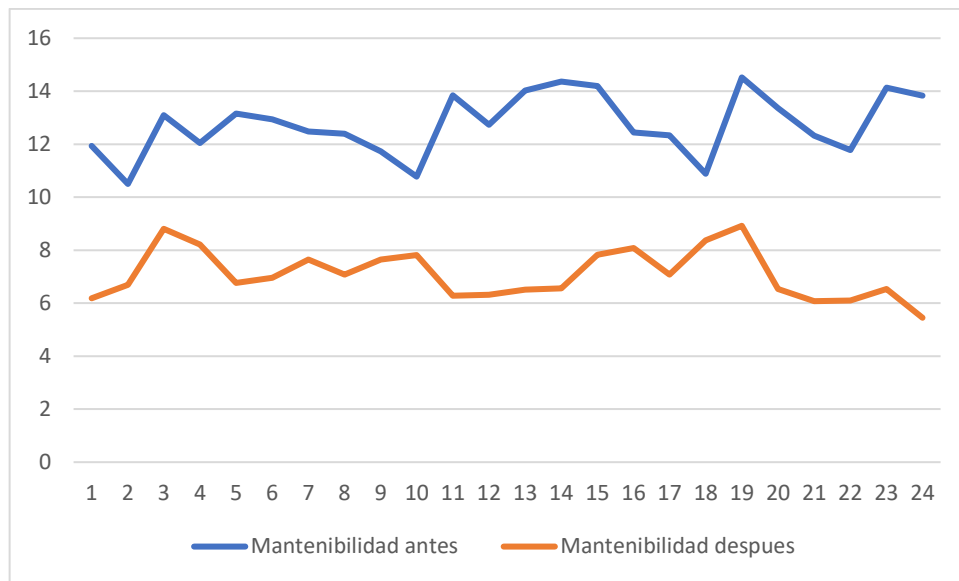
Figura 5.7 Frecuencias mantenibilidad después



En la Figura 5.7 se puede apreciar la mejora en la mantenibilidad estando en un intervalo desde 5.45 hasta 8.08 horas siendo lo óptimo para obtener una buena disponibilidad.

A continuación, se presentan los gráficos de línea de mantenibilidad antes y después de haber implementado el plan de mantenimiento preventivo para la flota de excavadoras en la empresa constructora.

Figura 5.8 Grafico de línea mantenibilidad



En la Figura 5.8 se puede ver las tendencias de la mantenibilidad antes y después obteniendo una gran mejora después de implementar el plan de mantenimiento en la flota de excavadoras de la empresa constructora.

Hipótesis específica 2: El plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022

Análisis descriptivo de la dimensión confiabilidad

De igual forma es presentado el resumido del procesado de datos de la dimensión de la confiabilidad después de haber aplicado la variable independiente mantenimiento preventivo.

Tabla 5.9 Procesamiento de datos Confiabilidad antes y después

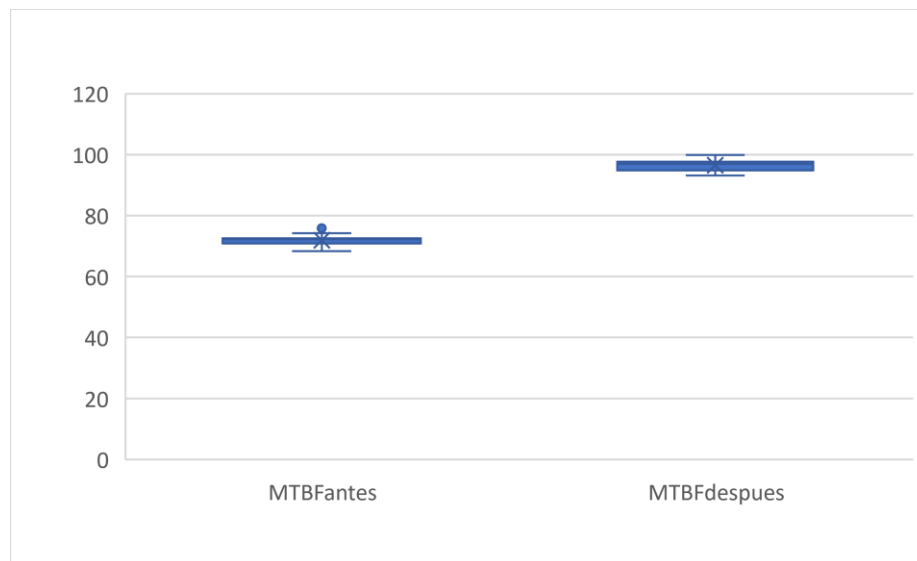
Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Confiabilidad antes	24	100.0%	0	0.0%	24	100.0%
Confiabilidad después	24	100.0%	0	0.0%	24	100.0%

De la Tabla 5.9 anteriormente obtenida, se verifica que son 24 datos introducidos para el pre y post de la fiabilidad, generando el 100% de los datos procesados introducidos.

En la Figura 5.9 se muestra el gráfico de cajas verificando que se redujo la dispersión cuando se aplicó la mejora del plan de mantenimiento preventivo. Analizando la mediana del grafico se verifica que la fiabilidad aumento visiblemente existiendo gran diferencia entre antes y después.

Figura 5.9 Grafico de botas de la Confiabilidad antes y después



Análisis descriptivo de la dimensión confiabilidad

Tabla 5.10 Análisis estadístico Confiabilidad antes y después

		Estadísticos	
		Conf_antes	Conf_desp
N	Válido	24	24
	Perdidos	1	1
Media		79.3988	96.4058
Desv. Desviación		8.94749	1.51524

De la Tabla 5.10 se puede demostrar que la media de la confiabilidad antes era 79.3988% y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo fue de 96.4058 % siendo la confiabilidad un instrumento de investigación que genera un desenvolvimiento idóneo para la disponibilidad de los equipos, se fijara que el índice mejorado en 17.007%.

Tabla 5.11 Frecuencias de confiabilidad antes

Confiabilidad_antes					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	68,30	1	4.2	4.2	4.2
	70,00	1	4.2	4.2	8.3
	70,24	1	4.2	4.2	12.5
	71,77	1	4.2	4.2	16.7
	71,78	1	4.2	4.2	20.8
	71,98	1	4.2	4.2	25.0
	72,28	1	4.2	4.2	29.2
	72,37	1	4.2	4.2	33.3
	72,38	1	4.2	4.2	37.5
	72,52	1	4.2	4.2	41.7
	72,58	1	4.2	4.2	45.8
	73,28	1	4.2	4.2	50.0
	74,23	1	4.2	4.2	54.2
	75,84	1	4.2	4.2	58.3
	87,86	1	4.2	4.2	62.5
	87,92	1	4.2	4.2	66.7
	88,44	1	4.2	4.2	70.8
	88,71	1	4.2	4.2	75.0
	90,05	1	4.2	4.2	79.2
	90,22	1	4.2	4.2	83.3
	90,42	1	4.2	4.2	87.5
	90,72	2	8.3	8.3	95.8
	90,96	1	4.2	4.2	100.0
	Total	24	100.0	100.0	

