

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD EN LA
FLOTA DE EQUIPOS TRACKLESS DE UNA EMPRESA MINERA
SUBTERRÁNEA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO

AUTOR: BERINSSON SCOTT HERNÁNDEZ SUCSO

ASESOR: JUAN ADOLFO BRAVO FELIX

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

A handwritten signature in black ink, appearing to be "JABF".

Callao, 2023

PERÚ

A handwritten signature in black ink, appearing to be "JABF".

A handwritten signature in black ink, appearing to be "B. Hernández".

B. Hernández

Document Information

Analyzed document	BERINSSON HERNÁNDEZ SUCSO.docx (D171215652)
Submitted	6/23/2023 6:36:00 PM
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	2%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Mantto Tesis APA 4.3.3.docx Document Mantto Tesis APA 4.3.3.docx (D58679830)		2
SA	Tesis_Julio Guerrero_N00089121 (1).docx Document Tesis_Julio Guerrero_N00089121 (1).docx (D146747212)		4
SA	TESIS CORO Y COTRINA 17.09.2021 (1).docx Document TESIS CORO Y COTRINA 17.09.2021 (1).docx (D112887435)		2
SA	36319-Canchanya Fernandez, Mario Pool - Nato Acosta, Gregorio.pdf Document 36319-Canchanya Fernandez, Mario Pool - Nato Acosta, Gregorio.pdf (D117226070)		1
SA	TESIS FR 2016 10 19.docx.pdf Document TESIS FR 2016 10 19.docx.pdf (D22602708)		7
SA	Darío Allauca.docx Document Darío Allauca.docx (D97677272)		1
SA	Informe de Suficiencia - Bachiller FIM Victor Castro.docx Document Informe de Suficiencia - Bachiller FIM Victor Castro.docx (D79856808)		2
SA	13593-Bullón Romero, Carlos Alberto.pdf Document 13593-Bullón Romero, Carlos Alberto.pdf (D41636305)		1
SA	Tesis_Julio Guerrero_N00089121 (2).pdf Document Tesis_Julio Guerrero_N00089121 (2).pdf (D147289681)		1
SA	6065-Alva Alva, Ismael.pdf Document 6065-Alva Alva, Ismael.pdf (D74735553)		1
SA	T3_TALLERDETESIS2_LEONGUADANA JUANITAKARINA_OCAMPOGALVEZLUISENRIQUE.docx Document T3_TALLERDETESIS2_LEONGUADANA JUANITAKARINA_OCAMPOGALVEZLUISENRIQUE.docx (D149174718)		3

ACTA N° 112 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

LIBRO N° 001, FOLIO N° 138, ACTA N° 112 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

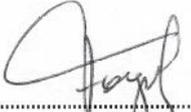
A los 24 días del mes junio del año 2023, siendo las 17:40 horas, se reunieron, en el Auditorio Ausberto Rojas Saldaña el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtención del **TÍTULO** profesional de **Ingeniero Mecánico** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

- | | | |
|-------------------------------------|---|------------|
| ▪ Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldán | : | Presidente |
| ▪ Dr. Gustavo Ordoñez Cárdenas | : | Secretario |
| ▪ Mg. Carlos Zacarías Díaz Cabrera | : | Miembro |
| ▪ Mg. Juan Adolfo Bravo Félix | : | Asesor |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **HERNÁNDEZ SUCSO, BERINSSON SCOTT**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico sustenta la tesis titulada **"IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD EN LA FLOTA DE EQUIPOS TRACKLESS DE UNA EMPRESA MINERA SUBTERRÁNEA"**, cumpliendo con la sustentación en acto público de manera presencial.

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por APROBADO con la escala de calificación cualitativa BUENO y calificación cuantitativa 15 (QUINCE) la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de junio del 2021.

Se dio por cerrada la Sesión a las 18:10 horas del día 24 del mes y año en curso.


.....
Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldán
Presidente de Jurado


.....
Dr. Gustavo Ordoñez Cardenas
Secretario de Jurado


.....
Mg. Carlos Zacarías Díaz Cabrera
Vocal de Jurado


.....
Mg. Juan Adolfo Bravo Félix
Asesor

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

TÍTULO: “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad en la flota de equipos trackless de una empresa minera subterránea”

AUTOR: Bach. Berinsson Scott Hernández Sucso

CODIGO ORCID: 0000-0002-8089-0044

DNI: 46362675

ASESOR: Mg. Juan Adolfo Bravo Felix

CODIGO ORCID: 0000-0001-5517-1673

DNI: 08838107

LUGAR DE EJECUCIÓN: Instalaciones subterráneas de la empresa minera, ubicada en Yauricocha, Yauyos, Lima.

UNIDAD DE ANÁLISIS: Vehículos de la flota equipos trackless de la operación minera.

TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Tipo de Investigación Aplicada / Enfoque Cuantitativo / Diseño de Investigación Pre Experimental.

TEMA OCDE: Ingeniería Mecánica

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

Miembros del jurado:

Presidente de Jurado de Tesis: Dr. Felix Alfredo Guerrero Roldán

Secretario de Jurado: Dr. Gustavo Ordoñez Cárdenas

Vocal de Jurado: Mg. Carlos Zacarías Díaz Cabrera

Asesor de Tesis: Mg. Juan Adolfo Bravo Felix

N° de Libro: 001

N° de Folio: 138

N° de Acta: 112

Fecha de Aprobación de tesis: 24 de junio del 2023

Resolución de Consejo Universitario: N°099-2021-CU

DEDICATORIA

A mis padres Ferenc y Rosario, por el inmenso esfuerzo por brindarme educación y el apoyo motivacional para persistir en cada obstáculo hasta superarlo.

Además, a mi esposa Anaís, por el apoyo incondicional y el acompañamiento durante este largo proceso.

AGRADECIMIENTO

A Dios por la salud para seguir adelante y en segundo lugar a mis padres, quienes me brindaron el apoyo económico y moral para conseguir mis objetivos.

Y a todos aquellos docentes, compañeros de trabajo, quienes tuvieron la dedicación y paciencia para compartirme parte de su conocimiento, para poder desarrollar mi tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN.....	16
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1. Descripción de la realidad problemática.-	17
1.2. Formulación del problema.-.....	20
1.2.1. Problema general.-.....	20
1.2.2. Problemas específicos.-	20
1.3. Objetivos.-	20
1.3.1. Objetivo general:.....	20
1.3.2. Objetivos específicos:	20
1.4. Justificación.-	21
1.4.1. Justificación Teórica:.....	21
1.4.2. Justificación Práctica:.....	21
1.5. Delimitantes de la investigación.-.....	22
1.5.1. Delimitante teórica	22
1.5.2. Delimitante temporal	22
1.5.3. Delimitante espacial.	22
II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes.-	23
2.2. Bases teóricas.-	28
2.2.1. Concepto y evolución del mantenimiento.....	28
2.2.2. Tipos de mantenimiento	30
2.2.3. Criticidad de equipos.....	31
2.2.4. Jerarquización de componentes	33
2.2.5. Diagrama de Priorización	34
2.2.6. Confiabilidad	35
2.2.7. Distribuciones Estadísticas	40
2.2.8. Análisis RAM.....	43
2.3. Marco conceptual.-.....	46

2.3.1. Plan de Mantenimiento.....	46
2.3.2. Disponibilidad.....	47
2.3.3. Confiabilidad	47
2.3.4. Mantenibilidad	47
2.4. Definición de términos básicos.-	47
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	49
3.1. Hipótesis.-	49
3.1.1. Hipótesis general.-	49
3.1.2. Hipótesis específicas.-	49
3.2. Definición conceptual de variables.-.....	50
3.2.1. Variables independientes.-.....	50
3.2.2. Variables dependientes.-.....	50
3.3. Operacionalización de variable.-	51
IV. METODOLOGIA DEL PROYECTO.....	52
4.1. Diseño metodológico.-	52
4.1.1. Tipo Aplicada:	52
4.1.2. Diseño de investigación experimental:.....	52
4.1.3. Nivel pre experimental:.....	53
4.1.4. Enfoque Cuantitativo:.....	53
4.1.5. Estudio Longitudinal:	53
4.2. Método de investigación.-	54
4.2.1. Método Analítico	54
4.2.2. Método Sintético	54
4.3. Población y muestra.-	55
4.4. Lugar de estudio.-	55
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de información.-.....	56
4.5.1. Técnicas.-.....	56
4.5.2. Instrumentos.-	56
4.6. Análisis y procesamiento de datos.-.....	57
4.6.1. Etapa N°01: Contexto Operacional	58
4.6.2. Etapa N°02: Evaluación del Mantenimiento	64
4.6.3. Etapa N°03: Planificación del Mantenimiento.....	100
4.6.4. Etapa N°04: Eficiencia del Mantenimiento	105
4.7. Aspectos éticos de investigación. -	133

V. RESULTADOS	134
5.1. Resultados descriptivos	134
5.1.1. Análisis estadístico descriptivo.....	134
5.2. Resultados inferenciales	143
5.2.1. Prueba de Normalidad	143
5.2.2. Estadística Paramétrica T-Student.....	145
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	149
6.1. Contratación de hipótesis con los resultados	149
6.1.1. Contratación con la hipótesis general.....	149
6.1.2. Contratación con las hipótesis específicas.....	150
6.2. Contratación de resultados con otros estudios similares	150
6.2.1. Contratación con resultados nacionales.....	150
6.2.2. Contratación con resultados internacionales.....	151
VII. CONCLUSIONES.....	152
VIII.RECOMENDACIONES	153
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	154
ANEXOS.....	157
• Matriz de consistencia.-	157
• Ficha Técnica de Scoop R1300G Caterpillar.-	158
• Manual de mantenimiento del Scoop R1300G Caterpillar.-	164
• Check List de Scoops N°01,02,03,04,05 – Pre Prueba.-	167
• Check List de Scoops N°01,02,03,04,05 – Post Prueba.-.....	172

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Figura 1.1: Diagrama de Ishikawa	18
2.	Figura 2.1: Jerarquía de bienes de la empresa	33
3.	Figura 2.2: Diagrama de Jack Knife	34
4.	Figura 2.3: Función Densidad $f(t)$ de probabilidad de fallas	35
5.	Figura 2.4: Curva de la bañera de Davies.	37
6.	Figura 2.5: Tiempos importantes del mantenimiento	38
7.	Figura 2.6: Funciones de confiabilidad, densidad y tasa de fallas.....	42
8.	Figura 2.7: Diferentes interpretaciones del coeficiente de Pearson	44
9.	Figura 4.1: Diagrama Lógico de Etapas	58
10.	Figura 4.2: Proceso de Perforación con Jumbo Frontonero	59
11.	Figura 4.3: Proceso de Colocación de Explosivos.....	59
12.	Figura 4.4: Proceso de Voladura.	59
13.	Figura 4.5: Proceso de Carguío con Scoop	60
14.	Figura 4.6: Proceso de Acarreo con Dumper.	60
15.	Figura 4.7: Proceso de Sostenimiento con Jumbo Empernador.....	61
16.	Figura 4.8: Análisis FODA de mantenimiento	63
17.	Figura 4.9: Curva de confiabilidad de Scoop N°01 – Pre Prueba	71
18.	Figura 4.10: Curva de confiabilidad de Scoop N°02 – Pre Prueba	73
19.	Figura 4.11: Curva de confiabilidad de Scoop N°03 – Pre Prueba	75
20.	Figura 4.12: Curva de confiabilidad de Scoop N°04 – Pre Prueba	77
21.	Figura 4.13: Curva de confiabilidad de Scoop N°05 – Pre Prueba	79
22.	Figura N°4.14: Indicadores Globales de Scoop N°01 – Pre Prueba.....	80
23.	Figura N°4.15: Indicador Mensual de Scoop N°01 – Pre Prueba	82
24.	Figura 4.16: Indicador Global de Scoop N°02 – Pre Prueba	83

25.	Figura 4.17: Indicador Mensual de Scoop N°02 – Pre Prueba	85
26.	Figura 4.18: Indicador Global de Scoop N°03 – Pre Prueba	86
27.	Figura 4.19: Indicador Mensual de Scoop N°03 – Pre Prueba	88
28.	Figura 4.20: Indicador Global de Scoop N°04 – Pre Prueba	89
29.	Figura 4.21: Indicador Mensual de Scoop N°04 – Pre Prueba	91
30.	Figura 4.22: Indicador Global de Scoop N°05 – Pre Prueba	92
31.	Figura 4.23: Indicador Mensual de Scoop N°05 – Pre Prueba	94
32.	Figura N°4.24: Diagrama de Jack Knife – Scoop N°01	95
33.	Figura N°4.25: Diagrama de Jack Knife – Scoop N°02	96
34.	Figura N°4.26: Diagrama de Jack Knife – Scoop N°03	97
35.	Figura N°4.27: Diagrama de Jack Knife – Scoop N°04	98
36.	Figura N°4.28: Diagrama de Jack Knife – Scoop N°05	99
37.	Figura N°4.29: Jerarquización de equipo Scoop.	100
38.	Figura N°4.30: Formato de Orden de Trabajo.	103
39.	Figura N°4.31: Stock de repuestos críticos.....	104
40.	Figura N°4.32: Curva de confiabilidad de Scoop N°01 – Post Prueba .	109
41.	Figura N°4.33: Curva de confiabilidad de Scoop N°02 – Post Prueba .	111
42.	Figura N°4.34: Curva de confiabilidad de Scoop N°03 – Post Prueba .	113
43.	Figura N°4.35: Curva de confiabilidad de Scoop N°04 – Post Prueba .	115
44.	Figura N°4.36: Curva de confiabilidad de Scoop N°05 – Post Prueba .	117
45.	Figura N°4.37: Indicador Global de Scoop N°01 – Post Prueba.....	118
46.	Figura N°4.39: Indicador Mensual de Scoop N°01 – Post Prueba.....	120
47.	Figura N°4.40: Indicador Global de Scoop N°02 – Post Prueba.....	121
48.	Figura N°4.41: Indicador Mensual de Scoop N°02 – Post Prueba.....	123
49.	Figura N°4.42: Indicador Global de Scoop N°03 – Post Prueba.....	124
50.	Figura N°4.43: Indicador Mensual de Scoop N°03 – Post Prueba.....	126

51.	Figura N°4.44: Indicador Global de Scoop N°04 – Post Prueba.....	127
52.	Figura N°4.45: Indicador Mensual de Scoop N°4 – Post Prueba.....	129
53.	Figura N°4.46: Indicador Global de Scoop N°05 – Post Prueba.....	130
54.	Figura N°4.47: Indicador Mensual de Scoop N°05 – Post Prueba.....	132
55.	Figura N°5.1: Gráfico de Pre y Post Prueba Mantenibilidad por Mes. ..	133
56.	Figura N°5.2: Gráfico de Pre y Post de Mantenibilidad por Equipo.	134
57.	Figura N°5.3: Gráfico de Pre y Post de Confiabilidad por Mes.	136
58.	Figura N°5.4: Gráfico de Pre y Post de Confiabilidad por Equipo.....	137
59.	Figura N°5.5: Gráfico de Pre y Post de Disponibilidad por Mes.	139
60.	Figura N°5.6: Gráfico de Pre y Post de Disponibilidad por Equipo	140

ÍNDICE DE TABLAS

1.	Tabla N°2.1: Evolución histórica del mantenimiento	29
2.	Tabla N°2.2: Matriz de criticidad de equipos.....	32
3.	Tabla N°3.1: Matriz de operacionalización de la variable	51
4.	Tabla N°4.1: Inventario y datos técnicos de flota de equipos trackless	62
5.	Tabla N°4.2: Cálculo de Factor de Priorización de Criticidad de Equipos (FPCE).	64
6.	Tabla N°4.3: Cuadro resumen de equipos críticos	64
7.	Tabla N°4.4: Historial de fallas de scoop N°01	65
8.	Tabla N°4.5: Historial de fallas de scoop N°02	66
9.	Tabla N°4.6: Historial de fallas de scoop N°03	67
10.	Tabla N°4.7: Historial de fallas de scoop N°04	68
11.	Tabla N°4.8: Historial de fallas de scoop N°05	69
12.	Tabla N°4.9: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°01	70
13.	Tabla N°4.10: Coeficiente de Pearson de Scoop N°01	70
14.	Tabla N°4.11: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°01	70
15.	Tabla N°4.12: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°01 ...	71
16.	Tabla N°4.13: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°02	72
17.	Tabla N°4.14: Coeficiente de Pearson de Scoop N°02	72
18.	Tabla N°4.15: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°02	72
19.	Tabla N°4.16: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°02 ...	73
20.	Tabla N°4.17: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°03	74
21.	Tabla N°4.18: Coeficiente de Pearson de Scoop N°03	74
22.	Tabla N°4.19: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°03	74
23.	Tabla N°4.20: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°03 ...	75
24.	Tabla N°4.21: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°04	76

25.	Tabla N°4.22: Coeficiente de Pearson de Scoop N°04	76
26.	Tabla N°4.23: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°04	76
27.	Tabla N°4.24: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°04 ...	77
28.	Tabla N°4.25: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°05	78
29.	Tabla N°4.26: Coeficiente de Pearson de Scoop N°05	78
30.	Tabla N°4.27: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°05	78
31.	Tabla N°4.28: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°05 ...	79
32.	Tabla N°4.29: Indicadores Globales de Scoop N°01 – Pre Prueba	80
33.	Tabla N°4.30: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°01 – Pre Prueba	81
34.	Tabla N°4.31: Coeficiente de Pearson de Scoop N°01 – Pre Prueba	81
35.	Tabla N°4.32: Parámetros de distribuciones de Scoop N°01 – Pre Prueba	82
36.	Tabla N°4.33: Indicadores mensuales de Scoop N°01 – Pre Prueba	82
37.	Tabla N°4.34: Indicadores Globales de Scoop N°02 – Pre Prueba	83
38.	Tabla N°4.35: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°02 – Pre Prueba	84
39.	Tabla N°4.36: Coeficiente de Pearson de Scoop N°02 – Pre Prueba	84
40.	Tabla N°4.37: Parámetros de distribuciones de Scoop N°02 – Pre Prueba	85
41.	Tabla N°4.38: Indicadores mensuales de Scoop N°02 – Pre Prueba	85
42.	Tabla N°4.39: Indicadores Globales de Scoop N°03 – Pre Prueba	86
43.	Tabla N°4.40: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°03 – Pre Prueba	87
44.	Tabla N°4.41: Coeficiente de Pearson de Scoop N°03 – Pre Prueba	87
45.	Tabla N°4.42: Parámetros de distribuciones de Scoop N°03 – Pre Prueba	88
46.	Tabla N°4.43: Indicadores mensuales de Scoop N°03 – Pre Prueba	88
47.	Tabla N°4.44: Indicadores Globales de Scoop N°04 – Pre Prueba	89
48.	Tabla N°4.45: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°04 – Pre Prueba	90
49.	Tabla N°4.46: Coeficiente de Pearson de Scoop N°04 – Pre Prueba	90
50.	Tabla N°4.47: Parámetros de distribuciones de Scoop N°04 – Pre Prueba	91

51.	Tabla N°4.48: Indicadores mensuales de Scoop N°04 – Pre Prueba	91
52.	Tabla N°4.49: Indicadores Globales de Scoop N°05 – Pre Prueba	92
53.	Tabla N°4.50: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°05 – Pre Prueba	93
54.	Tabla N°4.51: Coeficiente de Pearson de Scoop N°05 – Pre Prueba	93
55.	Tabla N°4.52: Parámetros de distribuciones de Scoop N°05 – Pre Prueba	94
56.	Tabla N°4.53: Indicadores mensuales de Scoop N°05 – Pre Prueba	94
57.	Tabla N°4.54: Datos de fallas en componentes de Scoop N°01	95
58.	Tabla N°4.55: Datos de fallas en componentes de Scoop N°02	96
59.	Tabla N°4.56: Datos de fallas en componentes de Scoop N°03	97
60.	Tabla N°4.57: Datos de fallas en componentes de Scoop N°04	98
61.	Tabla N°4.58: Datos de fallas en componentes de Scoop N°05	99
62.	Tabla N°4.59: Actividades de mantenimiento de Scoop R1300G Caterpillar.....	101
63.	Tabla N°4.60: Programa de mantenimiento de Scoop R1300G Caterpillar.....	102
64.	Tabla N°4.61: Stock de repuestos críticos por equipo	104
65.	Tabla N°4.62: Stock global de repuestos críticos.....	104
66.	Tabla N°4.63: Historial de fallas de Scoop N°01 – Post Prueba.	105
67.	Tabla N°4.64: Historial de fallas de Scoop N°02 – Post Prueba.	105
68.	Tabla N°4.65: Historial de fallas de Scoop N°03 – Post Prueba.	106
69.	Tabla N°4.66: Historial de fallas de Scoop N°04 – Post Prueba.	106
70.	Tabla N°4.67: Historial de fallas de Scoop N°05 – Post Prueba.	107
71.	Tabla N°4.68: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°01 ..	108
72.	Tabla N°4.69: Coeficiente de Pearson de Scoop N°01	108
73.	Tabla N°4.70: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°01	108
74.	Tabla N°4.71: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°01..	109
75.	Tabla N°4.72: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°02..	110
76.	Tabla N°4.73: Coeficiente de Pearson de Scoop N°02	110

77.	Tabla N°4.74: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°02	110
78.	Tabla N°4.75: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°02..	111
79.	Tabla N°4.76: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°03..	112
80.	Tabla N°4.77: Coeficiente de Pearson de Scoop N°03	112
81.	Tabla N°4.78: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°03	112
82.	Tabla N°4.79: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°03..	113
83.	Tabla N°4.80: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°04..	114
84.	Tabla N°4.81: Coeficiente de Pearson de Scoop N°04	114
85.	Tabla N°4.82: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°04	114
86.	Tabla N°4.83: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°04..	115
87.	Tabla N°4.84: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°05..	116
88.	Tabla N°4.85: Coeficiente de Pearson de Scoop N°05	116
89.	Tabla N°4.86: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°05	116
90.	Tabla N°4.87: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°05..	117
91.	Tabla N°4.88: Indicadores Globales de Scoop N°01 – Post Prueba	118
92.	Tabla N°4.89: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°01 – Post Prueba.....	119
93.	Tabla N°4.90: Coeficiente de Pearson de Scoop N°01 – Post Prueba	119
94.	Tabla N°4.91: Parámetros de distribuciones de Scoop N°01 – Post Prueba	120
95.	Tabla N°4.92: Indicadores mensuales de Scoop N°01 – Post Prueba	120
96.	Tabla N°4.88: Indicadores Globales de Scoop N°02 – Post Prueba	121
97.	Tabla N°4.89: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°02 – Post Prueba.....	122
98.	Tabla N°4.90: Coeficiente de Pearson de Scoop N°02 – Post Prueba	122
99.	Tabla N°4.91: Parámetros de distribuciones de Scoop N°02 – Post Prueba	123
100.	Tabla N°4.92: Indicadores mensuales de Scoop N°02 – Post Prueba.....	123
101.	Tabla N°4.93: Indicadores Globales de Scoop N°03 – Post Prueba	124
102.	Tabla N°4.94: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°03 – Post Prueba.....	125

103. Tabla N°4.95: Coeficiente de Pearson de Scoop N°03 – Post Prueba	125
104. Tabla N°4.96: Parámetros de distribuciones de Scoop N°03 – Post Prueba	126
105. Tabla N°4.97: Indicadores mensuales de Scoop N°03 – Post Prueba	126
106. Tabla N°4.98: Indicadores Globales de Scoop N°04 – Post Prueba	127
107. Tabla N°4.99: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°04 – Post Prueba	128
108. Tabla N°4.100: Coeficiente de Pearson de Scoop N°04 – Post Prueba.....	128
109. Tabla N°4.101: Parámetros de distribuciones de Scoop N°04 – Post Prueba	129
110. Tabla N°4.102: Indicadores mensuales de Scoop N°04 – Post Prueba	129
111. Tabla N°4.103: Indicadores Globales de Scoop N°05 – Post Prueba	130
112. Tabla N°4.104: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°05 – Post Prueba	131
113. Tabla N°4.105: Coeficiente de Pearson de Scoop N°05 – Post Prueba.....	131
114. Tabla N°4.106: Parámetros de distribuciones de Scoop N°05 – Post Prueba	132
115. Tabla N°4.107: Indicadores mensuales de Scoop N°05 – Post Prueba	132
116. Tabla N°5.1: Cuadro de Pre y Post Prueba de Mantenibilidad por Mes.....	133
117. Tabla N°5.2: Cuadro de Pre y Post Prueba de Mantenibilidad por Equipo.	134
118. Tabla N°5.3: Medidas Descriptivas de MTTR Pre y Post Prueba.	135
119. Tabla N°5.4: Cuadro comparativo de Pre y Post de Confiabilidad por Mes.	136
120. Tabla N°5.5: Cuadro comparativo de Pre y Post de Confiabilidad por Equipo.	137
121. Tabla N°5.6: Medidas Descriptivas de MTTF Pre y Post Prueba.....	138
122. Tabla N°5.7: Cuadro comparativo de Pre y Post de Disponibilidad por Mes.....	139
123. Tabla N°5.8: Cuadro comparativo de Pre y Post de Disponibilidad por Equipo.	140
124. Tabla N°5.9: Medidas Descriptivas de Disponibilidad Pre y Post Prueba.	141
125. Tabla N°5.10: Prueba de Normalidad en MTTR, MTTF y Disponibilidad	142
126. Tabla N°5.11: Prueba T-Student para Confiabilidad (MTTR).....	144
127. Tabla N°5.12: Estadísticas de muestras emparejadas para Mantenibilidad (MTTR).	145
128. Tabla N°5.13: Prueba T-Student para Confiabilidad (MTTF).	145

129. Tabla N°5.14: Estadísticas de muestras emparejadas para Confiabilidad (MTTF). ...	146
130. Tabla N°5.15: Prueba T-Student para Disponibilidad (%Disp.).....	147
131. Tabla N°5.16: Estadísticas de muestras emparejadas para Disponibilidad (%Disp)..	147
132. Tabla de Anexos: Matriz de Consistencia	156

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

1. MTTF: Mean Time To Failures (Tiempo Promedio Para la Falla)
2. MTTR: Mean Time To Repair (Tiempo Promedio Para la Reparación)
3. DISP: Disponibilidad
4. RAM: Reliability, Availability and Maintainability (Confiabilidad; Disponibilidad y Mantenibilidad)
5. MR: Media Rank (Rango Medio)
6. RCM: Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad)

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en una empresa minera subterránea, el cual tenía como problema principal la baja disponibilidad de los equipos trackless, ocasionando un incumplimiento en la producción de 3,200 TPD de la mina, para ello se propuso como objetivo principal implementar un plan de mantenimiento preventivo que mejore la disponibilidad de la flota de equipos y permita tener una operación continua y alineada con los objetivos de la empresa.