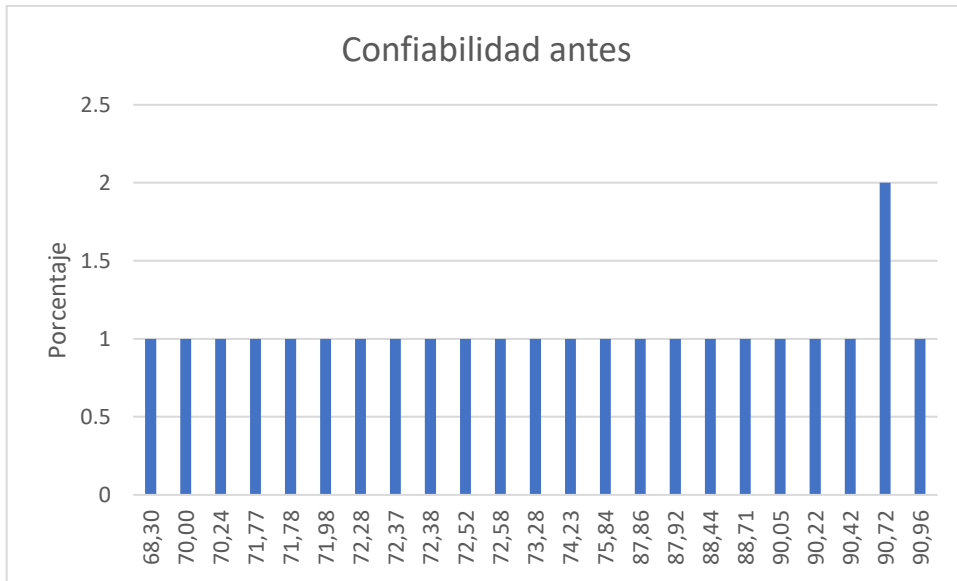
En la Tabla 5.11 se aprecia la frecuencia de confiabilidad antes de realizar la implementación del plan de mantenimiento obteniendo bajos ratios generando la baja disponibilidad en la flota de excavadoras hidráulicas.

Tabla 5.12 Frecuencias de Confiabilidad después

		Confiabilidad_despues			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	93,11	1	4.2	4.2	4.2
	94,50	1	4.2	4.2	8.3
	94,61	1	4.2	4.2	12.5
	94,70	2	8.3	8.3	20.8
	94,84	1	4.2	4.2	25.0
	94,89	1	4.2	4.2	29.2
	95,00	1	4.2	4.2	33.3
	95,61	1	4.2	4.2	37.5
	96,20	1	4.2	4.2	41.7
	96,72	1	4.2	4.2	45.8
	96,87	1	4.2	4.2	50.0
	96,95	1	4.2	4.2	54.2
	97,20	1	4.2	4.2	58.3
	97,36	2	8.3	8.3	66.7
	97,39	1	4.2	4.2	70.8
	97,45	1	4.2	4.2	75.0
	97,75	1	4.2	4.2	79.2
	97,86	2	8.3	8.3	87.5
	98,11	1	4.2	4.2	91.7
	98,70	1	4.2	4.2	95.8
	99,86	1	4.2	4.2	100.0
	Total	24	100.0	100.0	

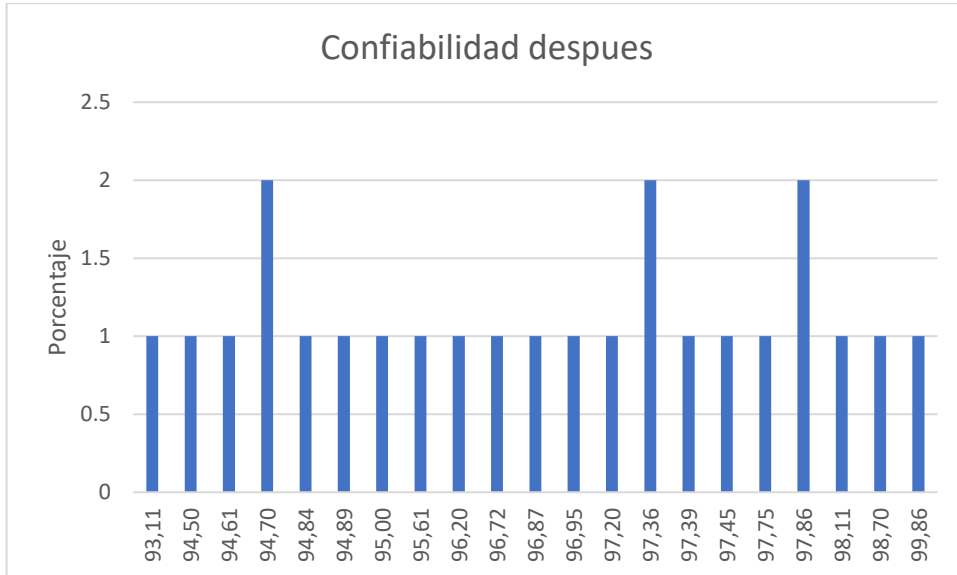
En la Tabla 5.12 se analiza la tendencia positiva de la confiabilidad en algunos casos hasta 98.86 siendo lo óptimo para la operatividad de los equipos y maquinas industriales.

Figura 5.10 Frecuencias de Confiabilidad antes



En la Figura 5.10 se verifica las frecuencias bajas antes de implementar el plan de mantenimiento desde 68.30 hasta 90.72% encontrando la deficiencia en la disponibilidad de los equipos.

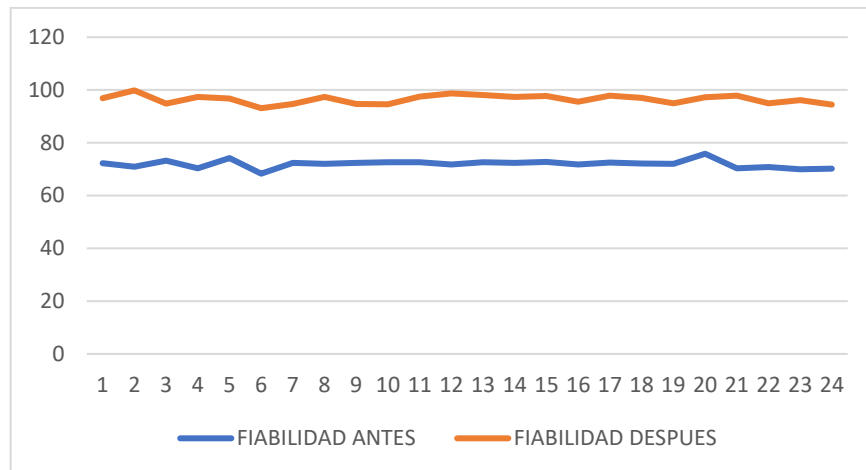
Figura 5.11 Frecuencias de Confiabilidad después



En la Figura 5.11 se puede validar la alta tasa de confiabilidad después de haber implementado el plan de mantenimiento preventivo siendo de mucha utilidad para la empresa constructora.

A continuación, en la Figura 5.12, se presentan los gráficos de línea de confiabilidad antes y después de haber implementado el plan de mantenimiento preventivo para la flota de excavadoras en la empresa constructora.

Figura 5.12 Grafico comparativo Confiabilidad



5.2 Resultados inferenciales

El análisis inferencial permite la validación de las hipótesis planteadas en la investigación.

En la primera etapa fue determinar el estadígrafo a usar de acuerdo al tamaño de la muestra analizada, por lo que se deben considerar los siguientes criterios de evaluación.

- Cuando la muestra es máxima de tamaño 50, se emplea el estadígrafo de Shapiro Wilk.
- Cuando la muestra es mayor a 50, se utiliza el estadígrafo de Kolmogorov Smirnov.

En esta etapa se muestra las pruebas de hipótesis general y específicas como H_0 que significa hipótesis nula y H_a como hipótesis alterna.

Análisis inferencial de la hipótesis general

El plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima, 2022.

El análisis inferencial de la presente investigación es la siguiente:

H_a = El mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las excavadoras de una empresa constructora, Lima, 2022.

H_0 = El mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de las excavadoras de una empresa constructora, Lima, 2022.

Se tomaron 48 datos y la muestra es menor a 50 entonces se empleará el estadígrafo Shapiro Wilk.

Para ello se aplica la siguiente regla de decisión:

H_a = Los datos no tienen una distribución normal

H_0 = Los datos tienen una distribución normal

- Si ρ valor < 0.05 rechazamos H_0 y aceptamos al H_a
- Si ρ valor ≥ 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Tabla 5.13 Prueba de normalidad Disponibilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Dantes	0.198	24	0.016	0.937	24	0.140
Ddespues	0.181	24	0.041	0.924	24	0.071

En la Tabla 5.13 se obtuvo un ρ valor sig mayor a 0.05 como resultado aplicaremos la estadística Paramétrica. Por tal razón se utilizará la estadística de T Student para la contrastación de hipótesis por ser una muestra menor a 100 y la estadística Paramétrica.

Contrastación con la hipótesis general

La disponibilidad antes de aplicar el plan de mantenimiento es menor que la disponibilidad después del plan: luego el tratamiento aplicado a los equipos permitió mejorar su disponibilidad

Con el fin de afirmar que el análisis anterior es correcto, se continuara con el análisis por medio del valor ρ o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba T-Student a la disponibilidad de excavadoras de ambas situaciones.

H_a = El mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de una flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

H_0 = El mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de una flota excavadoras de una empresa constructora, Lima.2022.

Nivel de significancia = 0.05

Regla de decisión: Si ρ valor < 0.05 entonces se rechaza la H_0 y se acepta la hipótesis alterna.

A fin de confirmar el análisis anterior, se continuará al efectuar el estudio por medio del ρ valor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba T- Student a la mejora de la mantenibilidad de la flota de excavadoras.

Por ende, se empleará la siguiente regla de decisión

Si ρ valor ≤ 0.05 , se rechaza la hipótesis nula

Si ρ valor > 0.05 , se acepta la hipótesis nula

H_a = El mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

H_0 = El mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de la flota de las excavadoras de una empresa constructora, Lima.2022.

Tabla 5.14 Prueba T-Student para disponibilidad

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Dma - Dmd	-4.87500	1.87228	0.38218	-5.66559	-4.08441	-12.756	23	0.000

De la Tabla 5.14, se puede verificar que la significancia de la prueba T-Student, aplicado a la mejora de la mantenibilidad antes y después es de 0,000 por lo que es menor a 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

Análisis inferencial de la hipótesis específica 1

El análisis de la hipótesis específica 1 de la presente tesis es la siguiente:

El plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

H_a = El mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

H_0 = El mantenimiento preventivo no mejora la mantenibilidad de la flota de las excavadoras de una empresa constructora, Lima.2022.

Para ejecutar la contrastación de la hipótesis específica, se ejecuta si la serie de datos tiene un comportamiento paramétrico. Se tomaron 48 datos y la muestra es menor a 50 entonces se empleará el estadígrafo Shapiro Wilk.

Para ello se aplica la siguiente regla de decisión:

H_a = Los datos no tienen una distribución normal

H_0 = Los datos tienen una distribución normal

- Si ρ valor < 0.05 rechazamos H_0 y aceptamos al H_a
- Si ρ valor ≥ 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Tabla 5.15 Prueba de normalidad Mantenibilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Mant_antes	0.210	24	0.008	0.876	24	0.007
Mant_desp	0.143	24	0.200	0.950	24	0.268

En la Tabla 5.15 se obtiene un ρ valor sig menor a 0.05 como resultado aplicaremos la estadística No Paramétrica. Por tal razón se utilizará la estadística de Wilcoxon para la contratación de hipótesis por ser una muestra menor a 100 y la estadística Paramétrica.

Prueba de Wilcoxon para Mantenibilidad antes y después.

Se empleará la siguiente regla de decisión

Si ρ valor ≤ 0.05 , se rechaza la hipótesis nula

Si ρ valor > 0.05 , se acepta la hipótesis nula

H_a = El mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

H_0 = El mantenimiento preventivo no mejora la mantenibilidad de la flota de las excavadoras de una empresa constructora, Lima.2022.

Tabla 5.16 Prueba de Wilcoxon para Mantenibilidad

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Mant_antes y Mant_después es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

De la Tabla 5.16, se puede verificar que la significancia de la prueba Wilcoxon aplicado a la mejora de la mantenibilidad antes y después es de 0,000 por lo que es menor a 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

Análisis inferencial de la hipótesis específica 2

El análisis de la hipótesis específica 2 de la presente tesis es el siguiente:

El plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

H_a = El mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

H_0 = El mantenimiento preventivo no mejora la confiabilidad de la flota de las excavadoras de una empresa constructora, Lima.2022.

Para ejecutar la contrastación de la hipótesis específica, se ejecuta si la serie de datos tiene un comportamiento paramétrico. Se tomaron 48 datos y la muestra es menor a 50 entonces se empleará el estadígrafo Shapiro Wilk.

Para ello se aplica la siguiente regla de decisión:

H_a = Los datos no tienen una distribución normal

H_0 = Los datos tienen una distribución normal

- Si ρ valor < 0.05 rechazamos H_0 y aceptamos al H_a
- Si ρ valor ≥ 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Tabla 5.17 Prueba de normalidad para la Confiabilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Conf_antes	0.260	24	0.000	0.771	24	0.000
Conf_desp	0.165	24	0.088	0.916	24	0.047

En la Tabla 5.17, se puede notar que el ρ valor de la confiabilidad antes es 0.000 y después fue de 0.047, obteniendo datos NO PARAMETRICOS. Por lo tanto, se utilizará la prueba Wilcoxon para la contratación de hipótesis.

Por lo cual se tiene la siguiente regla de decisión

H_a = El mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

H_0 = El mantenimiento preventivo no mejora la confiabilidad de la flota de las excavadoras hidráulicas de una empresa constructora, Lima.2022.

- Si ρ valor ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula
- Si ρ valor > 0.05 se acepta la hipótesis nula

Tabla 5.18 Prueba de Wilcoxon para Confiabilidad

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Confi_ antes y Confi_ después es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

De la Tabla 5.18, se puede verificar que la significancia de la prueba Wilcoxon aplicado a la mejora de la confiabilidad antes y después es de 0,000 por lo que es menor a 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna

5.3 Otro tipo de resultados estadísticos, de acuerdo con la naturaleza del problema y la hipótesis.

No se ha utilizados otros resultados estadísticos en esta investigación.

VI. DISCUSION CON OTROS RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados Disponibilidad – Variable dependiente

Hipótesis general

H_a = El mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de una flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

H_0 = El mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de una flota excavadoras de una empresa constructora, Lima.2022.