La investigación es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental, puesto que se desarrolló métodos estadísticos para cuantificar los indicadores de mantenimiento, previo a la prueba, a fin de evaluar el estado actual del mantenimiento; posteriormente se aplicó el plan de mantenimiento a la flota de equipos trackless, consiguiendo una mejora en la disponibilidad de equipos.

El plan de mantenimiento se realizó en 4 etapas, con los cuales se conoció el contexto operacional, el estado actual del mantenimiento, se elaboró formatos para planificar las actividades y se calculó los indicadores para medir la eficiencia del plan de mantenimiento. Con el fin de optimizar los recursos se trabajó con herramientas estadísticas de priorización para enfocarnos en los equipos críticos para la operación, consiguiendo una reducción del MTTR, aumento del MTTF, obteniendo finalmente como resultado una mejora en la producción de mina y cumpliendo con los objetivos.

Para corroborar las mejoras en los indicadores de disponibilidad de los equipos se utilizó el software SPSS, el cual utiliza herramientas estadísticas que validan el aumento significativo de la disponibilidad, superando el mínimo permisible de 85% en flota de equipos trackless.

Palabras claves: Plan de Mantenimiento Preventivo, Equipos Trackless, Disponibilidad.

ABSTRACT

The present research work was developed in an underground mining company, which had as its main problem the low availability of trackless equipment, causing a breach in the production of 3,200 TPD of the mine, for which the main objective was to implement a plan preventive maintenance that improves the availability of the equipment fleet and allows for continuous operation aligned with the company's objectives.

The research is of an applied type, quantitative approach and experimental design, since statistical methods were developed to quantify the maintenance indicators, prior to the test, in order to evaluate the current state of maintenance; Subsequently, the maintenance plan was applied to the fleet of trackless equipment, achieving an improvement in the availability of equipment.

The maintenance plan was carried out in 4 stages, with which the operational context was known, the current state of maintenance, formats were prepared to plan the activities and the indicators were calculated to measure the efficiency of the maintenance plan. In order to optimize resources, we worked with statistical prioritization tools to focus on critical equipment for the operation, achieving a reduction in MTTR, an increase in MTTF, finally obtaining an improvement in mine production and meeting the objectives.

To corroborate the improvements in the availability indicators of the equipment, the SPSS software was extracted, which uses statistical tools that validate the significant increase in availability, exceeding the permissible minimum of 85% in the fleet of trackless equipment.

Keywords: Preventive Maintenance Plan, Trackless Equipment, Availability.

INTRODUCCIÓN

La empresa minera tiene como objetivo mejorar la disponibilidad de sus equipos trackless para cumplir con la producción, para ello se requiere implementar un plan de mantenimiento preventivo que permita aumentar los indicadores de mantenimiento, para ello se desarrolló el presente trabajo de investigación, con el fin de cumplir el contexto operacional y los objetivos de la organización.

Capítulo I, se desarrolla el Planteamiento del Problema, donde se detalla la problemática, la causa raíz y las consecuencias de no tener un plan de mantenimiento.

Capítulo II, se elabora el Marco Teórico, donde se detallan los conceptos de mantenimiento e ingeniería de confiabilidad y se recopilan los antecedentes referentes al trabajo.

Capítulo III, se proponen las Hipótesis, donde se detalla que para aumentar la disponibilidad se debe de mejorar la confiabilidad y mantenibilidad; además se definen las Variables, consiguiendo la disponibilidad en función al plan de mantenimiento.

Capítulo IV, se elabora la Metodología del Proyecto, donde describen los pasos a seguir para conseguir los objetivos propuestos, donde inicialmente se identificó los equipos críticos de la operación minera, luego se diagnosticó el estado de los equipos y realizó estrategias de mantenimiento que permitan centralizar los recursos, a fin de obtener mejoras en los indicadores de disponibilidad.

Finalmente, en los capítulos V, VI, VII, VIII y IX se establecen los resultados y verifica el cumplimiento de los objetivos, además se elaboran las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática.-

El área de mantenimiento es una de las más importantes dentro de una empresa, porque de ésta dependen los equipos que están involucrados directamente en la producción.

Debido a la relevancia dentro de la organización, el mantenimiento ha sufrido evoluciones que han permitido mejorar su efectividad y según Moubray, sostiene lo siguiente: “Frente a la sucesión de grandes cambios internacionales, tales como aumento en cantidad y variedad de activos físicos durante los últimos 60 años, los responsables del mantenimiento en las empresas buscan una estructura estratégica que sintetice los nuevos desarrollos en un modelo coherente, con lo cual permita tomar conciencia para evaluar hasta qué punto las fallas en los equipos afectan la seguridad, medio ambiente, producción y costos; con el fin de alcanzar una alta disponibilidad en los equipos del proceso” (2004, p. 01).

Además, según Pascual se debe tener disponibilidad mínima de 85% y costo de mantenimiento entre el 15 y 40% del costo total de la operación (2008, p. 33). Por ello nuestra flota de equipos, tales como dumpers, scoop y jumbos, debería mantener una disponibilidad según lo mencionado, para que la operación no se vea afectada por los tiempos de mantenimiento, a fin de tener una operación minera rentable.

Actualmente la empresa minera subterránea se encuentra en proceso para obtener los permisos necesarios ante los entes reguladores para profundizar la mina en busca de minerales con alta ley, lo cual tiene un proceso largo y por el momento se plantea la solución de buscar el mineral por los alrededores, encontrando baja ley en las zonas exploradas y pequeños cuerpos con alta ley.

Por lo expuesto anteriormente, la organización propuso un ajuste económico para el 2023 en el presupuesto anual de todas las áreas, el cual tuvo una reducción significativa para el área de mantenimiento, a fin de mantener los márgenes de ganancia y el proceso sea rentable.

Para ello la producción de mina no debe de ser menor de 3,200 TPD, para que se mantenga rentable los equipos deben de mantener una disponibilidad por encima de 85%, con el fin de dar continuidad a la extracción del mineral del socavón.

En el presente, el área de mantenimiento cuenta con una flota de 21 equipos, entre los cuales tenemos scoops, jumbos y dumpers, para cumplir la función de perforación, carguío y transporte del material dependiendo de la ley, si es ley baja (desmonte) se traslada al botadero y si es buena ley (del cuerpo mineralizado) se traslada hacia los piques para ser izado y descargado en los carros de las locomotoras y trasladados hasta la planta concentradora para ser procesados.

Sin embargo, en la empresa minera la disponibilidad de flota de equipos dumpers, scoops y jumbos es menor a 85%, lo que trae como consecuencia un incumplimiento en la producción diaria y mensual de 3,200 y 96,000 TMS.

Las principales causas de indisponibilidad en los equipos, son las frecuentes fallas, faltas de inspección, falta de repuestos, recursos designados a equipos irrelevantes; ocasionando incumplimiento en la producción por paradas no programadas y prolongadas; a causa de aplicar el mantenimiento correctivo, siendo un escenario inaceptable para el nuevo contexto que se plantea.

Es por ello que, para tal contexto operacional, el área de mantenimiento ha decidió iniciar con la implementación de nuevas estrategias de mantenimiento que otorguen un aumento en la disponibilidad de los equipos críticos; esperando obtener un modelo secuencial que permita implementar progresivamente las estrategias desarrolladas a todos los equipos de la operación minera, con el fin de alinearse a los propósitos de la organización.

Figura N°1.1: Diagrama de Ishikawa



Fuente: *Elaboración propia.*

1.2. Formulación del problema.-

1.2.1. Problema general.-

- ¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea?

1.2.2. Problemas específicos.-

- ¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea?
- ¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea?

1.3. Objetivos.-

1.3.1. Objetivo general:

- Implementar un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Determinar como el plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea
- Determinar como el plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea

1.4. Justificación.-

Valderrama, refiere que la justificación de una investigación expone los motivos por los cuales se lleva a cabo el estudio (2015, p. 140).

Por lo expuesto, se puede justificar de manera teórica y práctica, puesto que la empresa minera está en un proceso de mejora continua en todas las áreas, con el fin de aumentar la eficiencia en las operaciones; los cuales obedecen a la baja ley de mineral en las zonas exploradas.

1.4.1. Justificación Teórica:

Valderrama, se refiere a la inquietud que surge en el investigador por profundizar en uno o varios enfoques teóricos que tratan el problema que se explica (2015, p. 140).

Por lo mencionado, la justificación teórica radica en el estudio de la ingeniería de mantenimiento que permita calcular e interpretar indicadores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

1.4.2. Justificación Práctica:

Valderrama, menciona que se manifiesta en el interés del investigador por contribuir a la solución de problemas concretos que afectan a organizaciones empresariales, públicas o privadas (2015, p. 141).

Por lo mencionado, la justificación práctica radica en el interés por cumplir con los objetivos organizacionales, el cual es aumentar la disponibilidad de los equipos de la empresa minera y mejorar la gestión del mantenimiento.

1.5. Delimitantes de la investigación.-

1.5.1. Delimitante teórica

El trabajo de investigación se basa en los conceptos de la teoría de ingeniería de mantenimiento, con el cual se han realizado estudios y propuesto estrategias, a fin de mejorar la disponibilidad y reducir los costos.

1.5.2. Delimitante temporal

El presente trabajo de investigación tiene como limitante temporal un rango de 7 meses (agosto 2022 – febrero 2023), puesto que se espera obtener resultados en el 2023 y la data comprendida en ese rango es suficiente para dar indicadores confiables.

1.5.3. Delimitante espacial.

El presente trabajo de investigación tiene una limitante espacial, puesto que depende únicamente de la flota de 21 equipos trackless para realizar el análisis y obtener los resultados esperados.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.-

- Antecedentes internacionales del estudio.

Zamora (2018), en su tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil-Mecánico, en Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, titulado “Diseño de un plan de mantenimiento para un molino de bolas de la empresa Compañía Minera Cerro Negro S.A.”; tuvo como objetivo principal diseñar un plan de mantenimiento al molino de bolas, el tipo de investigación es tecnológica puesto que está dirigido a conocer técnicas eficaces en el mantenimiento; utilizó la metodología del RCM (Reliability Centered Maintenance) con el que obtuvo parámetros que permitieron ubicar en que etapa del ciclo de vida se encuentra (etapa infantil, madura o envejecimiento) y determinar una estrategia de mantenimiento. La investigación concluyó que para establecer una correcta estrategia de mantenimiento (preventivo o correctivo) se debe determinar el parámetro de forma y en el molino de bolas se implementó los 2 tipos de mantenimiento en diferentes componentes según su parámetro de forma.

Gasca, Camargo y Medina (2017), en su artículo científico de “Sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en el sector industrial”, tuvo como objetivo principal brindar criterios para mejorar la toma de decisiones en el mantenimiento; para ello propuso una metodología para evaluar la confiabilidad, la cual inició jerarquizando los equipos con una matriz de criticidad, posteriormente elaboró un análisis de fallas a través de un FMEA, por último realizó un modelamiento de la confiabilidad con distribuciones estadísticas para determinar el MTBF (Tiempo Promedio Entre Fallas). El presente artículo científico concluyó que para tomar buenas decisiones de mantenimiento, se debe conocer la relevancia de los equipos y su tiempo entre fallas, para poder tomar una decisión de intervención por mantenimiento preventivo o correctivo.

Tavella (2022), en su tesis para obtener el grado de Maestría en gestión de operaciones, en Universidad Austral, titulado “Planificación y Programación del Mantenimiento Preventivo Anual para garantizar la sustentabilidad de las operaciones”; tuvo una metodología de diseño experimental, nivel pre-experimental y tipo tecnológica aplicada, donde realizó el estudio sobre el diseño de un plan de mantenimiento preventivo y tuvo como objetivo desarrollar un método de planificación y programación de actividades de mantenimiento, mejorando la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los equipos a un costo óptimo, garantizando siempre el stock de repuestos. La presente investigación concluyó que la planificación y programación del mantenimiento aumentó el MTBF a 184.46 hr ($MTBF_{inicial}=64.86$), mejoró el MTTR a 0.96 hr ($MTTR_{inicial}=1.96$ hr) y aumentó la Disponibilidad a 99.5% ($Disp_{inicial}=97.1\%$).

López, Trinchet, Pérez, Vargas (2021), en su artículo científico de “Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera”, tuvo como objetivo desarrollar un procedimiento para evaluar la función de mantenimiento implementado en una flota de vehículos de transporte de combustibles por carretera. Utilizó una metodología estadística, donde realizó un análisis sistémico del proceso de mantenimiento de los vehículos, sistemas y componentes; así como indicadores de confiabilidad. El análisis sistémico y la evaluación estratificada de los resultados, permitió determinar los sistemas y componentes críticos y fundamentar las acciones más efectivas, que se incorporaron al sistema de mantenimiento, así como la demanda de partes, piezas e insumos. El presente artículo científico concluyó que para direccionar los recursos y hacer efectivo el mantenimiento, el procedimiento debe iniciar con la identificación de los equipos críticos y determinación de la demanda de repuestos críticos.

Campos, Tolentino, Toledo, Tolentino (2019) en su artículo científico “Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM - Reliability Centered Maintenance) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos”, tuvo como objetivo de desarrollar programas de mantenimiento basados en la confiabilidad de los equipos, para ello se propuso una metodología RCM, que incluyó pasos adicionales tales como: taxonomía de equipos con la norma ISO 14224, análisis de modos y efectos de fallas (FMEA), evaluación de efectos de falla para definir los números de prioridad de riesgo (NPR). El presente artículo científico concluyó que el RCM, permitió conocer a profundidad el equipo y su contexto operativo, puesto que la taxonomía y el FMEA jerarquizan los componentes críticos del equipo y permiten una visión global del equipo.

- Antecedentes nacionales del estudio.

Valverde (2021), en su tesis para obtener el grado de Maestro en Gerencia del Mantenimiento en la Universidad Nacional del Callao, titulado “Plan de Mantenimiento Preventivo para Maquinaria Pesada en Minería Chinalco Perú S.A.”; desarrolló una metodología de tipo descriptivo-evaluativo y diseño no experimental, (se limitó a observar situaciones existentes) y tuvo como objetivo principal establecer un plan de mantto. preventivo en la flota de maquinaria pesada para el incremento de la disponibilidad, donde realizó el análisis de estado de la flota de equipos pesados, determinando los tiempos operativos y los indicadores claves para la medición del desempeño del mantenimiento, proponiendo estrategias. La presente investigación concluyó que el plan de mantenimiento aumentó la disponibilidad de la perforadora MD6640 en 3.26%, pero redujo las otras 2 perforadoras MD5125 y MD6240 en 2.55% en promedio.

Luque (2021), en su tesis para obtener el grado de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional del Callao, titulado “Diseño de un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless de la empresa Corimayo S.A.C en la U.M. Parcoy”; desarrolló una metodología de tipo tecnológica aplicada, diseño es ExPost-Facto, enfoque cuantitativo y nivel experimental; tuvo como objetivo diseñar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless, este diseño estuvo enfocado en la reducción de paradas correctivas en las labores, trasladándolas al taller de mantenimiento como tareas preventivas, donde obtuvo información de los estados o condición del equipo en labor para la realización de programaciones preventivas y evitar paradas no programadas. La presente investigación concluyó que el plan de mantenimiento aumentó en 3.46% la disponibilidad inicial de la flota ($Disp_{inicial}=79.75\%$)

Cáceres (2022), en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero mecánico en la Universidad Nacional del Callao, titulado “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de las grúas hidráulicas articuladas de la empresa corporación ELMARVI S.A.C.”; tuvo como objetivo principal diseñar un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos y desarrolló una metodología de tipo aplicada con diseño experimental y nivel pre-experimental, llegó a identificar la ausencia de un plan de mantenimiento en las grúas, lo cual restringía los servicios de izamiento de cargas que requieren las mineras por tener una disponibilidad menor al 90%, para conseguir el diseño del plan de mantenimiento, inició con la recopilación de información, posteriormente realizó un análisis situacional de los equipos a fin de determinar las fallas relevantes en los equipos críticos, luego identificó las causas raíz en los componentes críticos de los equipos, implementó acciones que permitieron eliminar las fallas potenciales antes que se vuelvan fallas funcionales, por último desarrolló indicadores de tal manera que se pueda realizar una medición de la eficiencia del plan de

mantenimiento implementado. La presente investigación concluyó que el plan de mantenimiento aumentó el MTBF a 59.79 hr ($MTBF_{inicial}=52.27$ hr), mejoró el MTTR a 1.91 hr ($MTTR_{inicial}=6.01$ hr) y aumentó la Disponibilidad a 96% ($Disp_{inicial}=88\%$).

Toribio (2021), en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero mecánico en la Universidad Nacional del Centro del Perú, titulado “Metodología de Jack Knife para determinar los niveles de criticidad en sistemas de Jumbos Long Hole – Unidad Minera Yauliyacu”. Esta investigación desarrolló una metodología de tipo básico, nivel descriptivo y método inductivo – deductivo; diseño descriptivo simple y el análisis de datos se realizó mediante la estadística descriptiva y tuvo como objetivo determinar los niveles de criticidad en sistemas de Jumbos Long Hole; la investigación se realizó debido a los problemas de bajos indicadores de mantenimiento en los equipos, los mismos que han sido identificados a través de métodos de análisis de criticidad de sus sistemas para así implementar una estructura rápida, para la toma de decisiones en base a la Confiabilidad y Mantenibilidad. Para el análisis se utilizó la herramienta de Jack Knife, donde se realizó diagramas que permitieron evaluar desde el punto de vista de la confiabilidad debido al análisis de su frecuencia de falla y de la mantenibilidad; además, se discriminó los equipos que causan el mayor tiempo de inactividad, gracias a la incorporación de las rectas de indisponibilidad. La presente investigación concluyó que el 4% de los componentes de la flota de jumbos son críticos para la operación y se debe de enfocar todos los recursos en reparar y tener en stock los repuestos para un reemplazo oportuno.

2.2. Bases teóricas.-

2.2.1. Concepto y evolución del mantenimiento

García, define el mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento (2003 p.1).

A lo largo de la historia el mantenimiento ha evolucionado según los nuevos contextos mundiales, donde aparecían equipos complejos que involucraban mayor cantidad y dificultad en las tareas de mantenimiento.

Además, Moubray menciona que el mantenimiento ha evolucionado durante las últimas décadas de la siguiente manera (2004 p.13):

a. Etapa I:

En la etapa I, se contrata y entrena al personal de distintas disciplinas de mecánica, electricidad, electrónica, con el fin de llevar a cabo las primeras acciones de mantenimiento correctivo y dar solución inmediata a las paradas no programadas.

b. Etapa II:

Posteriormente se tiene la etapa II, donde se empiezan a desarrollar acciones de mantenimiento preventivo y la empresa obtiene conocimiento de técnicas y tecnologías propias de prevención y predicción, tales como rutinas de inspecciones, planes preventivos, mediciones, valoración de condición de estado de los equipos.

c. Etapa III:

Se presenta cuando las empresas adoptan una estructura para el desarrollo secuencial, lógico y organizado del conjunto de acciones de mantenimiento; con el fin de gestionar y operar el mantenimiento bajo un sistema, tal como el TPM, RCM, etc.

d. Etapa IV:

En esta etapa las empresas empiezan a realizar sistemas de costeo propios del mantenimiento con el LCC (Life Cycle Costing), se inicia el registro histórico de fallas y reparaciones, además que se a interpretar y utilizar la curva de Davies, para mejorar la competitividad del mantenimiento.

e. Etapa V:

Se caracteriza por procurar el desarrollo del FMEA, RCFA, RPN y se consolida el sistema de información de mantenimiento y producción; se implementan indicadores sobre calidad, costos y tiempo de cada acción de mantenimiento, estableciendo un control total del mantenimiento en tiempo real.

f. Etapa VI:

Se establecen inversiones en investigación y desarrollo en ingeniería, a fin de disminuir los tiempos de reparación, costos de mantenimiento y requerimiento de capital de trabajo.

Tabla N°2.1: Evolución histórica del mantenimiento

Etapa	Sucede aproximadamente	Producción - Manufactura		Mantenimiento e ingeniería de fábricas	
		Orientación hacia...	Necesidad específica	Orientación hacia...	Objetivo que pretende
I	antes de 1950	el producto	generar el producto	hacer acciones correctivas	reparar fallos imprevistos
II	entre 1950 y 1959	la producción	estructurar un sistema productivo	aplicar acciones planeadas	prevenir, predecir y reparar fallos
III	entre 1960 y 1980	la productividad	optimizar la producción	establecer tácticas de mantenimiento	gestar y operar bajo un sistema organizado
IV	entre 1981 y 1995	la competitividad	mejorar índices mundiales	implementar una estrategia	medir costos, CMD, compararse, predecir índices, etc.
V	entre 1996 y 2003	la innovación tecnológica			
VI	desde 2004	Gestión y operación integral de activos en forma coordinada entre ambas dependencias anticiparse a las necesidades de los equipos y de los clientes de mantenimientos - Predicciones - Pronósticos - Gestión de activos			

Fuente: *Mantenimiento – Planeación, ejecución y control* (Mora A., 2013)

2.2.2. Tipos de mantenimiento

Según García, menciona que se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, diferenciados por el carácter de tareas que las conforman (2003 p. 17).

a. Mantenimiento correctivo:

Se define como el conjunto de tareas establecidas para corregir defectos en el momento que éstas ocurren.

b. Mantenimiento preventivo:

Son las actividades de mantenimiento que son establecidas en base a la experiencia, llegando a programar las actividades en el momento más oportuno.

c. Mantenimiento predictivo:

Es el mantenimiento que estudia de forma permanente el estado y operatividad de los equipos, en base al control y monitoreo de variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.); es el mantenimiento más tecnológico porque requiere de medios técnicos avanzados y conocimientos avanzados de matemáticas y estadísticas.

d. Mantenimiento *hard time* o cero horas:

Son el conjunto de tareas que consiste en dejar el equipo como si fuera nuevo (cero horas), dichas actividades sustituyen o reparan todos los componentes del equipo.

e. Mantenimiento en uso:

Son las actividades de mantenimiento realizadas por el operador del equipo, tales como toma de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, ajuste de tornillos.

2.2.3. Criticidad de equipos

En un proceso productivo los equipos relevantes no siempre son la totalidad de ello, es por ello que se debe de diferenciar los equipos más relevantes para el proceso de manera tal que se direccionen la mayor cantidad de recursos hacia éstos, con el fin de mantener una continuidad en la operación, cumpliendo los estándares de seguridad, medio ambiente y calidad.

Una clasificación adecuada de los activos críticos de la organización, puede apoyarnos en los siguientes aspectos:

- Como elemento de entrada para determinar la prioridad para llevar a cabo tareas de mantenimiento sobre los activos.
- Establecer estrategias adecuadas para la mitigación de los riesgos asociados a la ocurrencia de los modos de fallas (monitoreo de condición, ACR, etc.).
- Determinación de los repuestos necesarios para garantizar la continuidad operacional (Reliability Centre Spare), es decir apoyar el establecimiento de los niveles óptimos de inventarios.
- Aportar datos e información de los activos críticos a los programas de CAPEX y OPEX, para priorizar su actualización o sustitución.
- Direcccionar y orientar a los ingenieros para que enfoquen sus esfuerzos para mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los activos identificados como "críticos".

Los criterios para seleccionar los equipos críticos se establecen en una matriz de criticidad, evaluando todos los aspectos relevantes para la organización.

La seguridad y medio ambiente siempre son parámetros con mayor peso en la puntuación final, puesto que no hay tolerancia para poder tener errores que perjudiquen a las personas o medio ambiente; posteriormente se tiene la producción, la cual debe tener continuidad y por ello se debe priorizar los equipos que no cuentan con stand by.

La matriz clasifica los equipos de la siguiente manera:

- Alta criticidad >75%
- Media criticidad >60% y <75%
- Baja criticidad <60%

Tabla 2.2: Matriz de criticidad de equipos.

MATRIZ DE CLASIFICACION DE CRITICIDAD DE EQUIPOS															
CALIDAD (C)		COSTO (CO)		PRODUCCIÓN (P)		MEDIO AMBIENTE (MA)		SEGURIDAD (S)		FRECUENCIA (F)		TIEMPO (T)		MATERIAL (M)	
Efectos de la disponibilidad de equipos en la calidad del producto		Costo de mantenimiento y/o reparación anual de equipos (en dólares EE.UU.)		Disponibilidad del equipo necesario para el cumplimiento de los planes de producción.		Efectos de la falta de disponibilidad de los equipos en el medio ambiente		Efectos de la falta de disponibilidad de equipos de seguridad personal y la propiedad		Evalúa la cantidad de veces que falla el equipo durante su vida útil.		Evalúa el grado de dificultad de acuerdo con el tiempo necesario para la reparación y puesta en funcionamiento.		Evalúa el impacto de la falta de disponibilidad de equipos en el grado de dificultad asociada con la obtención de piezas de repuesto para el mantenimiento	
10	Crítico para la calidad de los productos	10	Elevado (Costo > 120,000)	10	Disponibilidad necesaria = 0 > 95%	10	Provocará un impacto catastrófico, con sanciones legales y/o imagen negativa de la empresa.	10	Pueden causar daños catastróficos y/o accidentes masivos.	10	Semanal (Falla por lo menos una vez a la semana)	10	MTTR > 4 hr	10	Repuestos sin Stock y de Importación (entrega > 1 mes)
9		9		9		9		9		9		9			
8		8		8		8		8		8		8			
7	Afecta a la calidad de los productos	7	Moderado (48,000 < Costo < 120,000)	7	Disponibilidad necesaria entre 85% y 95%	7	Provocará un impacto moderado se traducirá en importantes acciones correctivas y/o en el mediano plazo.	7	Puede causar daños a la propiedad, planta y/o lesiones a personas.	7	Mensual (Falla por lo menos una vez al mes)	7	1 hr < MTTR < 4 hr	7	Repuestos sin Stock y de compra local (entrega < 1 mes)
6		6		6		6		6		6		6			
5		5		5		5		5		5		5			
4		4		4		4		4		4		4		4	
3	No hay impacto en la calidad del producto	3	Bajo (Costo < 48,000)	3	Presenta equipo Stand By	3	Provocará un impacto ambiental.	3	No tiene impacto en la seguridad personal y/o la patrimonial.	3	Anual (Falla por lo menos una vez al año)	3	MTTR < 1 hr	3	Repuestos con Stock (entrega inmediata)
2		2		2		2		2		2		2			
1		1		1		1		1		1		1			
FATOR DE PRIORIZACION DE CRITICIDAD - FPCE $FPCE = (0.5 \cdot C) + CO + (1.5 \cdot P) + (1.5 \cdot MA) + (1.5 \cdot S) + F + T + M$ Donde: C = Calidad; CO = Costo; P = Producción; MA = Medio Ambiente; S= Seguridad; F = Frecuencia; T = Tiempo; M = Material										CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN: * FPCE < 50% - BAJA criticidad (Clase C) * 50% < FPCE < 80% - MEDIA criticidad (Clase B) * FPCE >= 80% - ALTA criticidad (Clase A)					

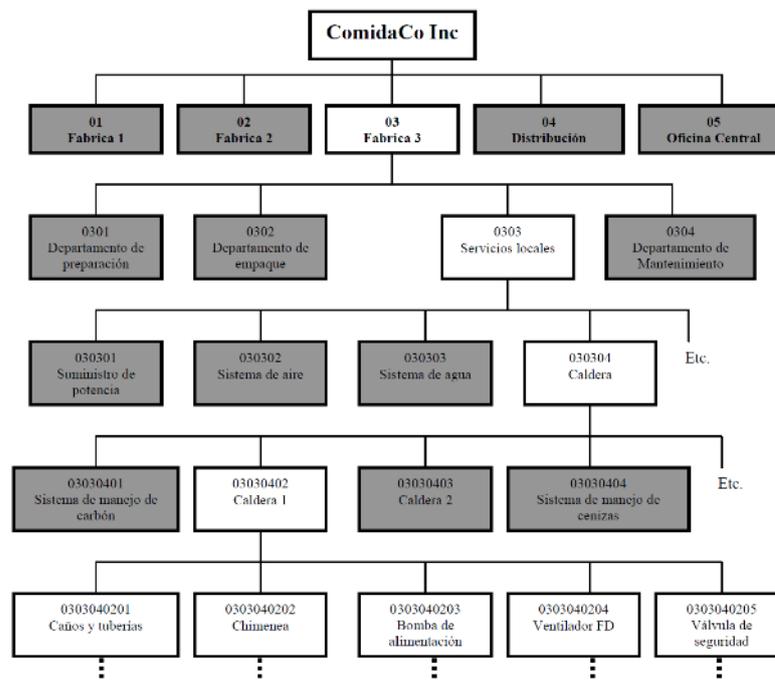
Fuente: *Elaboración propia.*

2.2.4. Jerarquización de componentes

Según Moubray, menciona que la mayoría de las organizaciones poseen, o al menos usan, cientos o miles de bienes físicos. Estos bienes abarcan en tamaño desde pequeñas bombas a talleres siderúrgicos, transportadores de aviones o cuerdas de oficinas. Estos pueden estar concentrados en una planta pequeña o dispersos en miles de millas cuadradas. Algunos de estos bienes serán móviles, otros fijos. La jerarquización permite saber cuáles son estos bienes y donde están. En todas las empresas por pequeñas y simples que sean, esto significa que se debe preparar una lista de toda la planta, equipos y edificios pertenecientes o utilizados por la organización que necesitan mantenimiento de cualquier especie

Los niveles “apropiados” se vuelven mucho más fáciles de identificar si el registro de planta está organizado como una jerarquía que haga posible identificar cualquier sistema o cualquier bien, a cualquier nivel de detalle, hasta llegar a e incluyendo componentes individuales (0 ítems reemplazables) o hasta repuestos (2004 p. 331).