Nivel de significancia = 0.05

Regla de decisión: Si ρ valor < 0.05 entonces se rechaza la H_0 y se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 6.1 Pruebas emparejadas T-Student Disponibilidad

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Da – Dd	-4.87500	1.87228	0.38218	-5.66559	-4.08441	-12.756	23	0.000

De la Tabla 6.1, se puede verificar que la significancia de la prueba T-Student, aplicado a la mejora de la mantenibilidad antes y después es de 0,000 por lo que es menor a 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

Se puede ver que la significancia T-Student, aplicado a la disponibilidad de equipos antes y después es de 0.000 por lo cual es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula aceptando la hipótesis alterna por lo tanto concluimos que:

H_a = El mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de una flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

Hipótesis específicas

Mantenibilidad – Variable 1

A fin de confirmar el análisis anterior, se continuará al efectuar el estudio por medio del ρ valor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba Wilcoxon a la mejora de la mantenibilidad de la flota de excavadoras.

Por ende, se empleará la siguiente regla de decisión

Si ρ valor ≤ 0.05 , se rechaza la hipótesis nula

Si ρ valor > 0.05 , se acepta la hipótesis nula

H_a = El mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

H_0 = El mantenimiento preventivo no mejora la mantenibilidad de la flota de las excavadoras de una empresa constructora, Lima.2022.

Tabla 6.2 Resumen de contrastes de hipótesis Mantenibilidad

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Mant_antes y Mant_después es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

De la Tabla 6.2, se puede verificar que la significancia de la prueba Wilcoxon aplicado a la mejora de la mantenibilidad antes y después es de 0,000 por lo que es menor a 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

Confiabilidad – Variable 2

Se procederá a realizar el análisis mediante el ρ valor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a la confiabilidad en ambas situaciones.

Por lo cual se tiene la siguiente regla de decisión

H_a = El mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima,2022.

H_0 = El mantenimiento preventivo no mejora la confiabilidad de la flota de las excavadoras hidráulicas de una empresa constructora, Lima.2022.

- Si ρ valor ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula
- Si ρ valor > 0.05 se acepta la hipótesis nula

Tabla 6.3 Resumen de contrastes de hipótesis Confiabilidad

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Conf_antes y Conf_después es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

De la Tabla 6.3, se puede verificar que la significancia de la prueba Wilcoxon aplicado a la mejora de la confiabilidad antes y después es de 0,000 por lo que es menor a 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

De acuerdo con los resultados encontrados en la tabla donde el valor calculado para $p=0.000$ tiene un valor igual a $(0,00 < 0,05)$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa donde establece que el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la empresa de una empresa constructora, Lima,2022, en un 5.29%, logrando probar que la cultura de mantenimiento preventivo a los equipos y máquinas resulta adecuada. De igual modo es comparado con lo expuesto por (ALDANA, 2019), en su tesis titulada: Gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en los equipos mineros de transporte en la empresa unidad Inmaculada – Ayacucho de la empresa Unión de concreteras S.A”. En donde menciona que la aplicación del plan de mantenimiento preventivo permitió aumentar la disponibilidad en 4.06% apoyándose en el buen rendimiento de sus equipos y mejorando continuamente sus actividades en el área de producción

De acuerdo a los resultados estadísticos en la tabla donde el valor calculado para $p=0.000$ tiene un valor igual a $(0,00 < 0,05)$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa donde establece que el plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de una flota de excavadoras de una empresa constructora obteniendo una ratio de reparación de 7.10 horas., logrando un mayor cumplimiento de los objetivos en el incremento en los avances del proyecto. De igual manera se comparte con lo expuesto por (VILLEGAS,2020), en su investigación titulada: Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los motores eléctricos de Palas P&H, caso: Empresa minera del sur del Perú. En donde menciona que la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo genero orden y coordinación en los trabajos programados mejorando los tiempos de reparación en un ratio de 7.05 horas.

De acuerdo a los resultados estadísticos en la tabla donde el valor calculado para $p=0.000$ tiene un valor igual a $(0,00 < 0,05)$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa donde establece que el plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de una flota de excavadoras de una empresa constructora, en un 17.0%, consiguiendo disminuir las fallas de los equipos por paradas o averías y aumentando la capacidad de trabajo del equipo para el

máximo logro de los resultados de la empresa. (MAGO y ROCHA ,2021) en su artículo publicado: Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Granitos y Mármoles Acabados SAS. En donde menciona que se redujo el número de averías por falta de mantenimiento, logrando mejorar su confiabilidad en un 3.5% en su línea de producción apoyándose de las fichas de recolección de datos, ficha de registros de equipos y fichas de inspección de mantenimiento.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

Declaro que toda información contenida en esta investigación es verdadera y autentica; de igual modo se asentó en la directiva N° 004-2022-R de la Universidad Nacional del Callao para la elaboración de la tesis.

VII. CONCLUSIONES

Primera:

El plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima, 2022 desde un 87.75% antes de la implementación a 93.04% después de la aplicación del plan de mantenimiento; mejoró en 5.29% durante el segundo periodo del año 2022.

Segunda:

Respecto a la segunda hipótesis específica, el mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima, 2022 teniendo en cuenta que antes de la implementación de la mejora se tenía un ratio de 10.955 horas y después de aplicar el plan de mantenimiento se obtuvo un ratio de 7.10 horas obteniendo una mejora de 3.85 horas.

Tercera:

En referencia a la primera hipótesis específica, el mantenimiento mejora la confiabilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora, Lima, 2022 puesto que antes de la implementación tenía una confiabilidad promedio de 79.39% pasando a 96.40% después de la implementación del plan de mantenimiento una mejora de 17.0% generando un ahorro en el presupuesto de mantenimiento de la flota de excavadoras de \$226,013.50 durante el segundo periodo del año 2022.

VIII. RECOMENDACIONES

Finalizando la presente investigación y demostrando que la mejora de la disponibilidad de las excavadoras, se tiene las siguientes recomendaciones:

Primera:

Dado que la implementación del plan de mantenimiento preventivo para la flota de excavadoras de una empresa constructora ha permitido mejorar la disponibilidad de estas máquinas de forma óptima, se recomienda implementarla en las demás máquinas de la empresa y capacitar de manera constante al personal técnico involucrado.

Segunda:

Dado que la implementación del plan de mantenimiento preventivo para la flota de excavadoras de una empresa constructora ha permitido mejorar la mantenibilidad de manera eficiente, se recomienda evaluarla y expandirla a todo el personal de la empresa constructora mediante capacitaciones a nivel nacional con la finalidad de mejorar las operaciones de la compañía.

Tercera:

Dado que la implementación del plan de mantenimiento preventivo para la flota de excavadoras de una empresa constructora ha permitido mejorar la confiabilidad, se recomienda implementar nuevos planes de mantenimiento en las demás máquinas de la empresa para evitar las fallas inesperadas y aumentar su rentabilidad.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAVEDRA, Carol et al. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*. [en línea]. abril, 2016, **34**, 11-26 [Fecha de Consulta 3 de mayo de 2022]. ISSN 1025-9929. Disponible en: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2016.n034.529>

ALDANA GALLO, Cesar Román. *Gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en los equipos mineros de transporte en la unidad immaculada -Ayacucho de la empresa Unión de Concreteras S.A.* Tesis [Maestría en gerencia del mantenimiento]. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2019. [Fecha de la consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/4374>

CARMONA, Pablo. *Operaciones auxiliares de mantenimiento de sistemas microinformáticos*. 5ªed. Madrid: E-learning S.L., 2015. 446 pp. ISBN: 9788416492091.

ESPINOZA, Ciro. *Metodología de la investigación científica*. Huancayo: Imagen Gráfica SAC, 2010. ISBN: 978-612-00-0222-3.

GARCIA INGA, Patricia. *Herramientas tecnológicas y gestión escolar virtual en docentes de una red educativa interdepartamental a nivel Peru, 2021*. Tesis [Maestría en Administración de la Educación]. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2022. [Fecha de la consulta: 20 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/78978>

GUTIERREZ, Endry et al. Mejoras para elevar la disponibilidad de las unidades acuáticas livianas. *Ingeniería Mecánica* [en línea]. diciembre, 2020, **23**(1), e592 [Fecha de Consulta 3 de junio de 2023]. ISSN: 1815-5944. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225163567002>

GUTIERREZ, Esteban A. y TENA, Enio E. *Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos y maquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y maquinas térmicas de la FIME – UNAC 2018*. Tesis [Maestría

en gerencia del mantenimiento]. Callao: Universidad Nacional del Callao,2019. [Fecha de la consulta: 10 de abril de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/4397>

MAGO RAMOS, Maria G., PEREA LOZANO, Brenda Y. y LÓPEZ SUÁREZ, Henry. Implementación de mantenimiento preventivo y predictivo a los equipos del proceso de producción en la empresa EQUIACEROS SAS. *Revista Ingenio Libre* [en línea]. 2020, **18**(08), 70-77[Fecha de Consulta 3 de Abril de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.18041/2322-8415/ingelibre.2020.v8n18.7012>

MAGO RAMOS, María G. y ROCHA, Sebastián. Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Granitos y Mármoles Acabados SAS. *Revista de Ingeniería Energética*. [en línea]. noviembre,2021, **16**(2), 98–111 [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2023]. ISSN-e 2389-9468, ISSN 1909-7050. Disponible en: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.703>

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. (2023). *MTC sigue trabajando en el mejoramiento de las rutas alternas a la Carretera Central*. [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/696721-mtc-sigue-trabajando-en-el-mejoramiento-de-las-rutas-alternas-a-la-carretera-central>

MONTILLA, Carlos. *Fundamentos de mantenimiento industrial*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira,2016.208 pp. ISBN: 978-958-722-238-8.

MONTILLA, Carlos. *Mantenimiento Industrial y su Administración*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira,2019.489 pp. ISBN: 978-958-722-390-3.

PERALTA SALVATIERRA, Guido. *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa metalmecánica AR&ML Constructores E. I. R. L., San Juan de Lurigancho,2019*. Tesis [Maestría en gerencia del mantenimiento]. Callao: Universidad Nacional del

- Callao,2019. [Fecha de la consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/4583>
- PEREZ, Félix. *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*. Bucaramanga: USTA,2021.107 pp. ISBN: 978-958-8477-92-3.
- SALGADO, Yorlandys, MARTINEZ DEL CASTILLO, Alfredo y SANTOS, Ariel. Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica. *Revista de Ingeniería Energética*. [en línea]. marzo,2018, **39**(3), 157–167 [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2023]. ISSN: 1815-5901.Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6538764>
- TAVARES, Lourival. *Administración moderna del mantenimiento*. Río de Janeiro: Novo Polo,1998.
- TERAN SUAREZ, Yeyson Larri. *Rediseño del sistema de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de la flota de tractores de la empresa Danper Agrícola Olmos S.A.C*. Tesis [Maestría en ingeniería Industrial]. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo ,2022. [Fecha de la consulta: 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4887>
- VILLARRAGA LOZANO, Oryana. Metodología gerencial para el mantenimiento preventivo de equipos médicos mínimos usados en habilitación de cirugías ambulatorias. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, Bogotá D.C.* [en línea]. enero, 2020, **13**(1), 80–97 [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2023]. ISSN: 2145-1389.Disponible en:<https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/signos/article/view/6342/6074>
- VILLEGAS BELLIDO, Darío Alejandro. *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los motores eléctricos de palas P&H, Caso: Empresa minera del Sur de Perú*. Tesis [Maestría en gerencia de mantenimiento]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa,2020. [Fecha de la consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible

en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/179eee8e-fdf2-4919-833c-8faece3097c4/content>

X. ANEXOS

Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PREGUNTA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	METODOLOGÍA	VARIABLE	DIMENSIONES	ÍNDICE	MÉTODO	TÉCNICA
¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora?	Determinar como el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora.	El plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora.	Diseño: Cuasi – Experimental Tipo: Aplicada Nivel: Explicativa Causal Enfoque: Cuantitativo	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Programación de tareas Ejecución de tareas			
PREGUNTAS ESPECIFICAS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS						
¿En que medida el plan de mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora?	Determinar como el plan de mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora.	El plan de mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora.	Método: Hipotético deductivo Población: 06 excavadoras Cat 336DL	DISPONIBILIDAD	Mantenibilidad	PORCENTUAL	OBSERVACIÓN DIRECTA	MICROSOFT EXCEL ERP SAP
¿De que manera el plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora?	Determinar como el plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora.	El plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la flota de excavadoras de una empresa constructora.	Muestra: No probabilística tipo censal Lugar: Provincia de Canta departamento de Lima		Confiability			

Anexo 2. PROPUESTA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

	OPERATIVO	O
	STAND BY	S
	MANTTO PREVENTIVO	MP
	MANTTO CORRECTIVO	MC
	MANTTO TOTAL MP/MC	MT

CLIENTE	
OBRA/PROYECTO	
CIUDAD	

SAN MARTIN INGENIERIA & PROYECTOS	
NUMERO	
TIPO DE CONTRATO	

San Martin Ingenieria & Proyectos	COD. EQUIPO																														
		Vie	Sab	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sab	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
		1-Jul	2-Jul	3-Jul	4-Jul	5-Jul	6-Jul	7-Jul	8-Jul	9-Jul	10-Jul	11-Jul	12-Jul	13-Jul	14-Jul																
	I01-322	O	MP	O	O	O	O	O	O	O																					
	I01-38	O	MP	O	O	O	O	O	O	O																					
	I01-324	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC																					
	I01-328	O	O	O	O	O	O	O	O	MP																					
	I01-39	O	O	MP	O	O	O	O	O	O																					
	I01-311	O	O	MP	O	O	O	O	O	O																					

--

Casos Stand By:

Falta de operador

Falta de frente de operación

REPORTE DIARIO DE INCIDENCIAS EN LAS EXCAVADORAS HIDRAULICAS Cat 336DL

Fecha d Incidencia	COD. EQUIPO	Sistema del Equipo	Breve Descripción de Ocurrencia	Motivo de Parada	O ₁	Horome o	COD. EQUIPO	Duracion del Evento MP			Duracion del Evento MC			Detenido		
								Hora Inicio	Hora fin	Total Horas	Hora Inicio	Hora fin	Total Horas	Hora Inicio	Hora fin	Total Horas
1/07/2022	I01-322	MANTENIMIENTO	Mantenimiento Preventivo 125 horas	MP		2676	I01-322	11:20:00	12:20:00	1:00:00			0:00:00			0:00:00
2/07/2022	I01-38	MANTENIMIENTO	Mantenimiento Preventivo 125 horas	MP		2878	I01-38	9:00:00	10:00:00	1:00:00			0:00:00			0:00:00
3/07/2022	I01-324	TRANSMISION	DESMTAJE DE LA CAJA DE CAMBIOS 3/07/2022	MC		3014	I01-324			0:00:00			0:00:00			0:00:00
4/07/2022	I01-328	MANTENIMIENTO	Mantenimiento Preventivo 125 horas	MP		3356	I01-328	6:00:00	7:00:00	1:00:00			0:00:00			0:00:00
5/07/2022	I01-39	MANTENIMIENTO	Mantenimiento Preventivo 125 horas	MP		2900	I01-39	7:00:00	8:00:00	1:00:00			0:00:00			0:00:00
6/07/2022	I01-311	TRANSMISION	DESMTAJE DE LA CAJA DE CAMBIOS 6/07/2022	MC		3014	I01-311			0:00:00			0:00:00			0:00:00

Anexo 3. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE DISPONIBILIDAD ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN

Empresa constructora

Cantidad de equipos	6	Horas de trabajo: 10 Horas	Fecha: 01/01/2022 - 30/06/2022
Jefe de mantenimiento			Equipo: Excavadoras Hidráulicas
GERENCIA DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO			Datos: Evaluación de la variable dependiente disponibilidad de equipos

FORMULA DE LA DISPONIBILIDAD

$$\% \text{Disp. total} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR}) * 100$$

MESES /2022	Semanas	Horas totales	Confiabilidad (MTBF)	MTTR (Mantenibilidad)	Disponibilidad
Enero	1	420	72.28	10.45	87%
	2	420	88.71	15.53	85%
	3	420	73.28	8.73	89%
	4	420	87.92	12.04	88%
	5	420	74.23	9.86	88%
Febrero	6	420	68.30	11.50	86%
	7	420	90.42	10.92	89%
	8	420	90.05	10.85	89%
	9	420	72.38	9.12	89%
	10	420	90.72	10.77	89%
Marzo	11	420	72.58	11.87	86%
	12	420	71.77	14.86	83%
	13	420	90.72	9.35	91%
	14	420	72.37	10.77	87%
	15	420	90.96	9.46	91%
Abril	16	420	71.78	10.89	87%
	17	420	72.52	12.34	85%
	18	420	90.22	10.89	89%
	19	420	71.98	9.68	88%
	20	420	75.84	9.54	89%
Mayo	21	420	87.86	10.95	89%
	22	420	88.44	9.42	90%
	23	420	70.00	12.37	85%
	24	420	70.24	10.76	87%
	RATIO PROMEDIO				

Anexo 4. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA DIMENSIÓN MANTENIBILIDAD ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN.

EMPRESA CONSTRUCTORA

Cant. De equipos	6	Horas de trabajo: 10 Hrs	Fecha: 01/01/2022 - 30/06/2022		
Jefe de mantenimiento			Equipo: Excavadoras Hidráulicas		
GERENCIA DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO			Datos: Evaluación de la dimensión de la mejora de la disponibilidad de la variable		
FORMULA DE LA MANTENIBILIDAD			Horas totales de mantenimiento / N. de reparaciones		

MESES /2022	Semanas	Mantenimiento	Averias e inspecciones	N. reparaciones	MTTR (Mantenibilidad)
Enero	1	25	58.60	8	10.45
	2	28	65.15	6	15.53
	3	25	53.60	9	8.73
	4	28	68.33	8	12.04
	5	30	48.87	8	9.86
Febrero	6	25	78.51	9	11.50
	7	29	58.34	8	10.92
	8	27	59.80	8	10.85
	9	24	58.11	9	9.12
Marzo	10	29	57.12	8	10.77
	11	26	57.11	7	11.87
	12	28	61.13	6	14.86
	13	27	57.13	9	9.35
Abril	14	28	58.14	8	10.77
	15	29	56.17	9	9.46
	16	26	61.11	8	10.89
	17	29	57.41	7	12.34
Mayo	18	28	59.11	8	10.89
	19	27	60.11	9	9.68
	20	26	40.80	7	9.54
	21	30	68.55	9	10.95
Junio	22	28	66.24	10	9.42
	23	29	69.99	8	12.37
	24	28	68.80	9	10.76
RATIO PROMEDIO					10.95

Anexo 5. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA DIMENSIÓN CONFIABILIDAD ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN.

EMPRESA
CONSTRUCTORA

Cantidad de equipos 6 Horas de trabajo: 10 Hrs
Jefe de mantenimiento **Fecha:** 01/01/2022 - 30/06/2022
Equipo: Excavadoras hidráulicas

GERENCIA DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

Datos: Evaluación de la dimensión de la fiabilidad de la variable dependiente disponibilidad de equipos

FORMULA DE LA CONFIABILIDAD

Horas totales -Horas de parada por averia / N. de fallas

MESES /2022	Semanas	Horas totales	Averias e inspecciones (Horas)	N. Paradas	Confiabilidad (MTBF)
Enero	1	420	58.60	5	72.28
	2	420	65.15	4	88.71
	3	420	53.60	5	73.28
	4	420	68.33	4	87.92
	5	420	48.87	5	74.23
Febrero	6	420	78.51	5	68.30
	7	420	58.34	4	90.42
	8	420	59.80	4	90.05
	9	420	58.11	5	72.38
Marzo	10	420	57.12	4	90.72
	11	420	57.11	5	72.58
	12	420	61.13	5	71.77
	13	420	57.13	4	90.72
Abril	14	420	58.14	5	72.37
	15	420	56.17	4	90.96
	16	420	61.11	5	71.78
	17	420	57.41	5	72.52
Mayo	18	420	59.11	4	90.22
	19	420	60.11	5	71.98
	20	420	40.80	5	75.84
Junio	21	420	68.55	4	87.86
	22	420	66.24	4	88.44
	23	420	69.99	5	70.00
	24	420	68.80	5	70.24
RATIO PROMEDIO					79.40

Anexo 6. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA DIMENSIÓN MANTENIBILIDAD DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN.

EMPRESA
CONSTRUCTORA

Cant. De equipos 6
Jefe de mantenimiento

Horas de trabajo: 10
Hrs

Fecha: 01/07/2022 - 30/12/2022

Equipo: Excavadoras Hidráulicas

Departamento

Datos: Evaluación de la dimensión de la mejora de la disponibilidad de la variable

FORMULA DE LA MANTENIBILIDAD

Horas totales de mantenimiento / N. de reparaciones

MESES /2022	Semanas	Mantenimiento	Averias e inspecciones	N. reparaciones	MTTR (Mantenibilidad)
Julio	1	17	32.54	8	6.19
	2	20	20.16	6	6.69
	3	21	40.66	7	8.81
	4	27	30.55	7	8.22
	5	21	33.11	8	6.76
Agosto	6	22	47.55	10	6.96
	7	20	41.22	8	7.65
	8	19	30.55	7	7.08
Setiembre	9	20	41.22	8	7.65
	10	21	41.55	8	7.82
	11	20	30.22	8	6.28
	12	19	25.22	7	6.32
	13	18	27.55	7	6.51
Octubre	14	22	30.44	8	6.56
	15	18	28.99	6	7.83
	16	19	37.55	7	8.08
	17	21	28.55	7	7.08
Noviembre	18	18	32.22	6	8.37
	19	22	40.44	7	8.92
	20	21	31.22	8	6.53
	21	20	28.55	8	6.07
Diciembre	22	21	40.00	10	6.10
	23	17	35.22	8	6.53
	24	18	42.00	11	5.45
RATIO PROMEDIO					7.10

Anexo 7. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA DIMENSIÓN CONFIABILIDAD DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN.