Figura N°2.1: Jerarquía de bienes de la empresa



Fuente: *Mantenimiento centrado en la confiabilidad* (Moubray John, 1980)

2.2.5. Diagrama de Priorización

Pascual, refiere que en un ambiente de escasez de recursos (humanos, materiales, tiempo, etc.), la priorización es un tema clave para enfrentar los desafíos existentes en la administración de activos físicos, puesto que se requiere un total direccionamiento de todos los recursos hacia los equipos que comprometan la continuidad de la operación.

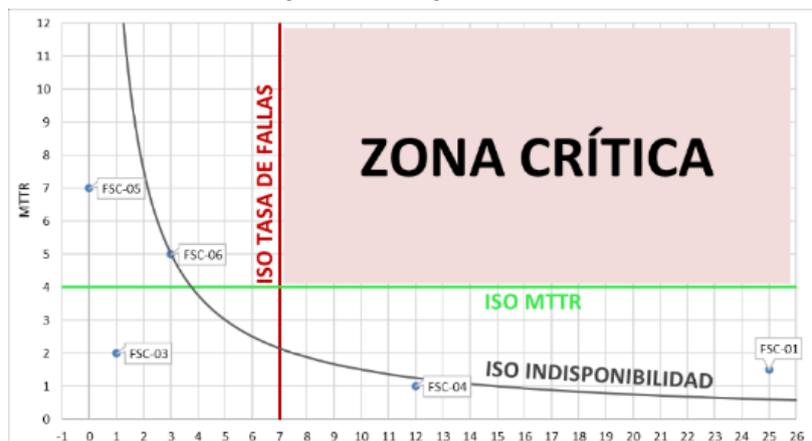
Para ello existen 02 tipos de diagramas, Pareto y Jack Knife; los diagramas de Pareto basados en la indisponibilidad no son capaces de discernir entre eventos individuales con alto costo de falla y fallas frecuentes que tienen costos reducidos, pero que en conjunto afectan la productividad y los costos. Por ejemplo, los faros de un camión minero, si el camión debe volver al taller cada vez que ocurre la falla, el tiempo perdido para viajar hacia y desde el taller pueden incrementar dramáticamente los costos de falla (2008, p. 1081).

En cambio el diagrama de Jack Knife evalúa 03 indicadores, a fin de determinar las fallas críticas que representen una amenaza a la operación:

- Tasa de fallas
- MTTR (Tiempo promedio para la reparación)
- Indisponibilidad

Donde cada indicador tiene una curva ISO, la cual representa el valor máximo permisible que un indicador puede tener.

Figura N°2.2: Diagrama de Jack Knife



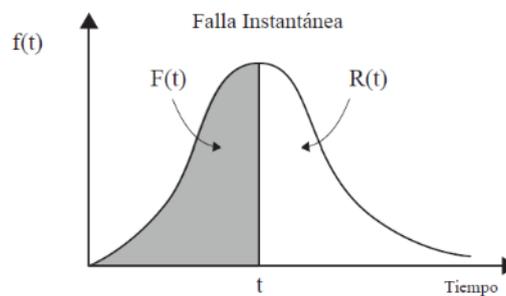
Fuente: *Elaboración propia.*

2.2.6. Confiabilidad

a. Función Densidad f(t):

Pascual, indica que la función densidad de probabilidad de fallas f(t) se define como la probabilidad instantánea de que un ítem que no ha fallado en el intervalo (0;t) falle en el intervalo (t;t+dt). Se trata entonces de una probabilidad condicional (de que sobreviva hasta la edad t y de que falle en dt: (2008, p. 137):

Figura N°2.3: Función densidad f(t) de probabilidad de fallas.



Fuente: *Ingeniería de la confiabilidad* (Arata A., 2013)

b. Función Densidad Acumulada (Ft):

Según Pascual, menciona que la probabilidad acumulada de falla F(t) se define como la probabilidad de que un ítem falle en el intervalo (0,t) (2008, p. 136):

$$F(t) = \frac{N - n(t)}{N} = \int_0^t f(t) d(t) \dots \dots \dots 2.01$$

c. Función Confiabilidad R(t):

Mora, menciona que la confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se

diseña durante un período de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno (2009, p. 95):

Adicionalmente el autor Pascual lo define de la siguiente manera, mencionando que la confiabilidad de un componente en el instante t; R(t) es la probabilidad de que un ítem no falle en el intervalo (0; t), dado que era nuevo o como nuevo en el instante t=0. Un componente puede tener diferentes funciones.

Dado N componentes supuestamente idénticos, todos nuevos o como nuevos en t=0 y sea N-n el número de componentes que fallan en el intervalo [0,t] y n el número de componentes que fallan en el intervalo [t,∞+]; por lo expuesto se puede determinar R(t) a partir de lo siguiente (2008, p. 136):

$$R(t) = \frac{n(t)}{N} = 1 - \int_0^t f(t)d(t) \dots \dots \dots 2.02$$

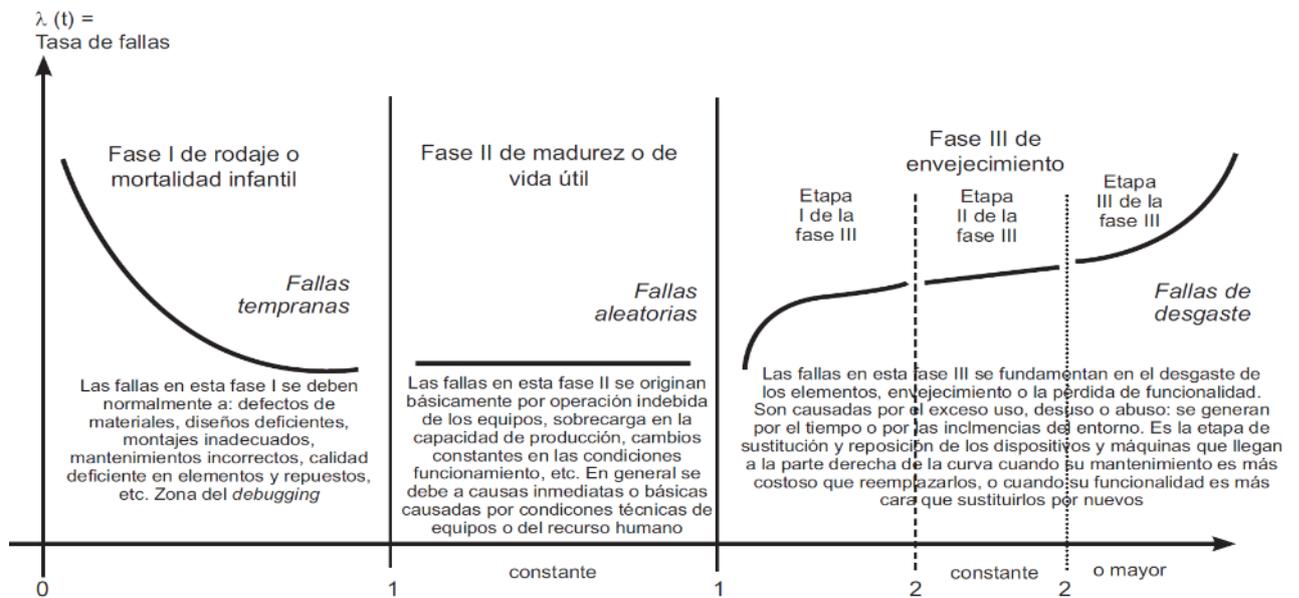
d. Tasa de Fallas:

Pascual, indica que la tasa de fallas λ(t) está definida como el número esperado de fallas del sistema o de un componente en un intervalo (t,t+dt); está en función de la edad y se mide en fallas por unidad de tiempo (2008, p. 136).

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \dots \dots \dots 2.03$$

La curva de la bañera de Davies muestra la evolución de la tasa de fallas en el tiempo, con lo que de acuerdo a la ubicación donde se encuentre el equipo, se puede recomendar un mantenimiento correctivo, modificativo, preventivo o predictivo.

Figura N°2.4: Curva de la bañera de Davies, en función al factor de forma β de la distribución Weibull.



Fuente: *Mantenimiento - Planeación, Ejecución y Control* (Mora G. Alberto, 2009)

La curva de la bañera o de Davies presenta 3 zonas: infancia, madurez o vida útil y envejecimiento.

d.1. Fase I: Zona de mortalidad infantil

Puesto que la tasa de fallas es decreciente, las acciones que se recomiendan en esta fase son las de tipo correctivo o modificativo, que permitan corregir defectos de diseño o montaje, calidad de materiales y/o mantenimiento inadecuado.

d.2. Fase II: Zona de madurez

Presenta una tasa de fallas constante, puesto que las fallas son aleatorias e independientes del tiempo y las acciones a realizar son modificativas que permitan corregir el diseño.

d.3. Fase III: Zona de envejecimiento

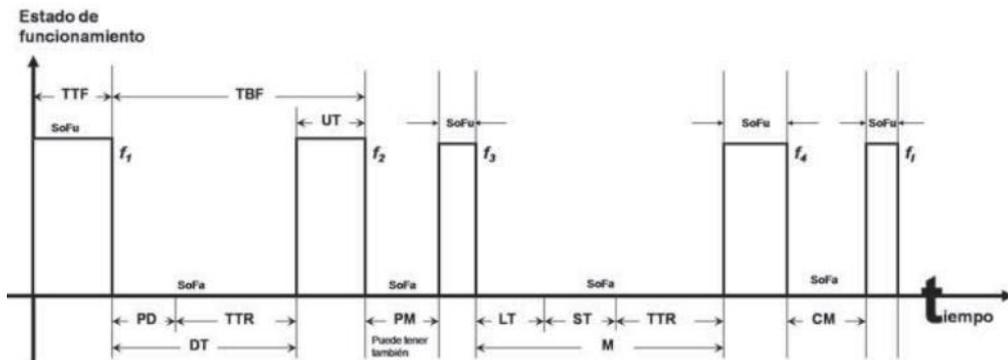
La tasa de fallas es creciente a medida que aumenta el tiempo, se recomiendan acciones de mantenimiento preventivo, puesto que las fallas ya empiezan a ser predecibles en el tiempo.

e. Indicadores de mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento son métricas que cumplen la función de medir el performance de una acción de mantenimiento; los cuales son en su mayoría los tiempos promedios del estado de funcionamiento de un equipo o componente.

Para ello se muestran los tiempos importantes durante el estado de funcionamiento:

Figura N°2.5: Tiempo importantes del mantenimiento.



Donde:

TTF = Time To Failure = Tiempo hasta Fallar (se usa en equipos que solo fallan una vez, no reparables).

TBF = Time Between Failures = Tiempo entre Fallas.

UT = Up Time = Tiempo Útil en el que equipo funciona correctamente.

DT = Down Time = Tiempo no operativo.

f_i = Falla i-ésima

TTR = Time To Repair = Tiempo que demora la reparación.

CM = Corrective Maintenance = Tiempo que demora la reparación correctiva o modificativa.

PM = Planned Maintenance = Mantenimientos Planeados (preventivo y/o predictivo), Moubray los denomina Tareas Proactivas.

LT = Logistical Times = Tiempos logísticos o administrativos (incluye MD (Maintenance Delays) demoras y retrasos de mantenimiento).

ST = Supplies Times = Tiempos de suministros de repuestos, insumos o de recursos humanos.

NTTR = Net Time To Repair = Tiempo Neto para la reparación, no incluye ni demoras, ni tiempos logísticos, ni tiempos de suministros, ni otros tiempos exógenos que impiden la reparación.

Fuente: *Mantenimiento – Planeación, ejecución y control* (Mora A. 2009).

d.1. Confiabilidad - Tiempo para La Falla (TTF):

Según Mora, menciona que la confiabilidad representada en el TTF, es la probabilidad de que el equipo funcione correctamente durante el tiempo de operación requerido (2009, p. 70).

d.2. Mantenibilidad - Tiempo para la reparación (TTR):

Mora, define la mantenibilidad como la probabilidad de que un elemento, máquina o dispositivo regrese a su estado de funcionamiento normal después de una falla, a través de la reparación. Se asocia a la facilidad para restaurar a sus condiciones de operación normal el equipo o componente deteriorado (2009, p. 104).

$$MTTR = \frac{TTR_1 + TTR_2 + \dots + TTR_n}{n} \dots \dots \dots 2.04$$

d.3. Disponibilidad (Ao):

Mora, indica que la disponibilidad es la probabilidad de que el equipo funcione correctamente en el momento en que sea requerido después del inicio de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables. (2009, p. 67).

$$A_o = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \% \dots \dots \dots 2.05$$

2.2.7. Distribuciones Estadísticas

a. Distribución Weibull:

El autor Mora, menciona que es una distribución estadística que posee una gran adaptabilidad para dar forma a cualquiera de las tres zonas del ciclo de vida de un equipo (infancia, madurez o envejecimiento), por estas razones es la comúnmente usada en los estudios de confiabilidad, especialmente en sistemas mecánicos.

Esta distribución posee en su forma general 3 parámetros, con los cuales obtiene una gran flexibilidad (2009, p. 151).

Dichos parámetros son:

- Parámetro de Forma (β): Refleja la dispersión de datos y determina la forma que toma la distribución.
- Parámetro de Escala ó Característica de Vida Útil (η): Su valor es determinante para fijar la vida útil del producto o sistema. Cuanto más alto las máquinas pueden ser más robustas o de trabajos de mayor duración.
- Parámetro de Ubicación (γ): Indica el lapso en el cual la probabilidad de falla es nula, generalmente se asume que tiene valor cero.

a.1. Función Densidad:

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t - \gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot \exp\left(-\left(\frac{t - \gamma}{\eta}\right)^\beta\right) \dots\dots\dots 2.06$$

a.2. Función Confiabilidad:

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{t - \gamma}{\eta}\right)^\beta\right) \dots\dots\dots 2.07$$

a.3. MTTF:

$$MTTF = \int_0^\infty R(t) dt = \eta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots\dots\dots 2.08$$

b. Distribución Normal:

El autor Mora, menciona que es una distribución discreta que generalmente se presenta con frecuencia, cuando la vida útil de los componentes se ve afectada desde un comienzo por el desgaste. Describe muy bien los fenómenos de envejecimiento de equipos, modelos de fatiga y fenómenos naturales. En esta distribución las fallas tienden a distribuirse de una forma simétrica alrededor de la vida media (2009, p. 169).

La distribución normal tiene los siguientes parámetros:

- Desviación Estándar (σ)
- Media (μ)

Los cuales se estiman a partir de los valores de pendiente e intercepto con el eje Y obtenidos de la recta alineada de la distribución normal mediante el uso de transformaciones.

b.1. Función Densidad:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2} \dots\dots\dots 2.09$$

b.2. Función Confiabilidad:

$$R(t) = \int_t^\infty \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2} dt = 1 - f_N \left[\left(\frac{\ln\left(\frac{t}{t_m}\right)}{\sigma} \right)^2 \right] \dots\dots\dots 2.10$$

f_N : Forma estándar de la función densidad de la distribución normal y es obtenida a partir de tablas.

b.3. MTTF:

$$MTTF = \int_0^\infty R(t)dt = \mu \dots\dots\dots 2.11$$

c. Distribución Exponencial

Es una distribución estadística generalmente utilizada en equipos con tasa de falla constante a lo largo de su vida útil, es decir representa equipos o componentes que con fallas aleatorias y se utiliza para modelar el tiempo de vida de componentes eléctricos y electrónicos que no se fatigan.

- Parámetro de Escala (λ)

c.1. Función Densidad:

$$f(t) = \lambda \cdot \exp^{-\lambda \cdot t} \dots\dots\dots 2.12$$

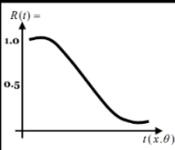
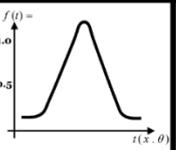
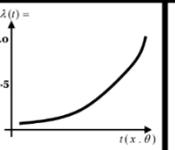
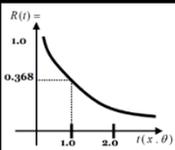
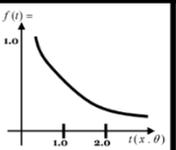
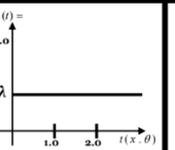
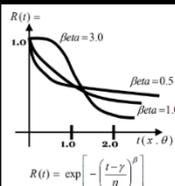
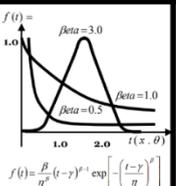
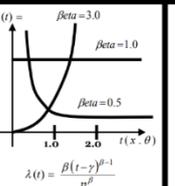
c.2. Función Confiabilidad:

$$R(t) = \int_0^t f(t)dt = \exp^{-\lambda \cdot t} \dots\dots\dots 2.13$$

c.3. MTTF:

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t)dt = \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots 2.14$$

Figura N°2.6: Funciones de confiabilidad R(t), densidad de fallas f(t) y tasa de fallas $\lambda(t)$.

Distribución	Parámetros	Función de Confiabilidad $R(t) = 1 - F(t)$	Función de Densidad de Probabilidad de Falla $f(t)$	Función de Tasa de Falla $\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$	Sus usos son relevantes en
Normal	Media, μ Desviación estándar, σ	 $R(t) = \int_t^{\infty} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt$	 $f(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]$	 $\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$	Distribución de vida de elementos o sistemas sometidos a grandes cargas o esfuerzos
Exponencial	MTBF, θ $\theta = \lambda^{-1}$	 $R(t) = \exp(-\lambda \cdot t)$	 $f(t) = \lambda \cdot \exp(-\lambda \cdot t)$	 $\lambda(t) = \lambda = \theta^{-1}$	Distribución de vida de elementos o sistemas complejos no reparables Distribución de vida de algunos elementos o sistemas en el período de rodaje, fase I o de mortalidad infantil
Weibull $f(t) = \frac{\tau}{\Gamma(a)} (\tau t)^{a-1} \exp(-\lambda t)$	Posición, γ Escala, η Forma, β Las curvas de esta ilustración son con $\gamma = 0.0$	 $R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t-\tau}{\eta}\right)^\beta\right]$	 $f(t) = \frac{\beta}{\eta^\beta} (t-\tau)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t-\tau}{\eta}\right)^\beta\right]$	 $\lambda(t) = \frac{\beta(t-\tau)^{\beta-1}}{\eta^\beta}$	Elementos o sistemas con resistencia a la corrosión Distribución de vida de muchos elementos básicos: capacitores, relays, rodamientos, algunos motores, etc.

Fuente: *Mantenimiento – Planeación, ejecución y control* (Mora A. 2009).

2.2.8. Análisis RAM

Para determinar las métricas de MTTF, MTTR y Disponibilidad, se requiere desarrollar una serie de pasos de la ingeniería de confiabilidad.

Mora, indica el siguiente proceso para obtener los indicadores (2009, p. 95).

a. Rango Medio (Media Rank):

Para el cálculo del Rango Medio se debe de realizar lo siguiente:

- Tener un historial de fallas con el TTF entre cada falla.
- Ordenar de menos a mayor el TTF.
- Enumerar cada falla.
- Calcular el Rango Medio:

$$MR = F(t) = \frac{j - 0.3}{N + 0.4} \dots\dots\dots 2.15$$

- Calcular la confiabilidad R(t):

$$R(t) = 1 - F(t) \dots\dots\dots 2.16$$

b. Ploteo de Probabilidades:

El ploteo de probabilidades se realiza para cada distribución, puesto que tiene distinta forma de calcular “X” y “Y”:

- Distribución Weibull:

$$X = Ln(t) \dots\dots\dots 2.17$$

$$Y = Ln\left(Ln\left(\frac{1}{R(t)}\right)\right) \dots\dots\dots 2.18$$

- Distribución Normal:

$$X = t \dots\dots\dots 2.19$$

$$Y = Z = \Phi^{-1}(z) \dots\dots\dots 2.20$$

- Distribución Exponencial:

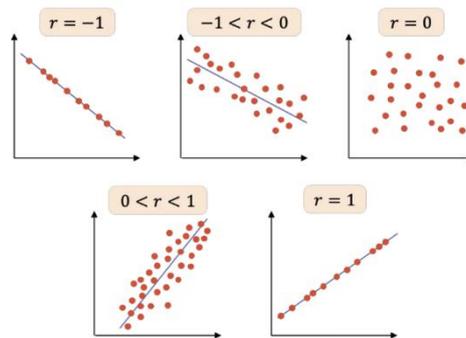
$$X = t \quad \dots \dots \dots 2.21$$

$$Y = \ln(R(t)) \quad \dots \dots \dots 2.22$$

c. Verificación con Coeficiente de Pearson:

Para verificar la distribución se debe calcular el coeficiente de Pearson, con el cual se puede obtener la distribución que mejor se ajusta a la gráfica de dispersión, producto del ploteo de las distribuciones.

Figura N°2.7: Diferentes interpretaciones del coeficiente de Pearson.



Fuente: *probabilidadyestadística.net* (2023).

Para verificar la distribución se debe calcular el coeficiente de Pearson, con el cual se puede obtener la distribución que mejor se ajusta a la gráfica de dispersión, producto del ploteo de las distribuciones.

- $r = 1$: Las 2 variables tiene una correlación perfecta positiva.
- $0 < r < 1$: La correlación de las 2 variables es positiva, la distribución con valor más cercano a 1, es la distribución que mejor se ajusta.
- $r = 0$: Las 2 variables tiene una correlación nula.
- $-1 < r < 0$: La correlación de las 2 variables es negativa, por lo tanto cuando una variable aumenta, la otra disminuye.
- $r = -1$: Las 2 variables tiene una correlación perfecta negativa.

La distribución con el coef. de Pearson más cercano a 1, es la seleccionada.

d. Parámetros de distribuciones:

Las distribuciones tienen parámetros con los cuales se adaptan sus curvas, para ello cada distribución presenta distintos parámetros, los cuales se calculan de la siguiente manera:

- Distribución Weibull:

Parámetro de Forma: $\beta = \text{Pendiente (X; Y)}$ 2.23

Parámetro de Escala: $\eta = \exp \frac{-\text{intersección eje (X;Y)}}{\beta}$ 2.24

Parámetro de Ubicación: $\gamma = 0$ 2.25

- Distribución Normal:

Desviación Estándar: $\sigma = \frac{1}{\text{Pendiente (X; Y)}}$ 2.26

Media: $\mu = -\text{Intersección eje (X; Y)} * \sigma$ 2.27

- Distribución Exponencial:

Parámetro de Escala: $\lambda = -\text{Pendiente (X; Y)}$ 2.28

e. Determinación de Indicadores:

- **MTTF:**

- Distribución Weibull: $\text{MTTF} = \eta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$ 2.29

- Distribución Normal: $\text{MTTF} = \mu$ 2.30

- Distribución Exponencial: $\text{MTTF} = \frac{1}{\lambda}$ 2.31

- **MTTR:**

Para calcular el MTTR se realiza el promedio aritmético de todos los MTTR, según la ecuación 2.04

$$MTTR = \frac{TTR_1 + TTR_2 + \dots + TTR_n}{n} \dots\dots\dots 2.04$$

- **Disponibilidad:**

Para calcular la disponibilidad se realiza según la ecuación 2.05

$$A_o = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \% \dots\dots\dots 2.05$$

2.3. Marco conceptual.-

En la presente investigación se exponen los conceptos que definen las variables y la relación entre estas:

2.3.1. Plan de Mantenimiento

Según García, expone que es un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar en una planta para asegurar los niveles de disponibilidad que aseguren la producción; así mismo, define que es un documento vivo, porque a lo largo del tiempo tiene modificaciones como consecuencia de los análisis de los indicadores (2003 p.37).

2.3.2. Disponibilidad

Mora, menciona que es una característica que resume cuantitativamente el perfil de funcionalidad de un equipo; además que es una métrica que mide el porcentaje de tiempo de operación hasta la falla con respecto al tiempo total el cual es tiempo para la reparación + tiempo de operación hasta la falla (2009 p.67).

2.3.3. Confiabilidad

Mora, define la confiabilidad como la frecuencia con la cual ocurren fallas en el tiempo predeterminado, es decir si no hay fallas en el equipo se garantiza la confiabilidad y operación continua sin detenciones, si sucede lo contrario se evidencia que no es confiable (2009 p.95).

2.3.4. Mantenibilidad

Mora, expone que es la probabilidad de que un elemento, máquina o dispositivo, puedan regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal después de una avería a través de una reparación que involucra desarrollar tareas de mantenimiento, a fin de eliminar las causas que generan las fallas (2009 p.104).

2.4. Definición de términos básicos.-

- MTTR: Es el tiempo promedio para que una máquina o equipo de un sistema pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado.

- **MTTF:** Es el tiempo promedio entre fallas de un equipo o máquina, en el cual opera con normalidad.
- **ANÁLISIS DE CRITICIDAD:** Es el análisis de una serie de equipos, con el cual obtienen los más relevantes para la operación.
- **DIAGRAMA DE JACK KNIFE:** Es la herramienta estadística que sirve para identificar las fallas relevantes para el equipo, según criterios de indisponibilidad, mantenibilidad y frecuencia de fallas.
- **COEFICIENTE DE PEARSON:** Es una herramienta estadística que sirve para evaluar y seleccionar entre una serie de distribuciones estadísticas, cual es la que mejor se ajusta a las distribuciones de fallas de un equipo.
- **PARÁMETROS DE DISTRIBUCIONES:** Son componentes de la función densidad de una distribución estadística, que permiten ajustar la curva geoméricamente de acuerdo con la distribución de fallas del equipo.
- **TASA DE FALLAS:** Es el número esperado de fallas del equipo o componente en el intervalo $(t;t+dt)$ y se mide en cantidad de fallas por unidad de tiempo.
- **ANÁLISIS RAM:** Es un procedimiento para determinar los indicadores de mantenimiento de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad (Reliability, Availability and Maintainability).
- **RANGO MEDIO:** Es un método de estimación de parámetros de una distribución con el que se puede obtener la No Confiabilidad para cada falla.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis.-

3.1.1. Hipótesis general.-

- La implementación del plan de mantenimiento preventivo en la flota de equipos trackless, permite aumentar la disponibilidad de la flota de equipos trackless.

3.1.2. Hipótesis específicas.-

- El plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea.
- El plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea.

3.2. Definición conceptual de variables.-

3.2.1. Variable independiente.-

Tiene la particularidad de no ser afectada por la variación de otra variable y por lo expuesto tenemos como variable independiente:

- Plan de Mantenimiento.

García, define el plan de mantenimiento como un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar para asegurar los niveles de disponibilidad establecidos (2003 p. 37)

3.2.2. Variable dependiente.-

Tiene la particularidad de ser afectada por la variación de otra variable y por lo expuesto tenemos como variable dependiente:

- Disponibilidad de equipos.

Mora, define la disponibilidad de equipos como la probabilidad que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación (2009 p. 67).

3.3. Operacionalización de variable.-

Tabla 3.1: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	MÉTODO Y TÉCNICA
Variable 1 Plan de mantenimiento	(García, 2003 p. 37) El plan de mantenimiento es un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar para asegurar los niveles de disponibilidad establecidos.	Conocer las condiciones y funciones que desempeña cada equipo.	Contexto operacional	Inventario de equipos	Nro de equipos	Analítico - Sintético Documental y Empírico
		Identificar los equipos críticos y los indicadores actuales de mantenimiento.	Evaluación del mantenimiento	Análisis FODA	Cant. de Estrategias	
				Criticidad de equipos	% (porcentaje de equipos)	
		Establece formatos para identificar las actividades y frecuencias de intervención en los equipos.	Planificación del mantenimiento	Indicadores de mantenimiento	% (porcentaje)	
Variable 2 Disponibilidad	(Mora, 2009 p. 67) Es la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación.	Define el tiempo de funcionamiento del equipo sin interrupciones por fallas.	Confiabilidad	MTBF	Hrs	
		Define el tiempo de reparación por mantenimiento preventivo o correctivo del equipo.	Mantenibilidad	MTTR	Hrs	

Fuente: Elaboración propia.

IV.METODOLOGIA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico.-

El diseño metodológico que se utilizó en la presente investigación es el siguiente:

4.1.1. Tipo Aplicada:

Valderrama, menciona que la investigación aplicada busca conocer lo que se puede hacer, actuar, construir y modificar sobre una realidad concreta, por ello se plantea soluciones concretas, reales, factibles y necesarias a los problemas (2015, p. 164).

Por lo expuesto, la presente investigación estuvo enfocada a desarrollar e implementar un plan de mantenimiento, donde se mejoró la disponibilidad en la flota de equipos trackless.

4.1.2. Diseño de investigación experimental:

Valderrama, indica que se manipulan una o más variables independientes de una forma deliberada para que se pueda observar los efectos en las variables dependientes (2015, p. 176).

Por lo expuesto, se corroboró que la investigación es experimental, puesto que en nuestra investigación se desarrolló e implementó un plan de mantenimiento (variable independiente), donde se mejoró la disponibilidad (variable dependiente) en la flota de equipos trackless.

4.1.3. Nivel pre experimental:

Valderrama, indica que en el diseño de un grupo que existe pre prueba y post prueba, lo que indica que existen tres etapas, donde se inicia con administrar una prueba preliminar con la finalidad de medir la variable dependiente, luego la aplicación en nuestra muestra para que finalmente en la post prueba se medirá nuevamente la variable dependiente (2015, p. 60)

Por lo mencionado, en la presente investigación se desarrolló una pre prueba, puesto que se requirió el diagnostico del estado de los equipos antes de implementar el plan, luego se implementó y se realizó una post prueba, donde se verificó la mejora de los indicadores de disponibilidad.

4.1.4. Enfoque Cuantitativo:

Valderrama, menciona que se emplea la recolección y análisis de los datos recolectados que permitan contestar la formulación de los problemas de investigación mediante métodos estadísticos de manera objetiva para verificar la verdad o falsedad de las hipótesis planteadas (2015, p. 111).

Por lo expuesto, en la presente investigación se realizó la recolección de datos de la base histórica de fallas de cada equipo, donde se evaluaron y seleccionaron las relevantes de cada equipo y se enfocaron los recursos para mejorar los indicadores.

4.1.5. Estudio Longitudinal:

Valderrama, indica que se analizan los cambios en un determinado periodo de tiempo en determinadas variables o las relaciones que existen entre estas variables, donde los diseños longitudinales se dividen en tres (tendencia, evolutivo y panel) (2015, p. 71).

Por lo expuesto, se evidenció que en nuestra investigación se empleó el estudio longitudinal tipo panel, puesto que se realizó la implementación del plan de mantenimiento durante un periodo de tiempo y se evaluó la mejora de los indicadores de disponibilidad durante la implementación del plan de mantenimiento.

4.2. Método de investigación.-

El método de investigación del informe final de tesis es de forma analítico y sintético; donde se estudiaron los hechos, descomponiendo el objeto de estudio para analizarlo de forma individual, luego se unió y analizó el conjunto de forma general e integral.

4.2.1. Método Analítico

Basado en lo mencionado por el autor Valderrama, indica que consiste en la descomposición de un todo en sus partes, a fin de que se pueda observar las relaciones y efectos, donde es necesario conocer el fenómeno un objeto de estudio para comprender la esencia (2015, p. 98).

Dicho esto, se identificó los equipos críticos y jerarquizó los componentes en base a su relevancia para el funcionamiento del equipo, en los cuales se enfocó el plan de mantenimiento y se evaluó la disponibilidad final de los equipos.

4.2.2. Método Sintético

Valderrama, menciona que se tiende a reconstruir un todo en partes de los elementos para el análisis (2015, p. 98).

Por lo mencionado, la presente investigación permitió la reconstrucción de los equipos críticos seleccionados con mejoras en disponibilidad y

confiabilidad, en base a las estrategias implementadas en sus componentes.

4.3. Población y muestra.-

Según Hernández, menciona que una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (2014, p.174).

Por consiguiente, la población estudiada fue la flota de 21 equipos trackless de la operación minera y la muestra fueron los equipos de carguío, donde se tuvo un tamaño de 5 equipos scooptrams, quienes presentaron similares tipos de mantenimiento.

4.4. Lugar de estudio.-

El lugar de estudio fue el taller subterráneo de mantenimiento de equipos de la empresa minera ubicada en la provincia de Yauyos, departamento de Lima, a una altura de 4.600 msnm, donde se implementó el plan de mantenimiento por el periodo de 7 meses, desde agosto del 2022 hasta febrero del 2023.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de información.-

4.5.1. Técnicas.-

Espinoza, menciona que las técnicas de recolección de datos organizan la investigación para obtener el nuevo conocimiento y existen 2 tipos: técnica documental y empírica, donde la técnica documental esta formada por documentos de diferente tipo como revistas, manuales, documento de instituciones, etc. y la técnica empírica permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, el cual consiste en obtener datos próximos a como está funcionando el objeto de investigación en el presente (2014, p. 110).

Por lo expuesto, se evidenció que la técnica de recolección de datos para la presente investigación son las 02, documental y empírica, puesto que se tomó datos de los manuales de los fabricantes, historiales de equipos y cartillas de mantenimiento.

4.5.2. Instrumentos.-

Según Hernández, menciona que un instrumento de medición es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente (2014, p. 199).

Por lo expuesto, se evidenció que los instrumentos para la técnica empírica son las cartillas de mantenimiento, donde se registraron las intervenciones y horómetros por cada intervención, además para la técnica documental los instrumentos son los manuales de operación/mantenimiento del fabricante de los equipos y sus historiales de mantenimiento.

4.6. Análisis y procesamiento de datos.-

Se recopiló información de la base de datos de la empresa minera y se realizaron los cálculos, basados en la teoría de ingeniería de mantenimiento, los cuales permitieron obtener datos inherentes y únicos de cada equipo para su correcta evaluación.

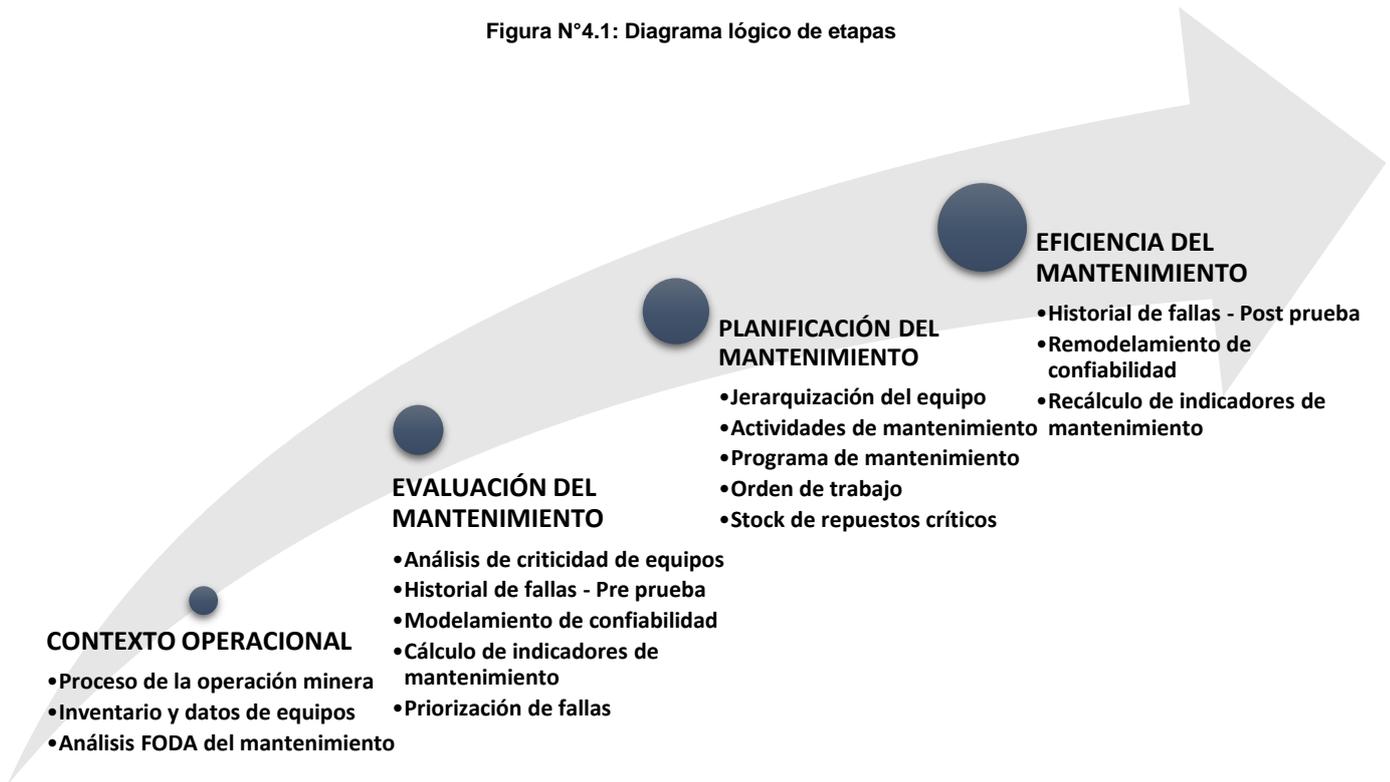
- **Etapa N°01: Contexto Operacional**
 - Proceso de la operación minera.
 - Inventario y datos de equipos trackless.
 - Análisis FODA del mantenimiento

- **Etapa N°02: Evaluación del Mantenimiento**
 - Análisis de criticidad de equipos.
 - Historial de fallas – Pre Prueba.
 - Modelamiento de confiabilidad.
 - Análisis RAM – Pre Prueba
 - Priorización de fallas

- **Etapa N°03: Planificación del Mantenimiento**
 - Jerarquización del equipo
 - Actividades de mantenimiento.
 - Programa de mantenimiento.
 - Orden de trabajo.
 - Stock de repuestos críticos.

- **Etapa N°04: Medición de la Eficiencia del Mantenimiento.**
 - Historial de fallas – Post Prueba.
 - Remodelamiento de confiabilidad.
 - Análisis RAM – Post Prueba

Figura N°4.1: Diagrama lógico de etapas



Fuente: *Elaboración propia.*

4.6.1.Etapa N°01: Contexto Operacional

a. Proceso de la operación minera.-

Para desarrollar la minería subterránea, se tiene que realizar excavaciones por debajo de la corteza terrestre, por medio de un conjunto de procesos y operaciones mineras, con los cuales se desarrollarán una red de galerías para tener acceso al cuerpo mineralizado, a fin de extraerlo y transportarlo a superficie donde pueda ser procesado en la planta concentradora y obtener un beneficio económico para la empresa.

Para el proceso de extracción de mineral a nivel subterráneo se requieren realizar las actividades mineras que se detallan a continuación:

Perforación: Es el primer paso que se debe de realizar para iniciar el proceso de minado, consiste en perforar la roca con barrenos o taladros, dejando huecos cilíndricos, donde se depositará el material explosivo. el método más utilizado para la perforación es el de Rotopercusión y para ello se utilizan los Jumbos Frontoneros y Jumbos Taladros Largos.

Figura N°4.2: Proceso de Perforación con Jumbo Frontonero.



Fuente: *Página web de Sandvik*

Voladura: Luego de perforar la roca y llenar con material explosivo los agujeros, se procede a la voladura, que consiste en detonar el material explosivo, con el que se genera una fuerte onda produciendo la fractura y desplazamiento de la roca; posterior a la voladura se debe de realizar el ABC minero, que consiste en ventilar, regar y desatar las rocas propensas al desprendimiento.

Figura N°4.3: Proceso de Colocación de Explosivos.



Fuente: *Página web de Maquirena.*

Figura N°4.4: Proceso de Voladura.



Fuente: *Página web de Maquirena.*

Carguío: Posterior a la voladura y extracción de los gases producidos, se realiza el carguío del mineral, el cual consiste en limpiar o recoger todo el material para ser llevado a una chimenea de traspaso o ser vaciado directamente en la tolva de un equipo de acarreo. Para este proceso se utiliza los Scoop como equipos de carguío.

Figura N°4.5: Proceso de Carguío con Scoop.



Fuente: *Manual de Caterpillar*

Acarreo: Es una operación mecanizada y consiste en trasladar hacia superficie el material producto de la voladura, para el cual se realiza utilizando diferentes equipos. Para esta labor utilizamos Dumpers, los cuales trasladan el material hasta los Piques, para su posterior izaje hasta niveles superiores, donde descargan el material en los carros mineros que son jalados por las locomotoras, llevando el material finalmente hasta la cancha de gruesos en superficie.

Figura N°4.6: Proceso de Acarreo con Dumper.



Fuente: *Manual de Caterpillar*.

Sostenimiento: Son operaciones que deben ser realizadas de manera obligatoria, puesto que previene el movimiento de las masas rocosas, evitando accidentes por desprendimiento de bloques, cuando el equilibrio natural de éstos es alterado o pierde resistencia la roca. Existen diversos elementos de sostenimiento, tales como puntales de madera, arcos metálicos, hormigón armado, pernos de sostenimiento, etc. Para las labores de sostenimiento con pernos, se utilizan los Jumbos Empernadores.

Figura N°4.7: Proceso de Sostenimiento con Jumbo Empernador.



Fuente: *Página web de Sandvik.*

b. Inventario y datos de equipos trackless.-

Actualmente se tiene una flota de 21 equipos trackless, para llevar a cabo el proceso completo de la operación minera:

- Perforación: 05 Jumbos Frontoneros + 02 Jumbos Taladro Largo
- Carguío: 05 Scooptrams
- Acarreo: 05 Dumpers
- Sostenimiento: 04 Jumbos Empernadores

Dichos equipos se detallan a continuación:

Tabla N°4.1: Inventario y datos técnicos de flota de equipos trackless

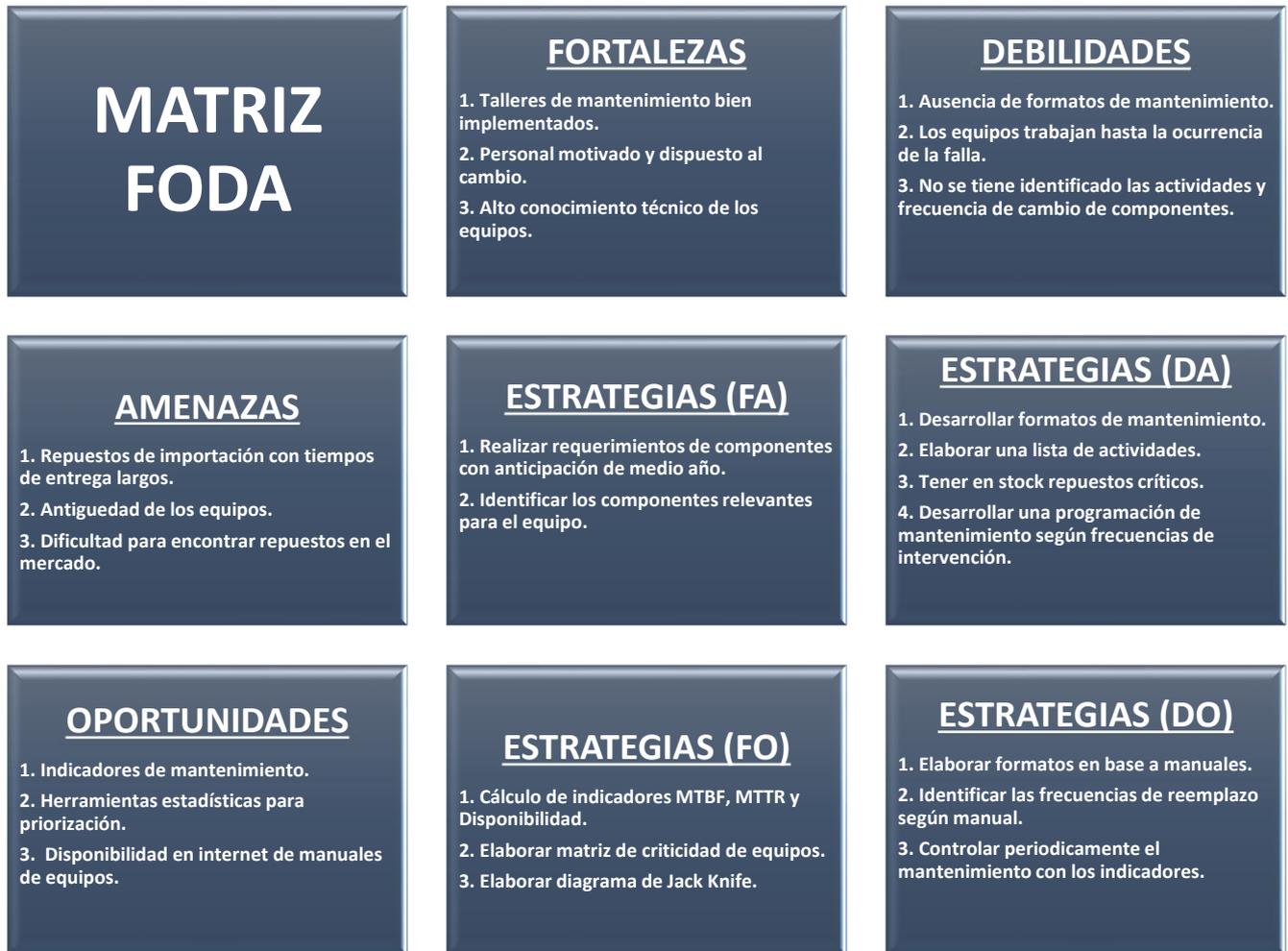
ITEM	CÓDIGO	FLOTA	ESTADO	MARCA	MODELO	AÑO DE FABR	N° SERIE	FECHA DE INGRESO	MODELO DE MOTOR	N° SERIE DE MOTOR	POT NOMINAL (HP)	POT EFECTIVA (HP)	CAP	HOROMETRO DESDE SU ÚLTIMO OVERHAUL	N° OVERHAUL	VIDA ÚTIL	HORAS RESTANTES	HORAS DE TRABAJO MENSUAL	HORÓMETRO ACUMULADO
1	SC-01	Scooptram	En Operación	Caterpillar	R1300G	2019	LJB00487	26/09/2019	3306B	R6J03704	165	132	4.1 yd3	HD 11,153 hr	0	16,000 hr	4,847 hr	400 hr	11,153 hr
2	SC-02	Scooptram	En Operación	Caterpillar	R1300G	2014	LJB00201	27/10/2019	3306B	R6J03013	165	132	4.1 yd3	HD 9,210 hr	1	12,000 hr	2,790 hr	300 hr	25,099 hr
3	SC-03	Scooptram	En Operación	Caterpillar	R1300G	2013	LJB00139	23/10/2020	3306B	R6J03099	165	132	4.1 yd3	HD 10,186 hr	1	12,000 hr	1,814 hr	300 hr	26,075 hr
4	SC-04	Scooptram	En Operación	Caterpillar	R1300G	2014	LJB00139	24/11/2020	3306B	R6J03010	165	132	4.1 yd3	HD 10,650 hr	1	12,000 hr	1,350 hr	300 hr	26,539 hr
5	SC-05	Scooptram	En Operación	Caterpillar	R1300G	2014	LJB00139	24/11/2020	3306B	R6J03154	165	132	4.1 yd3	HD 10,743 hr	1	12,000 hr	1,257 hr	300 hr	26,632 hr
6	MT-01	Minetruck	Stand By	Epiroc	MT2010	2014	AVO13X188	26/02/2021	ELQSL 8.9	74198823	165	132	20 Tn	HD 8,128 hr	1	11,000 hr	2,872 hr	300 hr	24,558 hr
7	MT-03	Minetruck	En Operación	Epiroc	MT2010	2017	TMG17URE0173	13/07/2022	QSL9 CM2850	22289058	300	132	20 Tn	HD 2,319 hr	1	11,000 hr	8,681 hr	300 hr	20,319 hr
8	MT-04	Minetruck	En Operación	Epiroc	MT2010	2017	TMG17URE0229	9/09/2022	QSL9 CM2850	22289058	300	132	20 Tn	HD 5,862 hr	1	11,000 hr	5,138 hr	300 hr	23,862 hr
9	MT-06	Minetruck	En Operación	Epiroc	MT2200	2020	TMG20URE0154	1/03/2022	CUMMINS QSL9	22358524	300	132	20 Tn	HD 9,080 hr	0	14,000 hr	4,920 hr	350 hr	9,080 hr
10	MT-07	Minetruck	En Operación	Epiroc	MT2200	2020	TMG20URE0158	19/01/2022	CUMMINS QSL9	22421060	300	132	20 Tn	HD 8,509 hr	0	14,000 hr	5,491 hr	350 hr	8,509 hr
11	JFM-01	Jumbo Taladro Largo	Stand By	Resemin	MUKI LHBP-2R	2016	JMC-317	28/04/2022	BF4L2011	12418964	104	75	32 Pies	HD 400 hr					5,100 hr
														HE 1,574 hr	1	7,000 hr	5,293 hr	150 hr	6,574 hr
														HP 662 hr					7,662 hr
12	JFM-02	Jumbo Taladro Largo	En Operación	Resemin	MUKI LHBP-2R	2016	JMC-317	28/04/2022	BF4L2011	12418964	104	75	32 Pies	HD 385 hr					5,085 hr
														HE 1,244 hr	1	7,000 hr	5,628 hr	150 hr	6,244 hr
														HP 586 hr					7,586 hr
13	JU-01	Jumbo Frontonero	Stand by	Sandvik	DD210	2014	L04D3556	26/09/2019	BF4L914	8926767	95	67	12 Pies	HD 2,105 hr					6,805 hr
														HE 3,650 hr	1	7,000 hr	2,648 hr	150 hr	9,250 hr
														HP 2,124 hr					9,124 hr
14	JU-02	Jumbo Frontonero	En Operación	Sandvik	DD210	2014	L12D5981	26/09/2019	BF4L914	8927929	95	67	12 Pies	HD 2,287 hr					6,787 hr
														HE 6,508 hr	1	7,000 hr	-270 hr	180 hr	12,508 hr
														HP 3,086 hr					9,086 hr
15	JU-03	Jumbo Frontonero	En Operación	Sandvik	DD2010	2014	L05D3885	24/08/2020	BF4L914	8916933	95	67	12 Pies	HD 1,795 hr					5,795 hr
														HE 3,618 hr	1	7,000 hr	2,783 hr	170 hr	8,418 hr
														HP 2,203 hr					7,903 hr
16	JU-05	Jumbo Frontonero	En Operación	Sandvik	DD310	2012	L10D4380	12/04/2021	BF4L914	80901289	95	67	14 Pies	HD 1,242 hr					11,242 hr
														HE 2,751 hr	2	5,000 hr	1,835 hr	150 hr	12,751 hr
														HP 1,945 hr					11,945 hr
17	JU-07	Jumbo Frontonero	En Operación	Sandvik	DD311	2012	L16L6605	1/09/2022	TCD2012 L04 2V	11952383	95	67	14 Pies	HD 3,481 hr					7,481 hr
														HE 1,147 hr	1	7,000 hr	4,693 hr	180 hr	5,947 hr
														HP 960 hr					6,660 hr
18	BT-01	Jumbo Empernador	En Operación	Resemin	BOLTER 77	2011	JB77-130	24/08/2020	BF4L914	8928493	95	67	8 Pies	HD 1,493 hr					6,693 hr
														HE 2,687 hr	1	7,000 hr	3,815 hr	180 hr	8,187 hr
														HP 2,778 hr					10,878 hr
19	BT-02	Jumbo Empernador	Stand by	Resemin	SMALL 88	2020	1606-156	23/10/2020	BF4L914	8933337	95	67	8 Pies	HD 2,154 hr					2,154 hr
														HE 5,325 hr	0	10,000 hr	3,957 hr	180 hr	5,325 hr
														HP 2,659 hr					2,659 hr
20	BT-03	Jumbo Empernador	En Operación	Resemin	SMALL 88	2021	1606-157	27/07/2022	BF4L914	8939006	95	67	8 Pies	HD 799 hr					799 hr
														HE 1,633 hr	0	10,000 hr	8,101 hr	250 hr	1,633 hr
														HP 1,066 hr					1,066 hr
21	BT-04	Jumbo Empernador	En Operación	Resemin	SMALL 88	2021	JMC-302	5/09/2022	BF4L914	8905121	95	67	8 Pies	HD 633 hr					5,833 hr
														HE 1,254 hr	1	7,000 hr	5,535 hr	180 hr	6,754 hr
														HP 334 hr					8,434 hr

Fuente: *Elaboración propia.*

c. Análisis FODA del mantenimiento.-

Para identificar los aspectos positivos y negativos del mantenimiento, así como también para establecer estrategias para mejorar, se desarrolla una matriz FODA:

Figura N°4.8: Análisis FODA de mantenimiento.