EMPRESA CONSTRUCTORA

Cant. De equipos 6 Jefe de mantenimiento Departamento	Horas de trabajo: 10 Hrs	Fecha: 01/07/2022 - 30/12/2022 Equipos: Excavadoras hidráulicas Datos: Evaluación de la dimensión de la fiabilidad de la variable dependiente disponibilidad de equipos
--	--------------------------------	--

FORMULA DE LA CONFIABILIDAD

Horas totales -Horas de parada por averia / N. de fallas

MESES /2022	Semanas	Horas totales	Averias e inspecciones (Horas)	N. Paradas	Confiabilidad (MTBF)
Enero	1	420	32.54	4	96.87
	2	420	28.00	4	98.00
	3	420	40.66	4	94.84
	4	420	30.55	4	97.36
Febrero	5	420	33.11	4	96.72
	6	420	47.55	4	93.11
	7	420	41.22	4	94.70
	8	420	30.55	4	97.36
	9	420	41.22	4	94.70
Marzo	10	420	41.55	4	94.61
	11	420	30.22	4	97.45
	12	420	25.22	4	98.70
	13	420	27.55	4	98.11
	14	420	30.44	4	97.39
Abril	15	420	28.99	4	97.75
	16	420	37.55	4	95.61
	17	420	28.55	4	97.86
Mayo	18	420	32.22	4	96.95
	19	420	40.44	4	94.89
	20	420	31.22	4	97.20
	21	420	28.55	4	97.86
Junio	22	420	40.00	4	95.00
	23	420	35.22	4	96.20
	24	420	42.00	4	94.50
RATIO PROMEDIO					96.41

Anexo 8. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE DISPONIBILIDAD DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN.

EMPRESA
CONSTRUCTORA

	Horas de trabajo:		
Cant. De equipos	6	10 Horas	Fecha: 07/01/2022 - 30/12/2022
Jefe de mantenimiento			Equipos: Excavadoras hidráulicas
Departamento			Datos: Evaluación de la variable dependiente disponibilidad de equipos

FORMULA DE LA DISPONIBILIDAD

$$\% \text{Disp. total} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR}) * 100$$


MESES /2022	Semanas	Horas totales	confiabilidad (MTBF)	MTTR (Mantenibilidad)	Disponibilidad
Enero	1	420	96.87	6.2	94%
	2	420	98.00	6.7	94%
	3	420	94.84	8.8	92%
	4	420	97.36	8.2	92%
	5	420	96.72	6.8	93%
Febrero	6	420	93.11	7.0	93%
	7	420	94.70	7.7	93%
	8	420	97.36	7.1	93%
	9	420	94.70	7.7	93%
Marzo	10	420	94.61	7.8	92%
	11	420	97.45	6.3	94%
	12	420	98.70	6.3	94%
	13	420	98.11	6.5	94%
Abril	14	420	97.39	6.6	94%
	15	420	97.75	7.8	93%
	16	420	95.61	8.1	92%
	17	420	97.86	7.1	93%
Mayo	18	420	96.95	8.4	92%
	19	420	94.89	8.9	91%
	20	420	97.20	6.5	94%
	21	420	97.86	6.1	94%
Junio	22	420	95.00	6.1	94%
	23	420	96.20	6.5	94%
	24	420	94.50	5.5	95%
RATIO PROMEDIO					93%

Anexo 9. BASE DE DATOS DE LOS RESULTADOS

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda									
1 : Disp_postest 94,00									
	Fecha_pretest	Mant_pretest	Conf_pretest	Dispo_pretest	Fecha_postest	Mant_postest	Confi_postest	Disp_postest	
1	Semana 1	10,45	72,28	87,00	1	6,19	96,87	94,00	
2	Semana 2	15,53	88,71	85,00	2	6,69	98,00	94,00	
3	Semana 3	8,73	73,28	89,00	3	8,81	94,84	92,00	
4	Semana 4	12,04	87,92	88,00	4	8,22	97,36	92,00	
5	Semana 5	9,86	74,23	88,00	5	6,76	96,72	93,00	
6	Semana 6	11,50	68,30	86,00	6	6,96	93,11	93,00	
7	Semana 7	10,92	90,42	89,00	7	7,65	94,70	93,00	
8	Semana 8	10,85	90,05	89,00	8	7,08	97,36	93,00	
9	Semana 9	9,12	72,38	89,00	9	7,65	94,70	93,00	
10	Semana 10	10,77	90,72	89,00	10	7,82	94,61	92,00	
11	Semana 11	11,87	72,58	86,00	11	6,28	97,45	94,00	
12	Semana 12	14,86	71,77	83,00	12	6,32	98,70	94,00	
13	Semana 13	9,35	90,72	91,00	13	6,51	98,11	94,00	
14	Semana 14	10,77	72,37	87,00	14	6,56	97,39	94,00	
15	Semana 15	9,46	90,96	91,00	15	7,83	97,75	93,00	
16	Semana 16	10,89	71,78	87,00	16	8,08	95,61	92,00	
17	Semana 17	12,34	72,52	85,00	17	7,08	97,86	93,00	
18	Semana 18	10,89	90,22	89,00	18	8,37	96,95	92,00	
19	Semana 19	9,68	71,98	88,00	19	8,92	94,89	91,00	
20	Semana 20	9,54	75,84	89,00	20	6,53	97,20	94,00	
21	Semana 21	10,95	87,86	89,00	21	6,07	97,86	94,00	
22	Semana 22	9,42	88,44	90,00	22	6,10	95,00	94,00	
23	Semana 23	12,37	70,00	85,00	23	6,53	96,20	94,00	
24	Semana 24	10,76	70,24	87,00	24	5,45	94,50	95,00	

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda											
	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Fecha_pretest	Cadena	20	0	Fecha pretest	Ninguna	Ninguna	10	Centro	Nominal	Entrada
2	Mant_pretest	Numérico	8	2	Mantenibilidad_pretest	Ninguna	Ninguna	9	Centro	Escala	Entrada
3	Conf_pretest	Numérico	8	2	Confiabilidad_pretest	Ninguna	Ninguna	9	Centro	Escala	Entrada
4	Dispo_pretest	Numérico	8	2	Disponibilidad_pretest	Ninguna	Ninguna	9	Centro	Escala	Entrada
5	Fecha_postest	Numérico	20	0	Fecha postest	Ninguna	Ninguna	10	Centro	Nominal	Entrada
6	Mant_postest	Numérico	8	2	Mantenibilidad_postest	Ninguna	Ninguna	9	Centro	Escala	Entrada
7	Confi_postest	Numérico	8	2	Confiabilidad_postest	Ninguna	Ninguna	9	Centro	Escala	Entrada
8	Disp_postest	Numérico	8	2	Disponibilidad_postest	Ninguna	Ninguna	9	Centro	Escala	Entrada

Anexo 10. INSTRUMENTOS VALIDADOS.