Fuente: *Elaboración propia.*

4.6.2. Etapa N°02: Evaluación del Mantenimiento

a. Análisis de criticidad de equipos.-

Los recursos de mantenimiento se deben de enfocar en los equipos que son relevantes para el cumplimiento de la producción. Es por ello que se realizó un cálculo del factor de priorización de equipos, donde se categoriza la criticidad según lo siguiente:

- Criticidad "A": $FPCE > 75$
- Criticidad "B": $75 > FPCE > 60$
- Criticidad "C": $60 > FPCE$

Tabla N°4.2: Cálculo de Factor de Priorización de Criticidad de Equipos (FPCE).

ITEM	FLOTA	COD	ESTADO	C	CO	P	MA	S	F	T	M	FPCE	CRITICIDAD
1	Scooptram	SC-01	En Operación	1	8	10	4	6	8	10	10	76	A
2	Scooptram	SC-02	En Operación	1	8	10	4	6	8	10	10	76	A
3	Scooptram	SC-03	En Operación	1	8	10	4	6	8	10	10	76	A
4	Scooptram	SC-04	En Operación	1	8	10	4	6	8	10	10	76	A
5	Scooptram	SC-05	En Operación	1	8	10	4	6	8	10	10	76	A
6	Minetruck	MT-01	Stand by	1	5	3	2	7	8	5	3	44	C
7	Minetruck	MT-03	En Operación	1	5	3	2	7	8	5	3	44	C
8	Minetruck	MT-04	En Operación	1	5	3	2	7	8	5	3	44	C
9	Minetruck	MT-06	En Operación	1	5	3	2	7	8	5	3	44	C
10	Minetruck	MT-07	En Operación	1	5	3	2	7	8	5	3	44	C
11	Jumbo Taladro Largo	JFM-01	Stand by	9	8	8	5	5	8	5	5	66	B
12	Jumbo Taladro Largo	JFM-02	En Operación	9	8	8	5	5	8	5	5	66	B
13	Jumbo Frontonero	JU-01	Stand by	4	5	4	2	4	5	6	3	41	C
14	Jumbo Frontonero	JU-02	En Operación	4	5	4	2	4	5	6	3	41	C
15	Jumbo Frontonero	JU-03	En Operación	4	5	4	2	4	5	6	3	41	C
16	Jumbo Frontonero	JU-05	En Operación	4	5	4	2	4	5	6	3	41	C
17	Jumbo Frontonero	JU-07	En Operación	4	5	4	2	4	5	6	3	41	C
18	Jumbo Empernador	BT-01	Stand by	8	7	4	2	7	8	5	7	56	C
19	Jumbo Empernador	BT-02	En Operación	8	7	4	2	7	8	5	7	56	C
20	Jumbo Empernador	BT-03	En Operación	8	7	4	2	7	8	5	7	56	C
21	Jumbo Empernador	BT-04	En Operación	8	7	4	2	7	8	5	7	56	C

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N°4.3: Cuadro resumen de equipos críticos.

FLOTA	EQ.	CRIT. A		CRIT. B		CRIT. C	
		EQ.	%	EQ.	%	EQ.	%
Scooptram	5	5	100%	0	0%	0	0%
Minetruck	5	0	0%	0	0%	5	100%
Jumbo Taladro Largo	2	0	0%	2	100%	0	0%
Jumbo Frontonero	5	0	0%	0	0%	5	100%
Jumbo Empernador	4	0	0%	0	0%	4	100%

Fuente: *Elaboración propia.*

Los equipos críticos son 05 scoops, puesto que no tienen stand by y la falla de estos equipos ocasiona pérdidas operacionales, altos costos de reparación, demora en la reparación por la dificultad de conseguir los repuestos.

b. Historial de fallas – Pre Prueba.-

Se recopiló las fallas de los equipos críticos, durante un periodo de 3 meses (agosto, setiembre y octubre del 2022); a fin de consolidar todas las fallas en un historial del equipo.

- Scoop N°01:

Tabla N°4.4: Historial de fallas de scoop N°01

EQUIPO	HOROMETRO INICIAL	HISTORIAL DE FALLAS - PRE PRUEBA								
		SCOOP N°01								
N°	MES	FLOTA	EQUIPO	HORÓMETRO	TTF	ΣTTF	TTR	SISTEMA	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
1	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,168	15	15	10	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
2	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,186	18	33	6	ESTRUCTURAL	CUCHARA	FISURAS EN CUCHARA
3	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,201	15	48	12	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN CENTRAL	FALLA EN LA ARTICULACION CENTRAL
4	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,219	18	66	3	TREN DE POTENCIA	CRUCETAS	AJUSTE DE CRUCETA
5	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,238	19	85	10	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
6	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,255	17	102	7	HIDRÁULICO	BOMBA HIDRÁULICA	PÉRDIDA DE PRESIÓN EN BOMBA.
7	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,275	20	122	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
8	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,290	15	137	10	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
9	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,314	24	161	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO
10	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,337	23	184	2	TREN DE POTENCIA	CAJA DE TRANSMISIÓN	FUGA DE ACEITE DE TRANSMISION.
11	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,356	19	203	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
12	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,371	15	218	4	DIRECCIÓN	CILINDROS DE LEVANTE	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE LEVANTE.
13	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,390	19	237	10	COMBUSTIBLE	GOBERNADOR	FALLA EN EL GOBERNADOR
14	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,409	19	256	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.
15	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,424	15	271	3	ELÉCTRICO	PARQUEO	FALLA ELÉCTRICA EN SISTEMA DE PARQUEO.
16	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,443	19	290	10	ELÉCTRICO	LAMPARAS	FALLA ELÉCTRICA EN LÁMPARAS DELANTERAS.
17	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,461	18	308	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO
18	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,479	18	326	4	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.
19	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,488	9	335	3	TREN DE POTENCIA	CRUCETAS	AJUSTE DE CRUCETA
20	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,507	19	354	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
21	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,515	8	362	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO
22	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,530	15	377	10	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
23	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,541	11	388	3	ELÉCTRICO	PARQUEO	FALLA ELÉCTRICA EN SISTEMA DE PARQUEO.
24	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,562	21	409	2	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FALLA EN LA MANGUERA DE LEVANTE
25	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,583	21	430	6	MOTRIZ	MOTOR DIESEL	PÉRDIDA DE POTENCIA EN MOTOR.
26	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,602	19	449	10	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
27	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,623	21	470	10	ELÉCTRICO	HARNÉS	ROTURA DE CABLE DE HARNÉS.
28	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,638	15	485	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
29	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,656	18	503	10	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
30	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,671	15	518	3	DIRECCIÓN	JOYSTICK	PROBLEMA DE JOSTICK
31	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,687	16	534	2	REFRIGERACIÓN	RADIADOR	FALLA EN RADIADOR
32	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,699	12	546	10	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
33	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,714	15	561	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
34	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,732	18	579	4	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.
35	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,750	18	597	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.
36	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,759	9	606	2	TREN DE POTENCIA	CRUCETAS	FALLA POR ROTURA DE CRUCETAS DE CARDÁN CENTRAL.
37	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,778	19	625	12	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN CENTRAL	FALLA EN LA ARTICULACION CENTRAL.
38	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,793	15	640	3	ELÉCTRICO	PARQUEO	FALLA ELÉCTRICA EN SISTEMA DE PARQUEO.
39	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,810	17	657	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
40	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,821	11	668	5	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.
41	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,842	21	689	3	TREN DE POTENCIA	DIFERENCIAL DELANTERO	FUGA DE ACEITE POR DIFERENCIAL DELANTERO.
42	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,863	21	710	1	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN SISTEMA DE BOMBEO DE COMBUSTIBLE.
43	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,882	19	729	2	HIDRÁULICO	CILINDRO DE LEVANTE	FUGA DE ACEITE DE CIL DE LEVANTE

Fuente: *Elaboración propia.*

- Scoop N°02:

Tabla N°4.5: Historial de fallas de scoop N°02

EQUIPO		HOROMETRO INICIAL		HISTORIAL DE FALLAS - PRE PRUEBA						
SC_02		9,210		SCOOP N°02						
N°	MES	FLOTA	EQUIPO	HORÓMETRO	TTF	ΣTTF	TTR	SISTEMA	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
1	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,225	15	15	12	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
2	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,238	13	28	1	MOTRIZ	LÍNEA DE ADMISIÓN	FUGA POR EMPAQUETADURAS DE ADMISIÓN.
3	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,253	15	43	12	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.
4	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,271	18	61	2	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FALLA EN LA MANGUERA DE LEVANTE
5	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,289	18	79	1	MOTRIZ	MOTOR DIESEL	CAMBIO DE FAJAS DE ALTERNADOR POR ROTURA
6	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,307	18	97	6	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
7	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,320	13	110	3	ESTRUCTURAL	RODAMIENTO	ROTURA DE RODAMIENTO EN LÍNEA CARDÁNICA
8	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,335	15	125	12	ESTRUCTURAL	CUCHARA	FISURAS EN CUCHARA
9	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,346	11	136	1	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA
10	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,358	12	148	0	LUBRICACIÓN	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	ENGRASE
11	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,372	14	162	1	MOTRIZ	MOTOR DIESEL	TEMPLADO DE FAJA DE MOTOR
12	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,385	13	175	1	REFRIGERACIÓN	VENTILADOR	CAMBIO DE RESORTE
13	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,396	11	186	2	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FALLA EN LA MANGUERA DE LEVANTE
14	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,411	15	201	6	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
15	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,425	14	215	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
16	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,440	15	230	5	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	CAMBIO DE BATERÍA Y ALTERNADOR
17	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,454	14	244	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO
18	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,471	17	261	12	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
19	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,487	16	277	6	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL VOLTEO	CAMBIO DE PIN Y COLLECT
20	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,502	15	292	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE DIRECCIÓN
21	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,515	13	305	2	TREN DE POTENCIA	CAJA DE TRANSMISIÓN	FUGA DE ACEITE DE TRANSMISION.
22	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,527	12	317	3	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA
23	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,541	14	331	12	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.
24	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,555	14	345	3	DIRECCIÓN	JOYSTICK	PROBLEMA DE JOSTICK
25	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,571	16	361	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE
26	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,589	18	379	4	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.
27	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,602	13	392	2	HIDRÁULICO	TANQUE HIDRÁULICO	FILTRO DE ACEITE HIDRÁULICO SATURADO.
28	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,620	18	410	12	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
29	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,637	17	427	6	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.
30	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,651	14	441	3	TREN DE POTENCIA	CONVERTIDOR	FUGA DE ACEITE POR DRENAJE DE CONVERTIDOR.
31	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,662	11	452	12	ESTRUCTURAL	CUCHARA	FISURAS EN CUCHARA
32	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,672	10	462	6	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
33	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,681	9	471	12	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.
34	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,694	13	484	1	REFRIGERACIÓN	TERMOSTATO	FALLA EN MEDICIÓN DE TEMPERATURA
35	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,709	15	499	6	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN CENTRAL	FALLA EN LA ARTICULACION CENTRAL
36	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,723	14	513	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.
37	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,736	13	526	6	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
38	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,751	15	541	12	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
39	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,767	16	557	12	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
40	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	9,784	17	574	6	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR

Fuente: *Elaboración propia.*

- Scoop N°03:

Tabla N°4.6: Historial de fallas de scoop N°03

EQUIPO		HOROMETRO INICIAL	HISTORIAL DE FALLAS - PRE PRUEBA									
SC_03		10,186	SCOOP N°03									
N°	MES	FLOTA	EQUIPO	HORÓMETRO	TTF	ETTF	TTR	SISTEMA	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN		
1	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,205	19	19	7	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR		
2	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,219	14	33	12	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA		
3	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,235	16	49	12	ESTRUCTURAL	CUCHARA	FISURAS EN CUCHARA		
4	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,253	18	67	1	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA		
5	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,264	11	78	1	LUBRICACIÓN	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	ENGRASE		
6	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,277	13	91	1	MOTRIZ	MOTOR DIESEL	TEMPLADO DE FAJA DE MOTOR		
7	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,296	19	110	1	REFRIGERACIÓN	VENTILADOR	CAMBIO DE RESORTE		
8	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,313	17	127	2	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FALLA EN LA MANGUERA DE LEVANTE		
9	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,331	18	145	11	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.		
10	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,346	15	160	7	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR		
11	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,362	16	176	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA		
12	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,377	15	191	5	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	CAMBIO DE ALTERNADOR		
13	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,394	17	208	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO		
14	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,410	16	224	5	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.		
15	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,430	20	244	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE		
16	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,447	17	261	6	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL VOLTEO	CAMBIO DE PIN Y COLLECT		
17	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,460	13	274	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE DIRECCIÓN		
18	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,472	12	286	2	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN CENTRAL	CAMBIO DE PIN DE ARTICULACIÓN CENTRAL		
19	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,490	18	304	2	TREN DE POTENCIA	CAJA DE TRANSMISIÓN	FUGA DE ACEITE DE TRANSMISION.		
20	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,504	14	318	3	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA		
21	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,521	17	335	7	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR		
22	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,534	13	348	2	REFRIGERACIÓN	RADIADOR	FALLA EN RADIADOR		
23	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,546	12	360	11	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.		
24	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,561	15	375	3	DIRECCIÓN	JOYSTICK	PROBLEMA DE JOSTICK		
25	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,577	16	391	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE		
26	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,591	14	405	4	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.		
27	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,609	18	423	2	HIDRÁULICO	TANQUE HIDRÁULICO	FILTRO DE ACEITE HIDRÁULICO SATURADO.		
28	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,621	12	435	12	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA		
29	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,635	14	449	10	TREN DE POTENCIA	DIFERENCIAL POSTERIOR	FUGA DE ACEITE POR DIFERENCIAL POSTERIOR		
30	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,653	18	467	6	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.		
31	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,663	10	477	3	TREN DE POTENCIA	CONVERTIDOR	FUGA DE ACEITE POR DRENAJE DE CONVERTIDOR.		
32	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,679	16	493	12	ESTRUCTURAL	CUCHARA	FISURAS EN CUCHARA		
33	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,690	11	504	7	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR		
34	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,705	15	519	1	MOTRIZ	FILTRO DE AIRE	FILTROS SATURADOS PREMATURAMENTE.		
35	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,727	22	541	11	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.		
36	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,744	17	558	1	REFRIGERACIÓN	TERMOSTATO	FALLA EN MEDICIÓN DE TEMPERATURA		
37	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,760	16	574	6	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN CENTRAL	FALLA EN LA ARTICULACION CENTRAL		
38	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,772	12	586	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.		
39	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,790	18	604	7	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR		
40	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,811	21	625	5	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.		
41	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,822	11	636	12	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA		
42	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,836	14	650	7	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR		
43	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,849	13	663	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO		

Fuente: *Elaboración propia.*

- Scoop N°04:

Tabla N°4.7: Historial de fallas de scoop N°04

EQUIPO		HOROMETRO INICIAL		HISTORIAL DE FALLAS - POST PRUEBA						
SC_04		10,650		SCOOP N°04						
N°	MES	FLOTA	EQUIPO	HORÓMETRO	TTF	ΣTTF	TTR	SISTEMA	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
1	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,666	16	16	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
2	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,676	10	26	12	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
3	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,690	14	40	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE DIRECCIÓN
4	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,707	17	57	5	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.
5	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,728	21	78	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.
6	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,746	18	96	12	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.
7	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,768	22	118	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
8	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,792	24	142	11	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
9	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,813	21	163	6	ESTRUCTURAL	CUCHARA	FISURAS EN CUCHARA
10	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,835	22	185	1	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA
11	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,857	22	207	12	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.
12	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,871	14	221	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
13	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,881	10	231	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
14	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,897	16	247	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE
15	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,912	15	262	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE DIRECCIÓN
16	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,931	19	281	2	REFRIGERACIÓN	RADIADOR	FALLA EN RADIADOR
17	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,949	18	299	1	REFRIGERACIÓN	TERMOSTATO	FALLA EN MEDICIÓN DE TEMPERATURA
18	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,970	21	320	12	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
19	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	10,985	15	335	12	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.
20	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,006	21	356	11	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
21	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,016	10	366	5	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.
22	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,029	13	379	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
23	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,041	12	391	12	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.
24	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,058	17	408	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
25	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,080	22	430	1	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA
26	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,094	14	444	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO
27	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,105	11	455	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.
28	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,129	24	479	3	DIRECCIÓN	JOYSTICK	PROBLEMA DE JOSTICK
29	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,141	12	491	1	REFRIGERACIÓN	TERMOSTATO	FALLA EN MEDICIÓN DE TEMPERATURA
30	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,151	10	501	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
31	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,163	12	513	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
32	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,176	13	526	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE DIRECCIÓN
33	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,196	20	546	2	REFRIGERACIÓN	RADIADOR	FALLA EN RADIADOR
34	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,215	19	565	11	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
35	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,237	22	587	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE
36	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,254	17	604	1	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA
37	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,267	13	617	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
38	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,285	18	635	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
39	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,300	15	650	6	ESTRUCTURAL	CUCHARA	FISURAS EN CUCHARA
40	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,323	23	673	12	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.
41	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,334	11	684	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE
42	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,344	10	694	12	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.
43	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,362	18	712	12	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA

Fuente: *Elaboración propia.*

- Scoop N°05:

Tabla N°4.8: Historial de fallas de scoop N°05

EQUIPO		HOROMETRO INICIAL		HISTORIAL DE FALLAS - PRE PRUEBA								
SC_05		10,743		SCOOP N°05								
N°	MES	FLOTA	EQUIPO	HORÓMETRO	TTF	ΣTTF	TTR	SISTEMA	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN		
1	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,758	15	15	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR		
2	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,780	22	37	12	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.		
3	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,800	20	57	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA		
4	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,825	25	82	11	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.		
5	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,837	12	94	12	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.		
6	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,855	18	112	12	HIDRÁULICO	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.		
7	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,875	20	132	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE		
8	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,891	16	148	3	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN CENTRAL	CAMBIO DE PIN DE ARTICULACIÓN CENTRAL		
9	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,911	20	168	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRAULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE VOLTEO		
10	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,934	23	191	3	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA		
11	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,955	21	212	1	REFRIGERACIÓN	TERMOSTATO	FALLA EN MEDICIÓN DE TEMPERATURA		
12	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,971	16	228	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.		
13	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	10,987	16	244	6	ESTRUCTURAL	CUCHARA	FISURAS EN CUCHARA		
14	AGOSTO	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,006	19	263	12	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA		
15	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,029	23	286	3	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA		
16	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,047	18	304	12	HIDRÁULICO	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.		
17	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,069	22	326	11	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.		
18	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,088	19	345	12	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.		
19	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,110	22	367	12	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.		
20	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,122	12	379	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA		
21	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,135	13	392	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRAULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE VOLTEO		
22	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,152	17	409	3	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA		
23	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,173	21	430	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.		
24	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,191	18	448	1	LUBRICACIÓN	BOMBA DE ACEITE DE MOTOR	FALLA EN BOMBA DE ACEITE DE LUBRICACIÓN.		
25	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,216	25	473	3	ELÉCTRICO	PARQUEO	FALLA ELÉCTRICA EN SISTEMA DE PARQUEO.		
26	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,235	19	492	2	REFRIGERACIÓN	RADIADOR	FALLA EN RADIADOR		
27	SETIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,251	16	508	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE		
28	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,266	15	523	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR		
29	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,291	25	548	11	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.		
30	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,314	23	571	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRAULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE VOLTEO		
31	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,332	18	589	12	HIDRÁULICO	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.		
32	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,353	21	610	12	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.		
33	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,366	13	623	3	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA		
34	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,384	18	641	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA		
35	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,400	16	657	12	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA		
36	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,419	19	676	6	ESTRUCTURAL	CUCHARA	FISURAS EN CUCHARA		
37	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,439	20	696	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE		
38	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,452	13	709	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.		
39	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,468	16	725	11	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.		
40	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,488	20	745	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRAULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE VOLTEO		
41	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,511	23	768	3	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN CENTRAL	CAMBIO DE PIN DE ARTICULACIÓN CENTRAL		
42	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,527	16	784	12	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA		
43	OCTUBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,545	18	802	12	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.		

Fuente: *Elaboración propia.*

c. Modelamiento de confiabilidad – Pre Prueba.-

c.1. Confiabilidad de Scoop N°01 – Pre Prueba.-

- Ploteo de probabilidades:

Tabla N°4.9: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°01

ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
					X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	1.0	8.0	0.016	0.984	8.000	-2.141	8.000	-0.016	2.079	-4.119
2	2.5	9.0	0.039	0.961	9.000	-1.760	9.000	-0.040	2.197	-3.220
3	2.0	9.0	0.062	0.938	9.000	-1.536	9.000	-0.064	2.197	-2.745
4	3.0	11.0	0.085	0.915	11.000	-1.371	11.000	-0.089	2.398	-2.418
5	5.0	11.0	0.108	0.892	11.000	-1.236	11.000	-0.115	2.398	-2.166
6	10.0	12.0	0.131	0.869	12.000	-1.120	12.000	-0.141	2.485	-1.960
7	10.0	15.0	0.154	0.846	15.000	-1.018	15.000	-0.168	2.708	-1.786
8	12.0	15.0	0.177	0.823	15.000	-0.925	15.000	-0.195	2.708	-1.633
9	10.0	15.0	0.200	0.800	15.000	-0.840	15.000	-0.224	2.708	-1.497
10	4.0	15.0	0.224	0.776	15.000	-0.760	15.000	-0.253	2.708	-1.375
11	3.0	15.0	0.247	0.753	15.000	-0.685	15.000	-0.283	2.708	-1.262
12	10.0	15.0	0.270	0.730	15.000	-0.614	15.000	-0.314	2.708	-1.158
13	2.5	15.0	0.293	0.707	15.000	-0.546	15.000	-0.346	2.708	-1.061
14	2.5	15.0	0.316	0.684	15.000	-0.480	15.000	-0.379	2.708	-0.969
15	2.0	15.0	0.339	0.661	15.000	-0.416	15.000	-0.414	2.708	-0.883
16	3.0	15.0	0.362	0.638	15.000	-0.354	15.000	-0.449	2.708	-0.801
17	2.0	16.0	0.385	0.615	16.000	-0.293	16.000	-0.486	2.773	-0.722
18	6.5	17.0	0.408	0.592	17.000	-0.233	17.000	-0.524	2.833	-0.646
19	2.0	17.0	0.431	0.569	17.000	-0.174	17.000	-0.564	2.833	-0.573
20	6.0	18.0	0.454	0.546	18.000	-0.116	18.000	-0.605	2.890	-0.503
21	2.5	18.0	0.477	0.523	18.000	-0.058	18.000	-0.648	2.890	-0.434
22	1.0	18.0	0.500	0.500	18.000	0.000	18.000	-0.693	2.890	-0.367
23	4.0	18.0	0.523	0.477	18.000	0.058	18.000	-0.740	2.890	-0.301
24	10.0	18.0	0.546	0.454	18.000	0.116	18.000	-0.790	2.890	-0.236
25	4.0	18.0	0.569	0.431	18.000	0.174	18.000	-0.842	2.890	-0.172
26	3.0	18.0	0.592	0.408	18.000	0.233	18.000	-0.897	2.890	-0.109
27	10.0	19.0	0.615	0.385	19.000	0.293	19.000	-0.955	2.944	-0.046
28	2.5	19.0	0.638	0.362	19.000	0.354	19.000	-1.017	2.944	0.017
29	10.0	19.0	0.661	0.339	19.000	0.416	19.000	-1.083	2.944	0.079
30	3.0	19.0	0.684	0.316	19.000	0.480	19.000	-1.153	2.944	0.142
31	10.0	19.0	0.707	0.293	19.000	0.546	19.000	-1.229	2.944	0.206
32	2.0	19.0	0.730	0.270	19.000	0.614	19.000	-1.311	2.944	0.271
33	10.0	19.0	0.753	0.247	19.000	0.685	19.000	-1.400	2.944	0.337
34	12.0	19.0	0.776	0.224	19.000	0.760	19.000	-1.498	2.944	0.404
35	2.0	19.0	0.800	0.200	19.000	0.840	19.000	-1.607	2.944	0.474
36	2.0	20.0	0.823	0.177	20.000	0.925	20.000	-1.729	2.996	0.548
37	1.5	21.0	0.846	0.154	21.000	1.018	21.000	-1.868	3.045	0.625
38	6.0	21.0	0.869	0.131	21.000	1.120	21.000	-2.030	3.045	0.708
39	10.0	21.0	0.892	0.108	21.000	1.236	21.000	-2.223	3.045	0.799
40	3.0	21.0	0.915	0.085	21.000	1.371	21.000	-2.462	3.045	0.901
41	1.0	21.0	0.938	0.062	21.000	1.536	21.000	-2.777	3.045	1.021
42	2.0	23.0	0.961	0.039	23.000	1.760	23.000	-3.240	3.135	1.176
43	1.0	24.0	0.984	0.016	24.000	2.141	24.000	-4.127	3.178	1.418

Fuente: *Elaboración propia.*

- Verificación y selección de distribución estadística:

Tabla N°4.10: Coeficiente de Pearson de para distribuciones de fallas de Scoop N°01

NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
Coef. Pearson (R ²):	0.935	Coef. Pearson (R ²):	0.697	Coef. Pearson (R ²):	0.946

Fuente: *Elaboración propia.*

La distribución que presenta el Coeficiente de Pearson más cercano a “1” es la distribución Weibull, puesto que tiene R²=0.946

- Estimación de parámetros estadísticos:

Tabla N°4.11: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°01

WEIBULL	
Beta (β):	4.756
Eta (η):	18.555

Fuente: *Elaboración propia.*

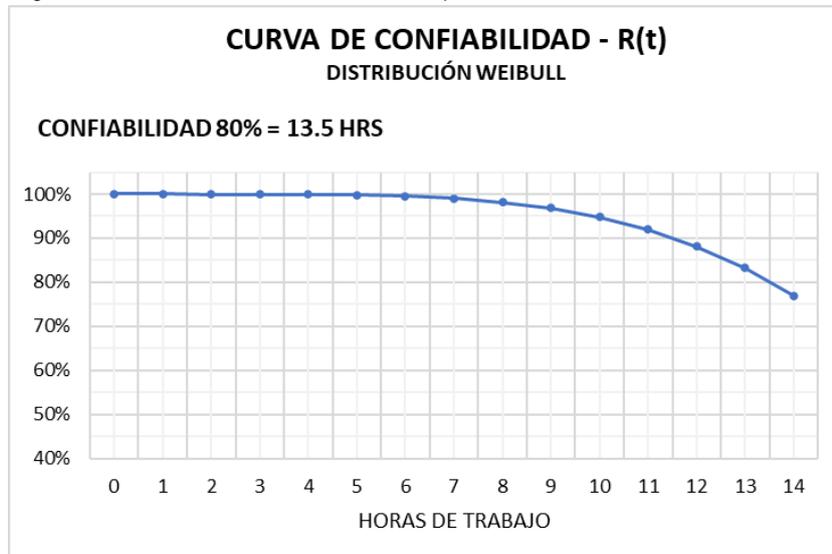
- Modelamiento de la curva de confiabilidad:

Tabla N°4.12: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°01

DISTRIBUCIÓN WEIBULL					
ITEM	t	f(t)	F(t)	R(t)	$\lambda(t)$
1	0	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
2	1	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
3	2	0.00006	0.00003	0.99997	0.00006
4	3	0.00027	0.00017	0.99983	0.00027
5	4	0.00080	0.00068	0.99932	0.00081
6	5	0.00186	0.00195	0.99805	0.00186
7	6	0.00367	0.00465	0.99535	0.00369
8	7	0.00652	0.00965	0.99035	0.00659
9	8	0.01068	0.01813	0.98187	0.01088
10	9	0.01639	0.03153	0.96847	0.01693
11	10	0.02385	0.05150	0.94850	0.02514
12	11	0.03310	0.07982	0.92018	0.03597
13	12	0.04397	0.11824	0.88176	0.04987
14	13	0.05603	0.16817	0.83183	0.06736
15	14	0.06847	0.23043	0.76957	0.08898

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.9: Curva de confiabilidad de Scoop N°01 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para cumplir con los objetivos de producción se requiere una operación continua de 45 horas como mínimo con una confiabilidad de 80%, por lo mencionado es evidente que el Scoop N°01 no cumplió los objetivos, puesto que para garantizar una confiabilidad de 80% podría trabajar 13.5 horas antes de presentar alguna falla e ingresar al taller para su reparación.

c.2. Confiabilidad de Scoop N°02 – Pre Prueba.-

- Ploteo de probabilidades:

Tabla N°4.13: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°02

ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
					X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	12.0	9.0	0.017	0.983	9.000	-2.112	9.000	-0.017	2.197	-4.047
2	6.0	10.0	0.042	0.958	10.000	-1.727	10.000	-0.043	2.303	-3.147
3	1.0	11.0	0.067	0.933	11.000	-1.500	11.000	-0.069	2.398	-2.671
4	1.5	11.0	0.092	0.908	11.000	-1.331	11.000	-0.096	2.398	-2.343
5	12.0	11.0	0.116	0.884	11.000	-1.194	11.000	-0.124	2.398	-2.090
6	0.3	12.0	0.141	0.859	12.000	-1.075	12.000	-0.152	2.485	-1.883
7	2.5	12.0	0.166	0.834	12.000	-0.971	12.000	-0.181	2.485	-1.707
8	1.0	13.0	0.191	0.809	13.000	-0.876	13.000	-0.211	2.565	-1.554
9	3.0	13.0	0.215	0.785	13.000	-0.788	13.000	-0.243	2.565	-1.417
10	1.0	13.0	0.240	0.760	13.000	-0.706	13.000	-0.275	2.565	-1.293
11	2.0	13.0	0.265	0.735	13.000	-0.628	13.000	-0.308	2.565	-1.179
12	2.0	13.0	0.290	0.710	13.000	-0.555	13.000	-0.342	2.565	-1.073
13	1.0	13.0	0.314	0.686	13.000	-0.484	13.000	-0.377	2.565	-0.974
14	6.0	13.0	0.339	0.661	13.000	-0.415	13.000	-0.414	2.565	-0.881
15	1.0	14.0	0.364	0.636	14.000	-0.348	14.000	-0.452	2.639	-0.793
16	2.5	14.0	0.389	0.611	14.000	-0.283	14.000	-0.492	2.639	-0.709
17	1.0	14.0	0.413	0.587	14.000	-0.219	14.000	-0.533	2.639	-0.629
18	12.0	14.0	0.438	0.562	14.000	-0.156	14.000	-0.576	2.639	-0.551
19	2.5	14.0	0.463	0.537	14.000	-0.093	14.000	-0.622	2.639	-0.476
20	3.0	14.0	0.488	0.512	14.000	-0.031	14.000	-0.669	2.639	-0.402
21	3.0	14.0	0.512	0.488	14.000	0.031	14.000	-0.718	2.639	-0.331
22	12.0	15.0	0.537	0.463	15.000	0.093	15.000	-0.770	2.708	-0.261
23	12.0	15.0	0.562	0.438	15.000	0.156	15.000	-0.825	2.708	-0.192
24	12.0	15.0	0.587	0.413	15.000	0.219	15.000	-0.883	2.708	-0.124
25	6.0	15.0	0.611	0.389	15.000	0.283	15.000	-0.945	2.708	-0.056
26	5.0	15.0	0.636	0.364	15.000	0.348	15.000	-1.011	2.708	0.011
27	1.0	15.0	0.661	0.339	15.000	0.415	15.000	-1.081	2.708	0.078
28	6.0	15.0	0.686	0.314	15.000	0.484	15.000	-1.157	2.708	0.146
29	12.0	15.0	0.710	0.290	15.000	0.555	15.000	-1.239	2.708	0.214
30	6.0	16.0	0.735	0.265	16.000	0.628	16.000	-1.329	2.773	0.284
31	3.0	16.0	0.760	0.240	16.000	0.706	16.000	-1.427	2.773	0.355
32	12.0	16.0	0.785	0.215	16.000	0.788	16.000	-1.536	2.773	0.429
33	12.0	17.0	0.809	0.191	17.000	0.876	17.000	-1.658	2.833	0.505
34	6.0	17.0	0.834	0.166	17.000	0.971	17.000	-1.797	2.833	0.586
35	6.0	17.0	0.859	0.141	17.000	1.075	17.000	-1.958	2.833	0.672
36	1.5	18.0	0.884	0.116	18.000	1.194	18.000	-2.151	2.890	0.766
37	1.0	18.0	0.908	0.092	18.000	1.331	18.000	-2.390	2.890	0.872
38	6.0	18.0	0.933	0.067	18.000	1.500	18.000	-2.706	2.890	0.995
39	4.0	18.0	0.958	0.042	18.000	1.727	18.000	-3.168	2.890	1.153
40	12.0	18.0	0.983	0.017	18.000	2.112	18.000	-4.056	2.890	1.400

Fuente: *Elaboración propia.*

- Verificación y selección de distribución estadística:

Tabla N°4.14: Coeficiente de Pearson de para distribuciones de fallas de Scoop N°02

NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
Coef. Pearson (R ²):	0.967	Coef. Pearson (R ²):	0.780	Coef. Pearson (R ²):	0.973

Fuente: *Elaboración propia.*

La distribución que presenta el Coeficiente de Pearson más cercano a “1” es la distribución Weibull, puesto que tiene R²=0.973

- Estimación de parámetros estadísticos:

Tabla N°4.15: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°02

WEIBULL	
Beta (β):	7.166
Eta (η):	15.310

Fuente: *Elaboración propia.*

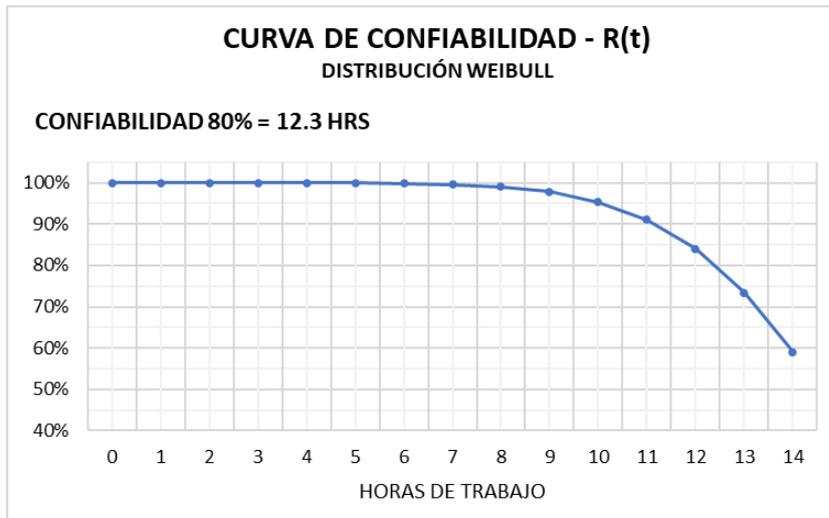
- Modelamiento de la curva de confiabilidad:

Tabla N°4.16: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°02

DISTRIBUCIÓN WEIBULL					
ITEM	t	f(t)	F(t)	R(t)	$\lambda(t)$
1	0	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
2	1	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
3	2	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
4	3	0.00002	0.00001	0.99999	0.00002
5	4	0.00012	0.00007	0.99993	0.00012
6	5	0.00047	0.00033	0.99967	0.00047
7	6	0.00145	0.00121	0.99879	0.00145
8	7	0.00374	0.00366	0.99634	0.00376
9	8	0.00847	0.00951	0.99049	0.00856
10	9	0.01730	0.02197	0.97803	0.01769
11	10	0.03231	0.04617	0.95383	0.03387
12	11	0.05552	0.08933	0.91067	0.06096
13	12	0.08755	0.16018	0.83982	0.10425
14	13	0.12527	0.26640	0.73360	0.17077
15	14	0.15923	0.40955	0.59045	0.26968

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.10: Curva de confiabilidad de Scoop N°02 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para cumplir con los objetivos de producción se requiere una operación continua de 45 horas como mínimo con una confiabilidad de 80%, por lo mencionado es evidente que el Scoop N°02 no cumplió los objetivos, puesto que para garantizar una confiabilidad de 80% debe de trabajar 12.3 horas antes de presentar alguna falla e ingresar al taller para su reparación.

c.3. Confiabilidad de Scoop N°03 – Pre Prueba.-

- Ploteo de probabilidades:

Tabla N°4.17: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°03

ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
					X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	3.0	10.0	0.016	0.984	10.000	-2.141	10.000	-0.016	2.303	-4.119
2	1.0	11.0	0.039	0.961	11.000	-1.760	11.000	-0.040	2.398	-3.220
3	7.0	11.0	0.062	0.938	11.000	-1.536	11.000	-0.064	2.398	-2.745
4	12.0	11.0	0.085	0.915	11.000	-1.371	11.000	-0.089	2.398	-2.418
5	2.0	12.0	0.108	0.892	12.000	-1.236	12.000	-0.115	2.485	-2.166
6	11.0	12.0	0.131	0.869	12.000	-1.120	12.000	-0.141	2.485	-1.960
7	12.0	12.0	0.154	0.846	12.000	-1.018	12.000	-0.168	2.485	-1.786
8	3.0	12.0	0.177	0.823	12.000	-0.925	12.000	-0.195	2.485	-1.633
9	1.0	13.0	0.200	0.800	13.000	-0.840	13.000	-0.224	2.565	-1.497
10	1.0	13.0	0.224	0.776	13.000	-0.760	13.000	-0.253	2.565	-1.375
11	2.0	13.0	0.247	0.753	13.000	-0.685	13.000	-0.283	2.565	-1.262
12	1.0	13.0	0.270	0.730	13.000	-0.614	13.000	-0.314	2.565	-1.158
13	12.0	14.0	0.293	0.707	14.000	-0.546	14.000	-0.346	2.639	-1.061
14	2.5	14.0	0.316	0.684	14.000	-0.480	14.000	-0.379	2.639	-0.969
15	4.0	14.0	0.339	0.661	14.000	-0.416	14.000	-0.414	2.639	-0.883
16	10.0	14.0	0.362	0.638	14.000	-0.354	14.000	-0.449	2.639	-0.801
17	7.0	14.0	0.385	0.615	14.000	-0.293	14.000	-0.486	2.639	-0.722
18	7.0	15.0	0.408	0.592	15.000	-0.233	15.000	-0.524	2.708	-0.646
19	5.0	15.0	0.431	0.569	15.000	-0.174	15.000	-0.564	2.708	-0.573
20	2.5	15.0	0.454	0.546	15.000	-0.116	15.000	-0.605	2.708	-0.503
21	1.0	15.0	0.477	0.523	15.000	-0.058	15.000	-0.648	2.708	-0.434
22	12.0	16.0	0.500	0.500	16.000	0.000	16.000	-0.693	2.773	-0.367
23	2.5	16.0	0.523	0.477	16.000	0.058	16.000	-0.740	2.773	-0.301
24	5.0	16.0	0.546	0.454	16.000	0.116	16.000	-0.790	2.773	-0.236
25	3.0	16.0	0.569	0.431	16.000	0.174	16.000	-0.842	2.773	-0.172
26	12.0	16.0	0.592	0.408	16.000	0.233	16.000	-0.897	2.773	-0.109
27	6.0	16.0	0.615	0.385	16.000	0.293	16.000	-0.955	2.773	-0.046
28	1.5	17.0	0.638	0.362	17.000	0.354	17.000	-1.017	2.833	0.017
29	1.0	17.0	0.661	0.339	17.000	0.416	17.000	-1.083	2.833	0.079
30	6.0	17.0	0.684	0.316	17.000	0.480	17.000	-1.153	2.833	0.142
31	7.0	17.0	0.707	0.293	17.000	0.546	17.000	-1.229	2.833	0.206
32	1.0	17.0	0.730	0.270	17.000	0.614	17.000	-1.311	2.833	0.271
33	1.0	18.0	0.753	0.247	18.000	0.685	18.000	-1.400	2.890	0.337
34	11.0	18.0	0.776	0.224	18.000	0.760	18.000	-1.498	2.890	0.404
35	2.0	18.0	0.800	0.200	18.000	0.840	18.000	-1.607	2.890	0.474
36	2.0	18.0	0.823	0.177	18.000	0.925	18.000	-1.729	2.890	0.548
37	6.0	18.0	0.846	0.154	18.000	1.018	18.000	-1.868	2.890	0.625
38	7.0	18.0	0.869	0.131	18.000	1.120	18.000	-2.030	2.890	0.708
39	7.0	19.0	0.892	0.108	19.000	1.236	19.000	-2.223	2.944	0.799
40	1.0	19.0	0.915	0.085	19.000	1.371	19.000	-2.462	2.944	0.901
41	3.0	20.0	0.938	0.062	20.000	1.536	20.000	-2.777	2.996	1.021
42	5.0	21.0	0.961	0.039	21.000	1.760	21.000	-3.240	3.045	1.176
43	11.0	22.0	0.984	0.016	22.000	2.141	22.000	-4.127	3.091	1.418

Fuente: *Elaboración propia.*

- Verificación y selección de distribución estadística:

Tabla N°4.18: Coeficiente de Pearson de para distribuciones de fallas de Scoop N°03

NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
Coef. Pearson (R ²):	0.982	Coef. Pearson (R ²):	0.858	Coef. Pearson (R ²):	0.958

Fuente: *Elaboración propia.*

La distribución que presenta el Coeficiente de Pearson más cercano a “1” es la distribución Normal, puesto que tiene R²=0.982

- Estimación de parámetros estadísticos:

Tabla N°4.19: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°03

NORMAL	
Media (μ):	15.419
Desv. Estándar (σ):	2.981

Fuente: *Elaboración propia.*

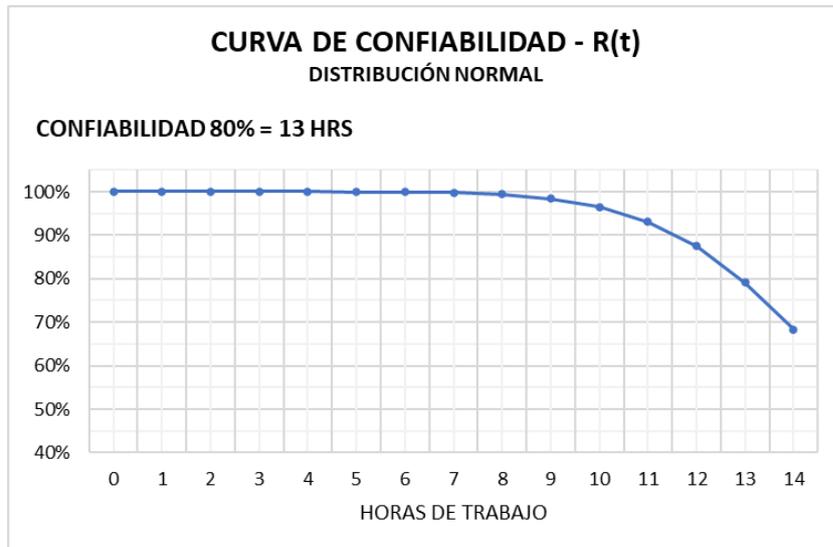
- Modelamiento de la curva de confiabilidad:

Tabla N°4.20: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°03

DISTRIBUCIÓN NORMAL					
ITEM	t	f(t)	F(t)	R(t)	$\lambda(t)$
1	0	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
2	1	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
3	2	0.00001	0.00000	1.00000	0.00001
4	3	0.00002	0.00002	0.99998	0.00002
5	4	0.00009	0.00006	0.99994	0.00009
6	5	0.00030	0.00024	0.99976	0.00030
7	6	0.00091	0.00079	0.99921	0.00091
8	7	0.00248	0.00237	0.99763	0.00249
9	8	0.00605	0.00641	0.99359	0.00609
10	9	0.01318	0.01565	0.98435	0.01338
11	10	0.02565	0.03455	0.96545	0.02656
12	11	0.04461	0.06913	0.93087	0.04792
13	12	0.06934	0.12572	0.87428	0.07931
14	13	0.09630	0.20858	0.79142	0.12168
15	14	0.11950	0.31707	0.68293	0.17499

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.11: Curva de confiabilidad de Scoop N°03 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para cumplir con los objetivos de producción se requiere una operación continua de 45 horas como mínimo con una confiabilidad de 80%, por lo mencionado es evidente que el Scoop N°03 no cumplió los objetivos, puesto que para garantizar una confiabilidad de 80% debe de trabajar 13 horas antes de presentar alguna falla e ingresar al taller para su reparación.

c.4. Confiabilidad de Scoop N°04 – Pre Prueba.-

- Ploteo de probabilidades:

Tabla N°4.21: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°04

ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
					X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	12.0	10.0	0.016	0.984	10.000	-2.141	10.000	-0.016	2.303	-4.119
2	2.0	10.0	0.039	0.961	10.000	-1.760	10.000	-0.040	2.303	-3.220
3	5.0	10.0	0.062	0.938	10.000	-1.536	10.000	-0.064	2.303	-2.745
4	2.0	10.0	0.085	0.915	10.000	-1.371	10.000	-0.089	2.303	-2.418
5	12.0	10.0	0.108	0.892	10.000	-1.236	10.000	-0.115	2.303	-2.166
6	3.0	11.0	0.131	0.869	11.000	-1.120	11.000	-0.141	2.398	-1.960
7	3.0	11.0	0.154	0.846	11.000	-1.018	11.000	-0.168	2.398	-1.786
8	12.0	12.0	0.177	0.823	12.000	-0.925	12.000	-0.195	2.485	-1.633
9	1.0	12.0	0.200	0.800	12.000	-0.840	12.000	-0.224	2.485	-1.497
10	2.5	12.0	0.224	0.776	12.000	-0.760	12.000	-0.253	2.485	-1.375
11	2.0	13.0	0.247	0.753	13.000	-0.685	13.000	-0.283	2.565	-1.262
12	1.0	13.0	0.270	0.730	13.000	-0.614	13.000	-0.314	2.565	-1.158
13	2.0	13.0	0.293	0.707	13.000	-0.546	13.000	-0.346	2.565	-1.061
14	1.0	14.0	0.316	0.684	14.000	-0.480	14.000	-0.379	2.639	-0.969
15	2.5	14.0	0.339	0.661	14.000	-0.416	14.000	-0.414	2.639	-0.883
16	1.0	14.0	0.362	0.638	14.000	-0.354	14.000	-0.449	2.639	-0.801
17	1.0	15.0	0.385	0.615	15.000	-0.293	15.000	-0.486	2.708	-0.722
18	12.0	15.0	0.408	0.592	15.000	-0.233	15.000	-0.524	2.708	-0.646
19	6.0	15.0	0.431	0.569	15.000	-0.174	15.000	-0.564	2.708	-0.573
20	2.0	16.0	0.454	0.546	16.000	-0.116	16.000	-0.605	2.773	-0.503
21	3.0	16.0	0.477	0.523	16.000	-0.058	16.000	-0.648	2.773	-0.434
22	5.0	17.0	0.500	0.500	17.000	0.000	17.000	-0.693	2.833	-0.367
23	2.5	17.0	0.523	0.477	17.000	0.058	17.000	-0.740	2.833	-0.301
24	1.0	17.0	0.546	0.454	17.000	0.116	17.000	-0.790	2.833	-0.236
25	12.0	18.0	0.569	0.431	18.000	0.174	18.000	-0.842	2.890	-0.172
26	1.0	18.0	0.592	0.408	18.000	0.233	18.000	-0.897	2.890	-0.109
27	2.5	18.0	0.615	0.385	18.000	0.293	18.000	-0.955	2.890	-0.046
28	12.0	18.0	0.638	0.362	18.000	0.354	18.000	-1.017	2.890	0.017
29	2.0	19.0	0.661	0.339	19.000	0.416	19.000	-1.083	2.944	0.079
30	11.0	19.0	0.684	0.316	19.000	0.480	19.000	-1.153	2.944	0.142
31	2.0	20.0	0.707	0.293	20.000	0.546	20.000	-1.229	2.996	0.206
32	3.0	21.0	0.730	0.270	21.000	0.614	21.000	-1.311	3.045	0.271
33	6.0	21.0	0.753	0.247	21.000	0.685	21.000	-1.400	3.045	0.337
34	12.0	21.0	0.776	0.224	21.000	0.760	21.000	-1.498	3.045	0.404
35	11.0	21.0	0.800	0.200	21.000	0.840	21.000	-1.607	3.045	0.474
36	2.0	22.0	0.823	0.177	22.000	0.925	22.000	-1.729	3.091	0.548
37	1.0	22.0	0.846	0.154	22.000	1.018	22.000	-1.868	3.091	0.625
38	12.0	22.0	0.869	0.131	22.000	1.120	22.000	-2.030	3.091	0.708
39	1.0	22.0	0.892	0.108	22.000	1.236	22.000	-2.223	3.091	0.799
40	3.0	22.0	0.915	0.085	22.000	1.371	22.000	-2.462	3.091	0.901
41	12.0	23.0	0.938	0.062	23.000	1.536	23.000	-2.777	3.135	1.021
42	11.0	24.0	0.961	0.039	24.000	1.760	24.000	-3.240	3.178	1.176
43	2.5	24.0	0.984	0.016	24.000	2.141	24.000	-4.127	3.178	1.418

Fuente: *Elaboración propia.*

- Verificación y selección de distribución estadística:

Tabla N°4.22: Coeficiente de Pearson de para distribuciones de fallas de Scoop N°04

NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
Coef. Pearson (R ²): 0.955	Coef. Pearson (R ²): 0.805	Coef. Pearson (R ²): 0.926

Fuente: *Elaboración propia.*

La distribución que presenta el Coeficiente de Pearson más cercano a “1” es la distribución Normal, puesto que tiene R²=0.955

- Estimación de parámetros estadísticos:

Tabla N°4.23: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°04

NORMAL	
Media (μ):	16.558
Desv. Estándar (σ):	4.655

Fuente: *Elaboración propia.*

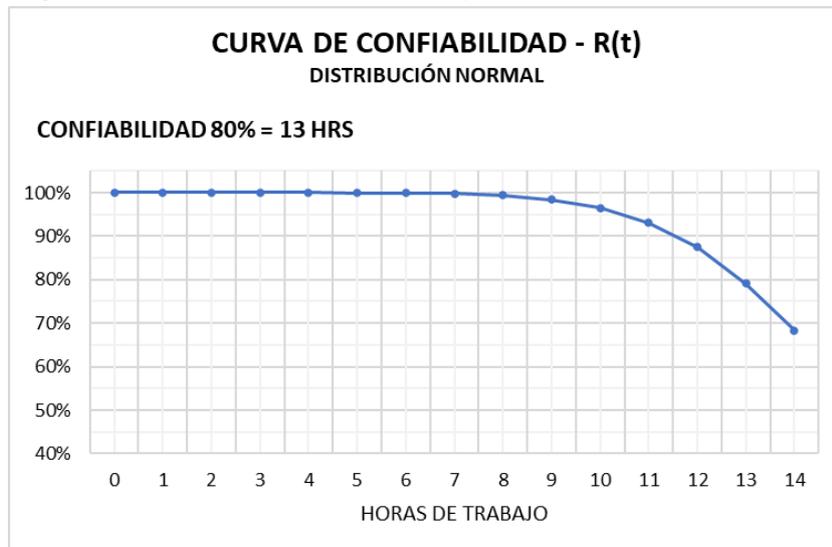
- Modelamiento de la curva de confiabilidad:

Tabla N°4.24: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°04

DISTRIBUCIÓN NORMAL					
ITEM	t	f(t)	F(t)	R(t)	$\lambda(t)$
1	0	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
2	1	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
3	2	0.00001	0.00000	1.00000	0.00001
4	3	0.00002	0.00002	0.99998	0.00002
5	4	0.00009	0.00006	0.99994	0.00009
6	5	0.00030	0.00024	0.99976	0.00030
7	6	0.00091	0.00079	0.99921	0.00091
8	7	0.00248	0.00237	0.99763	0.00249
9	8	0.00605	0.00641	0.99359	0.00609
10	9	0.01318	0.01565	0.98435	0.01338
11	10	0.02565	0.03455	0.96545	0.02656
12	11	0.04461	0.06913	0.93087	0.04792
13	12	0.06934	0.12572	0.87428	0.07931
14	13	0.09630	0.20858	0.79142	0.12168
15	14	0.11950	0.31707	0.68293	0.17499

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.12: Curva de confiabilidad de Scoop N°04 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para cumplir con los objetivos de producción se requiere una operación continua de 45 horas como mínimo con una confiabilidad de 80%, por lo mencionado es evidente que el Scoop N°04 no cumplió los objetivos, puesto que para garantizar una confiabilidad de 80% debe de trabajar 13 horas antes de presentar alguna falla e ingresar al taller para su reparación.

c.5. Confiabilidad de Scoop N°05 – Pre Prueba.-

- Ploteo de probabilidades:

Tabla N°4.25: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°05

ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
					X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	12.0	12.0	0.016	0.984	12.000	-2.141	12.000	-0.016	2.485	-4.119
2	2.5	12.0	0.039	0.961	12.000	-1.760	12.000	-0.040	2.485	-3.220
3	0.5	13.0	0.062	0.938	13.000	-1.536	13.000	-0.064	2.565	-2.745
4	2.5	13.0	0.085	0.915	13.000	-1.371	13.000	-0.089	2.565	-2.418
5	3.0	13.0	0.108	0.892	13.000	-1.236	13.000	-0.115	2.565	-2.166
6	2.0	15.0	0.131	0.869	15.000	-1.120	15.000	-0.141	2.708	-1.960
7	2.0	15.0	0.154	0.846	15.000	-1.018	15.000	-0.168	2.708	-1.786
8	3.0	16.0	0.177	0.823	16.000	-0.925	16.000	-0.195	2.773	-1.633
9	3.0	16.0	0.200	0.800	16.000	-0.840	16.000	-0.224	2.773	-1.497
10	6.0	16.0	0.224	0.776	16.000	-0.760	16.000	-0.253	2.773	-1.375
11	3.0	16.0	0.247	0.753	16.000	-0.685	16.000	-0.283	2.773	-1.262
12	12.0	16.0	0.270	0.730	16.000	-0.614	16.000	-0.314	2.773	-1.158
13	11.0	16.0	0.293	0.707	16.000	-0.546	16.000	-0.346	2.773	-1.061
14	12.0	16.0	0.316	0.684	16.000	-0.480	16.000	-0.379	2.773	-0.969
15	2.5	17.0	0.339	0.661	17.000	-0.416	17.000	-0.414	2.833	-0.883
16	12.0	18.0	0.362	0.638	18.000	-0.354	18.000	-0.449	2.890	-0.801
17	12.0	18.0	0.385	0.615	18.000	-0.293	18.000	-0.486	2.890	-0.722
18	1.0	18.0	0.408	0.592	18.000	-0.233	18.000	-0.524	2.890	-0.646
19	12.0	18.0	0.431	0.569	18.000	-0.174	18.000	-0.564	2.890	-0.573
20	2.5	18.0	0.454	0.546	18.000	-0.116	18.000	-0.605	2.890	-0.503
21	12.0	18.0	0.477	0.523	18.000	-0.058	18.000	-0.648	2.890	-0.434
22	12.0	19.0	0.500	0.500	19.000	0.000	19.000	-0.693	2.944	-0.367
23	12.0	19.0	0.523	0.477	19.000	0.058	19.000	-0.740	2.944	-0.301
24	2.0	19.0	0.546	0.454	19.000	0.116	19.000	-0.790	2.944	-0.236
25	6.0	19.0	0.569	0.431	19.000	0.174	19.000	-0.842	2.944	-0.172
26	2.5	20.0	0.592	0.408	20.000	0.233	20.000	-0.897	2.996	-0.109
27	3.0	20.0	0.615	0.385	20.000	0.293	20.000	-0.955	2.996	-0.046
28	0.5	20.0	0.638	0.362	20.000	0.354	20.000	-1.017	2.996	0.017
29	3.0	20.0	0.661	0.339	20.000	0.416	20.000	-1.083	2.996	0.079
30	0.5	20.0	0.684	0.316	20.000	0.480	20.000	-1.153	2.996	0.142
31	1.0	21.0	0.707	0.293	21.000	0.546	21.000	-1.229	3.045	0.206
32	3.0	21.0	0.730	0.270	21.000	0.614	21.000	-1.311	3.045	0.271
33	12.0	21.0	0.753	0.247	21.000	0.685	21.000	-1.400	3.045	0.337
34	12.0	22.0	0.776	0.224	22.000	0.760	22.000	-1.498	3.091	0.404
35	11.0	22.0	0.800	0.200	22.000	0.840	22.000	-1.607	3.091	0.474
36	12.0	22.0	0.823	0.177	22.000	0.925	22.000	-1.729	3.091	0.548
37	2.5	23.0	0.846	0.154	23.000	1.018	23.000	-1.868	3.135	0.625
38	2.5	23.0	0.869	0.131	23.000	1.120	23.000	-2.030	3.135	0.708
39	0.5	23.0	0.892	0.108	23.000	1.236	23.000	-2.223	3.135	0.799
40	3.0	23.0	0.915	0.085	23.000	1.371	23.000	-2.462	3.135	0.901
41	11.0	25.0	0.938	0.062	25.000	1.536	25.000	-2.777	3.219	1.021
42	3.0	25.0	0.961	0.039	25.000	1.760	25.000	-3.240	3.219	1.176
43	11.0	25.0	0.984	0.016	25.000	2.141	25.000	-4.127	3.219	1.418

Fuente: *Elaboración propia.*

- Verificación y selección de distribución estadística:

Tabla N°4.26: Coeficiente de Pearson de para distribuciones de fallas de Scoop N°05

NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
Coef. Pearson (R ²):	0.979	Coef. Pearson (R ²):	0.816	Coef. Pearson (R ²):	0.965

Fuente: *Elaboración propia.*

La distribución que presenta el Coeficiente de Pearson más cercano a “1” es la distribución Normal, puesto que tiene R²=0.979

- Estimación de parámetros estadísticos:

Tabla N°4.27: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°05

NORMAL	
Media (μ):	18.651
Desv. Estándar (σ):	3.675

Fuente: *Elaboración propia.*

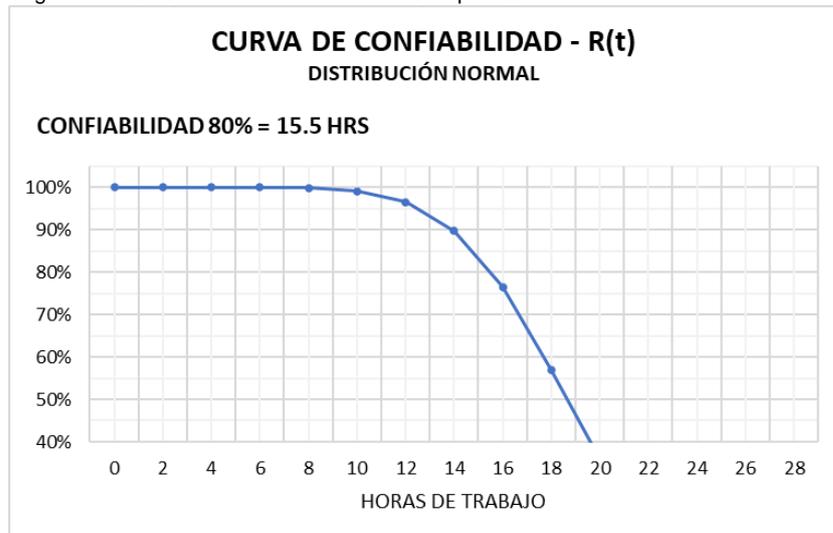
- Modelamiento de la curva de confiabilidad:

Tabla N°4.28: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°04

DISTRIBUCIÓN NORMAL					
ITEM	t	f(t)	F(t)	R(t)	$\lambda(t)$
1	0	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
2	2	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
3	4	0.00004	0.00003	0.99997	0.00004
4	6	0.00029	0.00029	0.99971	0.00029
5	8	0.00163	0.00188	0.99812	0.00163
6	10	0.00680	0.00928	0.99072	0.00686
7	12	0.02110	0.03516	0.96484	0.02187
8	14	0.04873	0.10282	0.89718	0.05432
9	16	0.08368	0.23533	0.76467	0.10944
10	18	0.10687	0.42968	0.57032	0.18738
11	20	0.10149	0.64320	0.35680	0.28443
12	22	0.07167	0.81892	0.18108	0.39579
13	24	0.03764	0.92723	0.07277	0.51725
14	26	0.01470	0.97723	0.02277	0.64570
15	28	0.00427	0.99452	0.00548	0.77900

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.13: Curva de confiabilidad de Scoop N°05 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para cumplir con los objetivos de producción se requiere una operación continua de 45 horas como mínimo con una confiabilidad de 80%, por lo mencionado es evidente que el Scoop N°05 no cumplió los objetivos, puesto que para garantizar una confiabilidad de 80% debe de trabajar 15.5 horas antes de presentar alguna falla e ingresar al taller para su reparación.

d. Análisis RAM – Pre Prueba.-

Según la distribución seleccionada se determinó el MTTF, MTTR y la Disponibilidad de cada equipo por cada mes, así mismo el indicador global.

d.1. Análisis RAM de Scoop N°01 – Pre Prueba.-

- Cálculo de indicadores globales:

Con los parámetros hallados del total de fallas, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad, de manera global para el total de meses:

Tabla N°4.29: Indicadores Globales de Scoop N°01 – Pre Prueba

DISTRIBUCION WEIBULL	
MTTF:	17.0 Hr
MTTR:	4.9 Hr
DISPONIBILIDAD:	77.5%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.14: Indicadores Globales de Scoop N°01 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para hallar los indicadores mensuales se realizó la selección de la distribución según las fallas mensuales por equipo.

- Ploteo y cálculo de parámetros de distribución mensual:

Se realizó el ploteo de las fallas en las 3 distribuciones para seleccionar la que más se adapte a las fallas.

Tabla N°4.30: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°01 – Pre Prueba

FALLAS DE AGOSTO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	10.0	15.0	0.049	0.951	15.000	-1.658	15.000	-0.050	2.708	-2.999
2	12.0	15.0	0.118	0.882	15.000	-1.185	15.000	-0.126	2.708	-2.074
3	10.0	15.0	0.188	0.813	15.000	-0.887	15.000	-0.208	2.708	-1.572
4	4.0	15.0	0.257	0.743	15.000	-0.653	15.000	-0.297	2.708	-1.214
5	6.5	17.0	0.326	0.674	17.000	-0.450	17.000	-0.395	2.833	-0.929
6	6.0	18.0	0.396	0.604	18.000	-0.264	18.000	-0.504	2.890	-0.685
7	2.5	18.0	0.465	0.535	18.000	-0.087	18.000	-0.626	2.890	-0.468
8	10.0	19.0	0.535	0.465	19.000	0.087	19.000	-0.765	2.944	-0.268
9	2.5	19.0	0.604	0.396	19.000	0.264	19.000	-0.927	2.944	-0.076
10	10.0	19.0	0.674	0.326	19.000	0.450	19.000	-1.120	2.944	0.113
11	3.0	19.0	0.743	0.257	19.000	0.653	19.000	-1.359	2.944	0.307
12	2.0	20.0	0.813	0.188	20.000	0.887	20.000	-1.674	2.996	0.515
13	2.0	23.0	0.882	0.118	23.000	1.185	23.000	-2.137	3.135	0.759
14	1.0	24.0	0.951	0.049	24.000	1.658	24.000	-3.024	3.178	1.107

FALLAS DE SETIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	1.0	8.0	0.052	0.948	8.000	-1.624	8.000	-0.054	2.079	-2.925
2	2.5	9.0	0.127	0.873	9.000	-1.141	9.000	-0.136	2.197	-1.998
3	3.0	11.0	0.201	0.799	11.000	-0.836	11.000	-0.225	2.398	-1.492
4	3.0	15.0	0.276	0.724	15.000	-0.594	15.000	-0.323	2.708	-1.130
5	10.0	15.0	0.351	0.649	15.000	-0.383	15.000	-0.432	2.708	-0.839
6	1.0	18.0	0.425	0.575	18.000	-0.188	18.000	-0.554	2.890	-0.591
7	4.0	18.0	0.500	0.500	18.000	0.000	18.000	-0.693	2.890	-0.367
8	10.0	19.0	0.575	0.425	19.000	0.188	19.000	-0.855	2.944	-0.157
9	2.0	19.0	0.649	0.351	19.000	0.383	19.000	-1.048	2.944	0.047
10	10.0	19.0	0.724	0.276	19.000	0.594	19.000	-1.287	2.944	0.252
11	1.5	21.0	0.799	0.201	21.000	0.836	21.000	-1.602	3.045	0.471
12	6.0	21.0	0.873	0.127	21.000	1.141	21.000	-2.065	3.045	0.725
13	10.0	21.0	0.948	0.052	21.000	1.624	21.000	-2.952	3.045	1.082

FALLAS DE OCTUBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.0	9.0	0.043	0.957	9.000	-1.720	9.000	-0.044	2.197	-3.132
2	5.0	11.0	0.104	0.896	11.000	-1.261	11.000	-0.109	2.398	-2.212
3	10.0	12.0	0.165	0.835	12.000	-0.976	12.000	-0.180	2.485	-1.715
4	2.5	15.0	0.226	0.774	15.000	-0.753	15.000	-0.256	2.708	-1.364
5	2.5	15.0	0.287	0.713	15.000	-0.563	15.000	-0.338	2.708	-1.086
6	2.0	15.0	0.348	0.652	15.000	-0.392	15.000	-0.427	2.708	-0.851
7	3.0	15.0	0.409	0.591	15.000	-0.231	15.000	-0.525	2.708	-0.644
8	2.0	16.0	0.470	0.530	16.000	-0.076	16.000	-0.634	2.773	-0.456
9	2.0	17.0	0.530	0.470	17.000	0.076	17.000	-0.756	2.833	-0.280
10	10.0	18.0	0.591	0.409	18.000	0.231	18.000	-0.895	2.890	-0.111
11	4.0	18.0	0.652	0.348	18.000	0.392	18.000	-1.057	2.890	0.055
12	3.0	18.0	0.713	0.287	18.000	0.563	18.000	-1.250	2.890	0.223
13	12.0	19.0	0.774	0.226	19.000	0.753	19.000	-1.489	2.944	0.398
14	2.0	19.0	0.835	0.165	19.000	0.976	19.000	-1.804	2.944	0.590
15	3.0	21.0	0.896	0.104	21.000	1.261	21.000	-2.267	3.045	0.818
16	1.0	21.0	0.957	0.043	21.000	1.720	21.000	-3.154	3.045	1.149

Fuente: *Elaboración propia.*

Según el Coeficiente de Pearson se eligió el que mas se acerca a “1”:

Tabla N°4.31: Coeficiente de Pearson de Scoop N°01 – Pre Prueba

AGOSTO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.903	Coef. Pearson (R ²): 0.908	Coef. Pearson (R ²): 0.846
SETIEMBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.927	Coef. Pearson (R ²): 0.768	Coef. Pearson (R ²): 0.937
OCTUBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.949	Coef. Pearson (R ²): 0.740	Coef. Pearson (R ²): 0.964

Fuente: *Elaboración propia.*

Se determinó los parámetros de cada distribución mensual:

Tabla N°4.32: Parámetros de distribuciones de Scoop N°01 – Pre Prueba

AGOSTO	NORMAL	
	Media (μ):	18.3
	Desv. Estándar (σ):	3.2
SETIEMBRE	WEIBULL	
	Beta (β):	3.308
	Eta (η):	18.5
OCTUBRE	WEIBULL	
	Beta (β):	4.852
	Eta (η):	17.7
	Gamma (γ):	0.0

Fuente: *Elaboración propia.*

- Cálculo de indicadores mensuales:

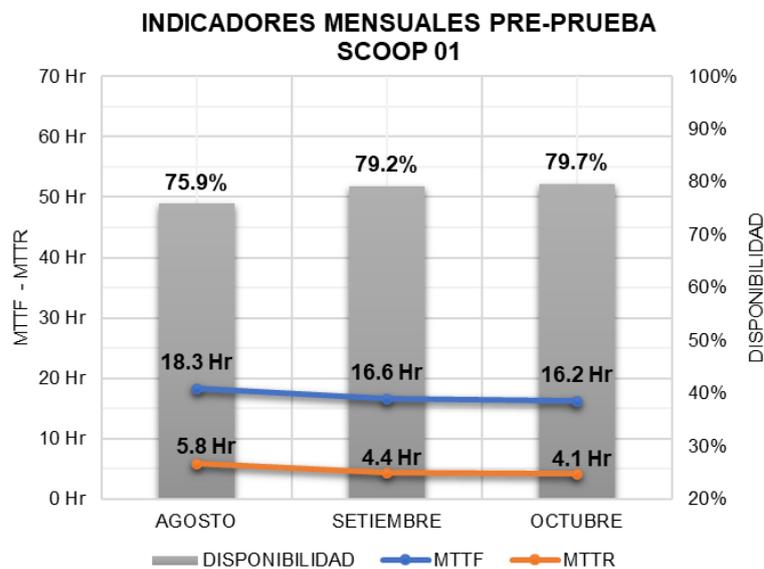
Con los parámetros hallados, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad para cada mes:

Tabla N°4.33: Indicadores mensuales de Scoop N°01 – Pre Prueba

MES :	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
DISTRIBUCIÓN :	NORMAL	WEIBULL	WEIBULL
MTTF :	18.3 Hr	16.6 Hr	16.2 Hr
MTTR :	5.8 Hr	4.4 Hr	4.1 Hr
DISPONIBILIDAD :	75.9%	79.2%	79.7%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.15: Indicador Mensual de Scoop N°01 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

d.2.Análisis RAM de Scoop N°02 – Pre Prueba.-

- Cálculo de indicadores globales:

Con los parámetros hallados del total de fallas, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad, de manera global para el total de meses:

Tabla N°4.34: Indicadores Globales de Scoop N°02 – Pre Prueba

DISTRIBUCIÓN WEIBULL	
MTTF:	14.3 Hr
MTTR:	5.3 Hr
DISPONIBILIDAD:	73.0%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.16: Indicadores Globales de Scoop N°02 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para hallar los indicadores mensuales se realizó la selección de la distribución según las fallas mensuales por equipo.

- Ploteo y cálculo de parámetros de distribución mensual:

Se realizó el ploteo de las fallas en las 3 distribuciones para seleccionar la que más se adapte a las fallas.

Tabla N°4.35: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°02 – Pre Prueba

FALLAS DE AGOSTO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	1.0	11.0	0.049	0.951	11.000	-1.658	11.000	-0.050	2.398	-2.999
2	1.5	11.0	0.118	0.882	11.000	-1.185	11.000	-0.126	2.398	-2.074
3	0.3	12.0	0.188	0.813	12.000	-0.887	12.000	-0.208	2.485	-1.572
4	1.0	13.0	0.257	0.743	13.000	-0.653	13.000	-0.297	2.565	-1.214
5	3.0	13.0	0.326	0.674	13.000	-0.450	13.000	-0.395	2.565	-0.929
6	1.0	13.0	0.396	0.604	13.000	-0.264	13.000	-0.504	2.565	-0.685
7	1.0	14.0	0.465	0.535	14.000	-0.087	14.000	-0.626	2.639	-0.468
8	12.0	15.0	0.535	0.465	15.000	0.087	15.000	-0.765	2.708	-0.268
9	12.0	15.0	0.604	0.396	15.000	0.264	15.000	-0.927	2.708	-0.076
10	12.0	15.0	0.674	0.326	15.000	0.450	15.000	-1.120	2.708	0.113
11	6.0	15.0	0.743	0.257	15.000	0.653	15.000	-1.359	2.708	0.307
12	1.5	18.0	0.813	0.188	18.000	0.887	18.000	-1.674	2.890	0.515
13	1.0	18.0	0.882	0.118	18.000	1.185	18.000	-2.137	2.890	0.759
14	6.0	18.0	0.951	0.049	18.000	1.658	18.000	-3.024	2.890	1.107

FALLAS DE SETIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.5	12.0	0.061	0.939	12.000	-1.543	12.000	-0.063	2.485	-2.759
2	2.0	13.0	0.149	0.851	13.000	-1.040	13.000	-0.161	2.565	-1.823
3	2.5	14.0	0.237	0.763	14.000	-0.716	14.000	-0.270	2.639	-1.308
4	1.0	14.0	0.325	0.675	14.000	-0.455	14.000	-0.392	2.639	-0.935
5	12.0	14.0	0.412	0.588	14.000	-0.222	14.000	-0.532	2.639	-0.632
6	2.5	14.0	0.500	0.500	14.000	0.000	14.000	-0.693	2.639	-0.367
7	5.0	15.0	0.588	0.412	15.000	0.222	15.000	-0.886	2.708	-0.121
8	1.0	15.0	0.675	0.325	15.000	0.455	15.000	-1.125	2.708	0.118
9	6.0	16.0	0.763	0.237	16.000	0.716	16.000	-1.440	2.773	0.365
10	3.0	16.0	0.851	0.149	16.000	1.040	16.000	-1.903	2.773	0.643
11	12.0	17.0	0.939	0.061	17.000	1.543	17.000	-2.790	2.833	1.026

FALLAS DE OCTUBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	12.0	9.0	0.045	0.955	9.000	-1.691	9.000	-0.047	2.197	-3.068
2	6.0	10.0	0.110	0.890	10.000	-1.224	10.000	-0.117	2.303	-2.146
3	12.0	11.0	0.175	0.825	11.000	-0.933	11.000	-0.193	2.398	-1.646
4	2.0	13.0	0.240	0.760	13.000	-0.705	13.000	-0.275	2.565	-1.292
5	1.0	13.0	0.305	0.695	13.000	-0.510	13.000	-0.364	2.565	-1.010
6	6.0	13.0	0.370	0.630	13.000	-0.332	13.000	-0.462	2.565	-0.772
7	3.0	14.0	0.435	0.565	14.000	-0.163	14.000	-0.571	2.639	-0.560
8	3.0	14.0	0.500	0.500	14.000	0.000	14.000	-0.693	2.639	-0.367
9	6.0	15.0	0.565	0.435	15.000	0.163	15.000	-0.832	2.708	-0.184
10	12.0	15.0	0.630	0.370	15.000	0.332	15.000	-0.994	2.708	-0.006
11	12.0	16.0	0.695	0.305	16.000	0.510	16.000	-1.187	2.773	0.171
12	6.0	17.0	0.760	0.240	17.000	0.705	17.000	-1.426	2.833	0.355
13	6.0	17.0	0.825	0.175	17.000	0.933	17.000	-1.741	2.833	0.555
14	4.0	18.0	0.890	0.110	18.000	1.224	18.000	-2.204	2.890	0.790
15	12.0	18.0	0.955	0.045	18.000	1.691	18.000	-3.091	2.890	1.129

Fuente: *Elaboración propia.*

Según el Coeficiente de Pearson se eligió el que mas se acerca a “1”:

Tabla N°4.36: Coeficiente de Pearson de Scoop N°02 – Pre Prueba

AGOSTO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R²): 0.926	Coef. Pearson (R²): 0.847	Coef. Pearson (R²): 0.908
SETIEMBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R²): 0.955	Coef. Pearson (R²): 0.864	Coef. Pearson (R²): 0.943
OCTUBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R²): 0.965	Coef. Pearson (R²): 0.780	Coef. Pearson (R²): 0.977

Fuente: *Elaboración propia.*

Se determinó los parámetros de cada distribución mensual:

Tabla N°4.37: Parámetros de distribuciones de Scoop N°02 – Pre Prueba

AGOSTO	NORMAL	
	Media (μ):	14.4
	Desv. Estándar (σ)	2.7
SETIEMBRE	NORMAL	
	Media (μ):	14.5
	Desv. Estándar (σ)	1.6
OCTUBRE	WEIBULL	
	Beta (β):	5.441
	Eta (η):	15.4
	Gamma (γ):	0.0

Fuente: *Elaboración propia.*

- Cálculo de indicadores mensuales:

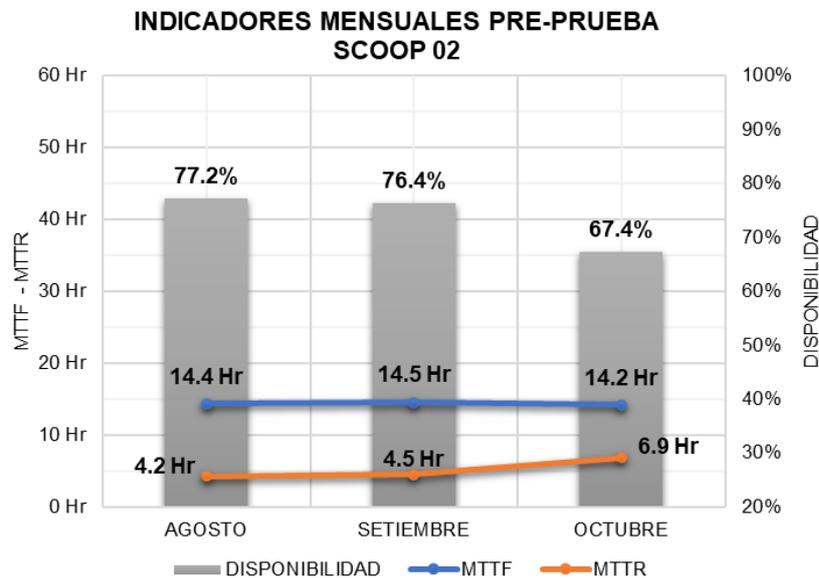
Con los parámetros hallados, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad para cada mes:

Tabla N°4.38: Indicadores mensuales de Scoop N°02 – Pre Prueba

MES	:	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
DISTRIBUCIÓN	:	NORMAL	NORMAL	WEIBULL
MTTF	:	14.4 Hr	14.5 Hr	14.2 Hr
MTTR	:	4.2 Hr	4.5 Hr	6.9 Hr
DISPONIBILIDAD	:	77.2%	76.4%	67.4%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.17: Indicador Mensual de Scoop N°02 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

d.3.Análisis RAM de Scoop N°03 – Pre Prueba.-

- Cálculo de indicadores globales:

Con los parámetros hallados del total de fallas, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad, de manera global para el total de meses:

Tabla N°4.39: Indicadores Globales de Scoop N°02 – Pre Prueba

DISTRIBUCIÓN NORMAL	
MTTF:	15.4 Hr
MTTR:	5.1 Hr
DISPONIBILIDAD:	75.1%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.18: Indicador Global de Scoop N°03 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para hallar los indicadores mensuales se realizó la selección de la distribución según las fallas mensuales por equipo.

- Ploteo y cálculo de parámetros de distribución mensual:

Se realizó el ploteo de las fallas en las 3 distribuciones para seleccionar la que mejor se adapte a las fallas.