**Universidad Nacional del Callao**
Ciencia y Tecnología del Tercer Milenio
Universidad Licenciada. Resolución N° 171-2019-SUNEDUC/D

VALIDACIÓN DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:
Nombre: RUBEN BALDEON VILLEGAS
Especialidad: MAESTRO EN DIRECCION DE OPERACIONES
Fecha: 19-04-2023

II. OBSERVACIONES EN CUENTA A:

1. FORMA:
SIMPLE Y RESUMIDA


2. CONTENIDO:
EXPLICATIVO

3. ESTRUCTURA:
MUY ORDENADO

III. APOORTE Y/O SUGERENCIAS:
EL ESTUDIO PUEDE SER DE MUCHA UTILIDAD PARA LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DE CONSTRUCCION

Luego de revisar el documento procede a su aprobación:

SI NO

Firma: 
Nombre: RUBEN BALDEON VILLEGAS



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

IV. DATOS GENERALES:

- 4.1 Apellidos y Nombres del Experto: BALIBON VILLEGAS PUEBU
 4.2 Grado / Cargo / Institución donde labora: MAGISTER EN OPERACIONES /
COORDINADOR DE RECURSOS / OUTOTEC
 4.3 Nombre del instrumento motivo de la evaluación:
 4.4 Autor del Instrumento:

INDICADORES	CRITERIO	DEFICIENTE 0 - 20 %	REGULAR 21-40%	BUENO 41- 60%	MUY BUENO 61-80%	EXCELENTE 81-100%
1.CLARIDAD	Está formulada con lenguaje apropiado				70	
2.OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables				76	
3.ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología				70	
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica				78	
5.SUFICIENCIA	Cumple los aspectos de cantidad y calidad				80	
6.INTERNACIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades cognitivas				70	
7.CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos - científicos de la tecnología educativa				80	
8.COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				70	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				75	

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

EN DEFINITIVA ES DE MUCHA AYUDA E IMPORTANCIA
PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS EN UNA
ORGANIZACION

VI. PROMEDIO DE LA EVALUACIÓN: 74,3%



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

ITEMS	PREGUNTA	APRECIACIÓN		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	¿El instrumento responde al planteamiento del problema?	✓		
2	¿El instrumento responde a los objetivos del problema?	✓		
3	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?	✓		
4	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?	✓		
5	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?	✓		
6	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?	✓		
7	¿El número de ítems es el adecuado?	✓		
8	¿Los ítems del instrumento son válidos?	✓		
9	¿Se debe incrementar el número de ítems?		✓	Completos
10	¿Se debe eliminar algunos ítems?		✓	

Aportes y/o sugerencias:

.....
.....
.....

Firma: _____

Nombre: ROSEN FALCON VILCASA

Fecha: 19/04/2013



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

IV. DATOS GENERALES:

- 4.1 Apellidos y Nombres del Experto: Galindo Márquez Esteyan
 4.2 Grado / Cargo / Institución donde labora: Ing. Civil / coordinador / Grupo caral
 4.3 Nombre del instrumento motivo de la evaluación:
 4.4 Autor del Instrumento:

INDICADORES	CRITERIO	DEFICIENTE 0 - 20 %	REGULAR 21-40%	BUENO 41- 60%	MUY BUENO 61-80%	EXCELENTE 81-100%
1.CLARIDAD	Está formulada con lenguaje apropiado					95%
2.OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables				75%	
3.ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología					90%
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica					90%
5.SUFICIENCIA	Cumple los aspectos de cantidad y calidad					95%
6.INTERNACIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades cognitivas				70%	
7.CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos - científicos de la tecnología educativa				70%	
8.COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					95%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90%

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Es aplicable a los equipos mencionados y resultará importante para mejorar la gestión.

VI. PROMEDIO DE LA EVALUACIÓN: 77%

Lima, 20 de Abril del 2023



**Universidad
Nacional del Callao**

Ciencia y Tecnología del Tercer Milenio
Universidad Licenciada, Resolución N° 171-2019-SUNEDU/CD

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

ITEMS	PREGUNTA	APRECIACIÓN		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	¿El instrumento responde al planteamiento del problema?	✓		
2	¿El instrumento responde a los objetivos del problema?	✓		
3	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?	✓		
4	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?	✓		
5	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?	✓		
6	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?	✓		
7	¿El número de ítems es el adecuado?	✓		
8	¿Los ítems del instrumento son válidos?	✓		
9	¿Se debe incrementar el número de ítems?		✓	SON suficientes
10	¿Se debe eliminar algunos ítems?		✓	

Aportes y/o sugerencias:

.....
.....
.....

Firma: EFN

Nombre: Estefany Galindo

Fecha: 20.04.2023



Universidad
Nacional del Callao

Ciencia y Tecnología del Tercer Milenio
Universidad Licenciada, Resolución N° 171-2019-SUNEDUCD

VALIDACIÓN DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

Nombre: Estefany Galindo Márquez
Especialidad: Ingeniería civil
Fecha: 10 / 04 / 2023

II. OBSERVACIONES EN CUENTA A:

1. FORMA:

..... La forma es concisa y coherente
.....
.....

2. CONTENIDO:

..... El contenido es claro y conciso.
.....
.....

3. ESTRUCTURA:

..... Segue un orden lógico y una organización adecuada.
.....
.....

III. APOORTE Y/O SUGERENCIAS:

..... Como sugerencia, verificar los equipos como acción preventiva.
.....
.....

Luego, de revisado el documento procede a su aprobación:

SI NO

Firma:

Nombre: Estefany Galindo

Anexo 11. EVALUACION DE LAS CAUSAS DE LA BAJA DISPONIBILIDAD

Instrucciones: Esta evaluación será aplicada a los trabajadores del área de operaciones y mantenimiento de la empresa constructora.

Datos:

NOMBRE:	FECHA:
---------	--------

Maquinaria

1. ¿Las excavadoras se encuentran en malas condiciones?
a) Si b) No
2. ¿Usted testimonia paradas imprevistas en las excavadoras?
a) Si b) No

Mano de Obra

3. ¿Se realiza un plan de mantenimiento preventivo en la flota de excavadoras?
a) Si b) No
4. ¿Se realiza un registro de seguimiento en la flota de excavadoras?
a) Si b) No

Medición

5. ¿Actualmente existe un plan de capacitación para el personal técnico?
a) Si b) No
6. ¿Actualmente existe un registro de inspección de equipos?
a) Si b) No

Medio Ambiente

7. ¿El espacio de trabajo se encuentra ordenado?
a) Si b) No
8. ¿Existe alta contaminación en la zona de trabajo?
a) Si b) No

Material

9. ¿Existe carencia de repuestos críticos?

a) Si b) No

10. ¿Existe una alta demora en la entrega de los repuestos?

a) Si b) No

Alfa de Cronbach para validar la confiabilidad de la encuesta

Tabla 10.1 Procesamiento de datos Alfa de Cronbach

		N	%
Casos	Valido	10	100
	Excluido	0	0,0
	Total	10	100

En la Tabla 10.1 se verifica el resumen de los casos validados en la encuesta validadas por los expertos.

Tabla 10.2 Resultados Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,956	12

En la Tabla 10.2 se prueba de alfa de Cronbach acercándose a la Unidad se ha validado su confiabilidad.