Tabla N°4.40: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°03 – Pre Prueba

FALLAS DE AGOSTO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	1.0	11.0	0.049	0.951	11.000	-1.658	11.000	-0.050	2.398	-2.999
2	1.0	13.0	0.118	0.882	13.000	-1.185	13.000	-0.126	2.565	-2.074
3	12.0	14.0	0.188	0.813	14.000	-0.887	14.000	-0.208	2.639	-1.572
4	7.0	15.0	0.257	0.743	15.000	-0.653	15.000	-0.297	2.708	-1.214
5	5.0	15.0	0.326	0.674	15.000	-0.450	15.000	-0.395	2.708	-0.929
6	12.0	16.0	0.396	0.604	16.000	-0.264	16.000	-0.504	2.773	-0.685
7	2.5	16.0	0.465	0.535	16.000	-0.087	16.000	-0.626	2.773	-0.468
8	5.0	16.0	0.535	0.465	16.000	0.087	16.000	-0.765	2.773	-0.268
9	1.5	17.0	0.604	0.396	17.000	0.264	17.000	-0.927	2.833	-0.076
10	1.0	17.0	0.674	0.326	17.000	0.450	17.000	-1.120	2.833	0.113
11	1.0	18.0	0.743	0.257	18.000	0.653	18.000	-1.359	2.890	0.307
12	11.0	18.0	0.813	0.188	18.000	0.887	18.000	-1.674	2.890	0.515
13	7.0	19.0	0.882	0.118	19.000	1.185	19.000	-2.137	2.944	0.759
14	1.0	19.0	0.951	0.049	19.000	1.658	19.000	-3.024	2.944	1.107

FALLAS DE SETIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.0	12.0	0.052	0.948	12.000	-1.624	12.000	-0.054	2.485	-2.925
2	11.0	12.0	0.127	0.873	12.000	-1.141	12.000	-0.136	2.485	-1.998
3	1.0	13.0	0.201	0.799	13.000	-0.836	13.000	-0.225	2.565	-1.492
4	2.0	13.0	0.276	0.724	13.000	-0.594	13.000	-0.323	2.565	-1.130
5	2.5	14.0	0.351	0.649	14.000	-0.383	14.000	-0.432	2.639	-0.839
6	4.0	14.0	0.425	0.575	14.000	-0.188	14.000	-0.554	2.639	-0.591
7	2.5	15.0	0.500	0.500	15.000	0.000	15.000	-0.693	2.708	-0.367
8	3.0	16.0	0.575	0.425	16.000	0.188	16.000	-0.855	2.773	-0.157
9	6.0	17.0	0.649	0.351	17.000	0.383	17.000	-1.048	2.833	0.047
10	7.0	17.0	0.724	0.276	17.000	0.594	17.000	-1.287	2.833	0.252
11	2.0	18.0	0.799	0.201	18.000	0.836	18.000	-1.602	2.890	0.471
12	2.0	18.0	0.873	0.127	18.000	1.141	18.000	-2.065	2.890	0.725
13	3.0	20.0	0.948	0.052	20.000	1.624	20.000	-2.952	2.996	1.082

FALLAS DE OCTUBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	3.0	10.0	0.043	0.957	10.000	-1.720	10.000	-0.044	2.303	-3.132
2	7.0	11.0	0.104	0.896	11.000	-1.261	11.000	-0.109	2.398	-2.212
3	12.0	11.0	0.165	0.835	11.000	-0.976	11.000	-0.180	2.398	-1.715
4	12.0	12.0	0.226	0.774	12.000	-0.753	12.000	-0.256	2.485	-1.364
5	3.0	12.0	0.287	0.713	12.000	-0.563	12.000	-0.338	2.485	-1.086
6	1.0	13.0	0.348	0.652	13.000	-0.392	13.000	-0.427	2.565	-0.851
7	10.0	14.0	0.409	0.591	14.000	-0.231	14.000	-0.525	2.639	-0.644
8	7.0	14.0	0.470	0.530	14.000	-0.076	14.000	-0.634	2.639	-0.456
9	1.0	15.0	0.530	0.470	15.000	0.076	15.000	-0.756	2.708	-0.280
10	12.0	16.0	0.591	0.409	16.000	0.231	16.000	-0.895	2.773	-0.111
11	6.0	16.0	0.652	0.348	16.000	0.392	16.000	-1.057	2.773	0.055
12	1.0	17.0	0.713	0.287	17.000	0.563	17.000	-1.250	2.833	0.223
13	6.0	18.0	0.774	0.226	18.000	0.753	18.000	-1.489	2.890	0.398
14	7.0	18.0	0.835	0.165	18.000	0.976	18.000	-1.804	2.890	0.590
15	5.0	21.0	0.896	0.104	21.000	1.261	21.000	-2.267	3.045	0.818
16	11.0	22.0	0.957	0.043	22.000	1.720	22.000	-3.154	3.091	1.149

Fuente: *Elaboración propia.*

Según el Coeficiente de Pearson se eligió el que más se acerca a “1”:

Tabla N°4.41: Coeficiente de Pearson de Scoop N°03 – Pre Prueba

AGOSTO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.953	Coef. Pearson (R ²): 0.736	Coef. Pearson (R ²): 0.978
SETIEMBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.957	Coef. Pearson (R ²): 0.905	Coef. Pearson (R ²): 0.915
OCTUBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.963	Coef. Pearson (R ²): 0.938	Coef. Pearson (R ²): 0.933

Fuente: *Elaboración propia.*

Se determinó los parámetros de cada distribución mensual:

Tabla N°4.42: Parámetros de distribuciones de Scoop N°03 – Pre Prueba

AGOSTO	WEIBULL	
	Beta (β):	7.426
	Eta (η):	17.0
	Gamma (γ):	0.0
SETIEMBRE	NORMAL	
	Media (μ):	15.3
	Desv. Estándar (σ)	2.8
OCTUBRE	NORMAL	
	Media (μ):	15.0
	Desv. Estándar (σ)	3.9

Fuente: *Elaboración propia.*

- Cálculo de indicadores mensuales:

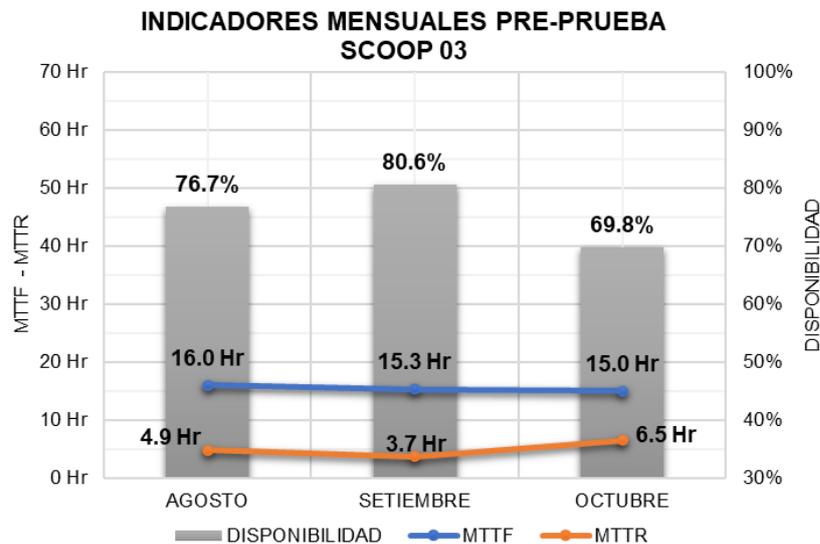
Con los parámetros hallados, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad para cada mes:

Tabla N°4.43: Indicadores mensuales de Scoop N°03 – Pre Prueba

MES	:	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
DISTRIBUCIÓN	:	WEIBULL	NORMAL	NORMAL
MTTF	:	16.0 Hr	15.3 Hr	15.0 Hr
MTTR	:	4.9 Hr	3.7 Hr	6.5 Hr
DISPONIBILIDAD	:	76.7%	80.6%	69.8%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.19: Indicador Mensual de Scoop N°03 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

d.4.Análisis RAM de Scoop N°04 – Pre Prueba.-

- Cálculo de indicadores globales:

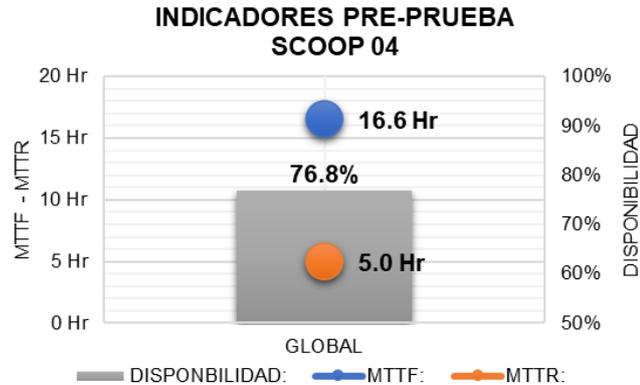
Con los parámetros hallados del total de fallas, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad, de manera global para el total de meses:

Tabla N°4.44: Indicadores Globales de Scoop N°04 – Pre Prueba

DISTRIBUCIÓN NORMAL	
MTTF:	16.6 Hr
MTTR:	5.0 Hr
DISPONIBILIDAD:	76.8%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.20: Indicador Global de Scoop N°04 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para hallar los indicadores mensuales se realizó la selección de la distribución según las fallas mensuales por equipo.

- Ploteo y cálculo de parámetros de distribución mensual:

Se realizó el ploteo de las fallas en las 3 distribuciones para seleccionar la que mejor se adapte a las fallas.

Tabla N°4.45: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°04 – Pre Prueba

FALLAS DE AGOSTO				NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL		
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	12.0	10.0	0.049	0.951	10.000	-1.658	10.000	-0.050	2.303	-2.999
2	2.0	10.0	0.118	0.882	10.000	-1.185	10.000	-0.126	2.303	-2.074
3	1.0	14.0	0.188	0.813	14.000	-0.887	14.000	-0.208	2.639	-1.572
4	2.5	14.0	0.257	0.743	14.000	-0.653	14.000	-0.297	2.639	-1.214
5	2.0	16.0	0.326	0.674	16.000	-0.450	16.000	-0.395	2.773	-0.929
6	3.0	16.0	0.396	0.604	16.000	-0.264	16.000	-0.504	2.773	-0.685
7	5.0	17.0	0.465	0.535	17.000	-0.087	17.000	-0.626	2.833	-0.468
8	12.0	18.0	0.535	0.465	18.000	0.087	18.000	-0.765	2.890	-0.268
9	3.0	21.0	0.604	0.396	21.000	0.264	21.000	-0.927	3.045	-0.076
10	6.0	21.0	0.674	0.326	21.000	0.450	21.000	-1.120	3.045	0.113
11	2.0	22.0	0.743	0.257	22.000	0.653	22.000	-1.359	3.091	0.307
12	1.0	22.0	0.813	0.188	22.000	0.887	22.000	-1.674	3.091	0.515
13	12.0	22.0	0.882	0.118	22.000	1.185	22.000	-2.137	3.091	0.759
14	11.0	24.0	0.951	0.049	24.000	1.658	24.000	-3.024	3.178	1.107

FALLAS DE SETIEMBRE				NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL		
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	5.0	10.0	0.052	0.948	10.000	-1.624	10.000	-0.054	2.303	-2.925
2	3.0	11.0	0.127	0.873	11.000	-1.141	11.000	-0.136	2.398	-1.998
3	12.0	12.0	0.201	0.799	12.000	-0.836	12.000	-0.225	2.485	-1.492
4	2.0	13.0	0.276	0.724	13.000	-0.594	13.000	-0.323	2.565	-1.130
5	1.0	14.0	0.351	0.649	14.000	-0.383	14.000	-0.432	2.639	-0.839
6	1.0	15.0	0.425	0.575	15.000	-0.188	15.000	-0.554	2.708	-0.591
7	12.0	15.0	0.500	0.500	15.000	0.000	15.000	-0.693	2.708	-0.367
8	2.5	17.0	0.575	0.425	17.000	0.188	17.000	-0.855	2.833	-0.157
9	1.0	18.0	0.649	0.351	18.000	0.383	18.000	-1.048	2.890	0.047
10	2.0	19.0	0.724	0.276	19.000	0.594	19.000	-1.287	2.944	0.252
11	12.0	21.0	0.799	0.201	21.000	0.836	21.000	-1.602	3.045	0.471
12	11.0	21.0	0.873	0.127	21.000	1.141	21.000	-2.065	3.045	0.725
13	1.0	22.0	0.948	0.052	22.000	1.624	22.000	-2.952	3.091	1.082

FALLAS DE OCTUBRE				NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL		
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.0	10.0	0.043	0.957	10.000	-1.720	10.000	-0.044	2.303	-3.132
2	12.0	10.0	0.104	0.896	10.000	-1.261	10.000	-0.109	2.303	-2.212
3	3.0	11.0	0.165	0.835	11.000	-0.976	11.000	-0.180	2.398	-1.715
4	1.0	12.0	0.226	0.774	12.000	-0.753	12.000	-0.256	2.485	-1.364
5	2.5	12.0	0.287	0.713	12.000	-0.563	12.000	-0.338	2.485	-1.086
6	1.0	13.0	0.348	0.652	13.000	-0.392	13.000	-0.427	2.565	-0.851
7	2.0	13.0	0.409	0.591	13.000	-0.231	13.000	-0.525	2.565	-0.644
8	6.0	15.0	0.470	0.530	15.000	-0.076	15.000	-0.634	2.708	-0.456
9	1.0	17.0	0.530	0.470	17.000	0.076	17.000	-0.756	2.833	-0.280
10	2.5	18.0	0.591	0.409	18.000	0.231	18.000	-0.895	2.890	-0.111
11	12.0	18.0	0.652	0.348	18.000	0.392	18.000	-1.057	2.890	0.055
12	11.0	19.0	0.713	0.287	19.000	0.563	19.000	-1.250	2.944	0.223
13	2.0	20.0	0.774	0.226	20.000	0.753	20.000	-1.489	2.996	0.398
14	3.0	22.0	0.835	0.165	22.000	0.976	22.000	-1.804	3.091	0.590
15	12.0	23.0	0.896	0.104	23.000	1.261	23.000	-2.267	3.135	0.818
16	2.5	24.0	0.957	0.043	24.000	1.720	24.000	-3.154	3.178	1.149

Fuente: *Elaboración propia.*

Según el Coeficiente de Pearson se eligió el que más se acerca a “1”:

Tabla N°4.46: Coeficiente de Pearson de Scoop N°04 – Pre Prueba

AGOSTO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R²): 0.938	Coef. Pearson (R²): 0.748	Coef. Pearson (R²): 0.946
SETIEMBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R²): 0.970	Coef. Pearson (R²): 0.861	Coef. Pearson (R²): 0.965
OCTUBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R²): 0.951	Coef. Pearson (R²): 0.890	Coef. Pearson (R²): 0.918

Fuente: *Elaboración propia.*

Se determinó los parámetros de cada distribución mensual:

Tabla N°4.47: Parámetros de distribuciones de Scoop N°04 – Pre Prueba

AGOSTO	WEIBULL	
	Beta (β):	3.906
	Eta (η):	19.5
	Gamma (γ):	0.0

SETIEMBRE	NORMAL	
	Media (μ):	16.0
	Desv. Estándar (σ)	4.4

OCTUBRE	NORMAL	
	Media (μ):	16.1
	Desv. Estándar (σ)	5.1

Fuente: *Elaboración propia.*

- Cálculo de indicadores mensuales:

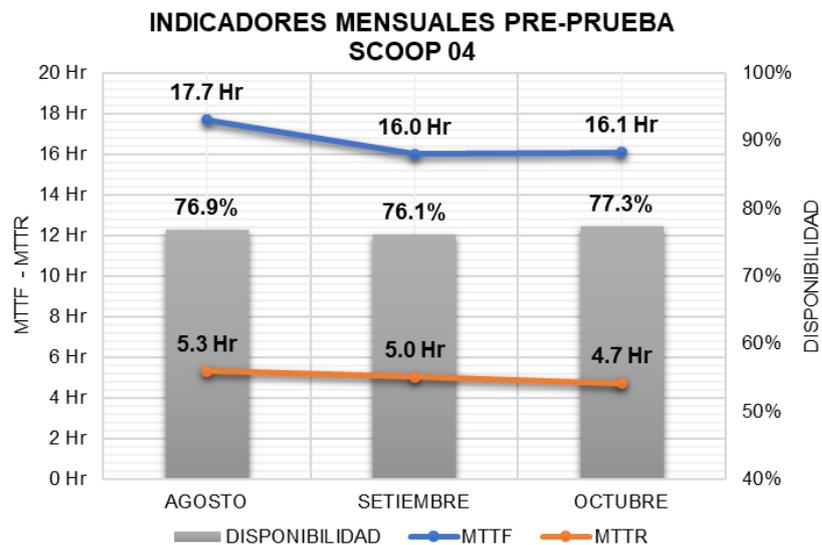
Con los parámetros hallados, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad para cada mes:

Tabla N°4.48: Indicadores mensuales de Scoop N°04 – Pre Prueba

MES :	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
DISTRIBUCIÓN :	WEIBULL	NORMAL	NORMAL
MTTF :	17.7 Hr	16.0 Hr	16.1 Hr
MTTR :	5.3 Hr	5.0 Hr	4.7 Hr
DISPONIBILIDAD :	76.9%	76.1%	77.3%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.21: Indicador Mensual de Scoop N°04 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

d.5. Análisis RAM de Scoop N°05 – Pre Prueba.-

- Cálculo de indicadores globales:

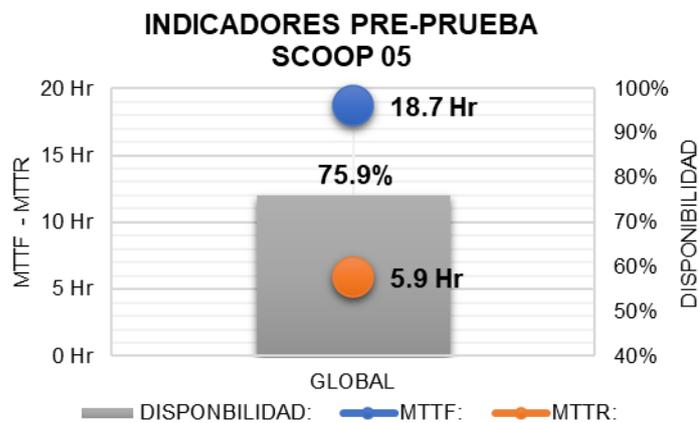
Con los parámetros hallados del total de fallas, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad, de manera global para el total de meses:

Tabla N°4.49: Indicadores Globales de Scoop N°05 – Pre Prueba

DISTRIBUCIÓN NORMAL	
MTTF:	18.7 Hr
MTTR:	5.9 Hr
DISPONIBILIDAD:	75.9%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.22: Indicador Global de Scoop N°05 – Pre Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para hallar los indicadores mensuales se realizó la selección de la distribución según las fallas mensuales por equipo.

- Ploteo y cálculo de parámetros de distribución mensual:

Se realizó el ploteo de las fallas en las 3 distribuciones para seleccionar la que mejor se adapte a las fallas.

Tabla N°4.50: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°05 – Pre Prueba

FALLAS DE AGOSTO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	12.0	12.0	0.049	0.951	12.000	-1.658	12.000	-0.050	2.485	-2.999
2	2.0	15.0	0.118	0.882	15.000	-1.185	15.000	-0.126	2.708	-2.074
3	3.0	16.0	0.188	0.813	16.000	-0.887	16.000	-0.208	2.773	-1.572
4	3.0	16.0	0.257	0.743	16.000	-0.653	16.000	-0.297	2.773	-1.214
5	6.0	16.0	0.326	0.674	16.000	-0.450	16.000	-0.395	2.773	-0.929
6	12.0	18.0	0.396	0.604	18.000	-0.264	18.000	-0.504	2.890	-0.685
7	12.0	19.0	0.465	0.535	19.000	-0.087	19.000	-0.626	2.944	-0.468
8	2.5	20.0	0.535	0.465	20.000	0.087	20.000	-0.765	2.996	-0.268
9	3.0	20.0	0.604	0.396	20.000	0.264	20.000	-0.927	2.996	-0.076
10	0.5	20.0	0.674	0.326	20.000	0.450	20.000	-1.120	2.996	0.113
11	1.0	21.0	0.743	0.257	21.000	0.653	21.000	-1.359	3.045	0.307
12	12.0	22.0	0.813	0.188	22.000	0.887	22.000	-1.674	3.091	0.515
13	2.5	23.0	0.882	0.118	23.000	1.185	23.000	-2.137	3.135	0.759
14	11.0	25.0	0.951	0.049	25.000	1.658	25.000	-3.024	3.219	1.107

FALLAS DE SETIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.5	12.0	0.052	0.948	12.000	-1.624	12.000	-0.054	2.485	-2.925
2	0.5	13.0	0.127	0.873	13.000	-1.141	13.000	-0.136	2.565	-1.998
3	3.0	16.0	0.201	0.799	16.000	-0.836	16.000	-0.225	2.773	-1.492
4	2.5	17.0	0.276	0.724	17.000	-0.594	17.000	-0.323	2.833	-1.130
5	12.0	18.0	0.351	0.649	18.000	-0.383	18.000	-0.432	2.890	-0.839
6	1.0	18.0	0.425	0.575	18.000	-0.188	18.000	-0.554	2.890	-0.591
7	12.0	19.0	0.500	0.500	19.000	0.000	19.000	-0.693	2.944	-0.367
8	2.0	19.0	0.575	0.425	19.000	0.188	19.000	-0.855	2.944	-0.157
9	3.0	21.0	0.649	0.351	21.000	0.383	21.000	-1.048	3.045	0.047
10	11.0	22.0	0.724	0.276	22.000	0.594	22.000	-1.287	3.091	0.252
11	12.0	22.0	0.799	0.201	22.000	0.836	22.000	-1.602	3.091	0.471
12	2.5	23.0	0.873	0.127	23.000	1.141	23.000	-2.065	3.135	0.725
13	3.0	25.0	0.948	0.052	25.000	1.624	25.000	-2.952	3.219	1.082

FALLAS DE OCTUBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.5	13.0	0.043	0.957	13.000	-1.720	13.000	-0.044	2.565	-3.132
2	3.0	13.0	0.104	0.896	13.000	-1.261	13.000	-0.109	2.565	-2.212
3	2.0	15.0	0.165	0.835	15.000	-0.976	15.000	-0.180	2.708	-1.715
4	12.0	16.0	0.226	0.774	16.000	-0.753	16.000	-0.256	2.773	-1.364
5	11.0	16.0	0.287	0.713	16.000	-0.563	16.000	-0.338	2.773	-1.086
6	12.0	16.0	0.348	0.652	16.000	-0.392	16.000	-0.427	2.773	-0.851
7	12.0	18.0	0.409	0.591	18.000	-0.231	18.000	-0.525	2.890	-0.644
8	2.5	18.0	0.470	0.530	18.000	-0.076	18.000	-0.634	2.890	-0.456
9	12.0	18.0	0.530	0.470	18.000	0.076	18.000	-0.756	2.890	-0.280
10	6.0	19.0	0.591	0.409	19.000	0.231	19.000	-0.895	2.944	-0.111
11	3.0	20.0	0.652	0.348	20.000	0.392	20.000	-1.057	2.996	0.055
12	0.5	20.0	0.713	0.287	20.000	0.563	20.000	-1.250	2.996	0.223
13	12.0	21.0	0.774	0.226	21.000	0.753	21.000	-1.489	3.045	0.398
14	0.5	23.0	0.835	0.165	23.000	0.976	23.000	-1.804	3.135	0.590
15	3.0	23.0	0.896	0.104	23.000	1.261	23.000	-2.267	3.135	0.818
16	11.0	25.0	0.957	0.043	25.000	1.720	25.000	-3.154	3.219	1.149

Fuente: *Elaboración propia.*

Según el Coeficiente de Pearson se eligió el que más se acerca a “1”:

Tabla N°4.51: Coeficiente de Pearson de Scoop N°05 – Pre Prueba

AGOSTO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.976	Coef. Pearson (R ²): 0.848	Coef. Pearson (R ²): 0.972
SETIEMBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.974	Coef. Pearson (R ²): 0.818	Coef. Pearson (R ²): 0.977
OCTUBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.974	Coef. Pearson (R ²): 0.897	Coef. Pearson (R ²): 0.951

Fuente: *Elaboración propia.*

Se determinó los parámetros de cada distribución mensual:

Tabla N°4.52: Parámetros de distribuciones de Scoop N°05 – Pre Prueba

AGOSTO	NORMAL	
	Media (μ):	18.8
	Desv. Estándar (σ)	3.8
SETIEMBRE	WEIBULL	
	Beta (β):	5.223
	Eta (η):	20.4
Gamma (γ):	0.0	
OCTUBRE	NORMAL	
	Media (μ):	18.4
	Desv. Estándar (σ)	3.8

Fuente: *Elaboración propia.*

- Cálculo de indicadores mensuales:

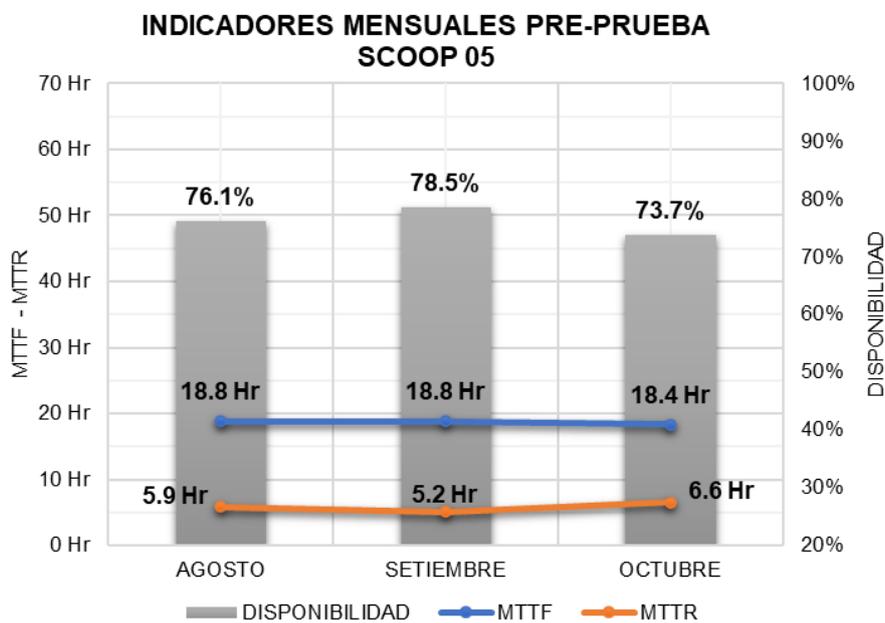
Con los parámetros hallados, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad para cada mes:

Tabla N°4.53: Indicadores mensuales de Scoop N°05 – Pre Prueba

MES	:	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
DISTRIBUCIÓN	:	NORMAL	WEIBULL	NORMAL
MTTF	:	18.8 Hr	18.8 Hr	18.4 Hr
MTTR	:	5.9 Hr	5.2 Hr	6.6 Hr
DISPONIBILIDAD	:	76.1%	78.5%	73.7%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.23: Indicador Mensual de Scoop N°05 – Pre Prueba

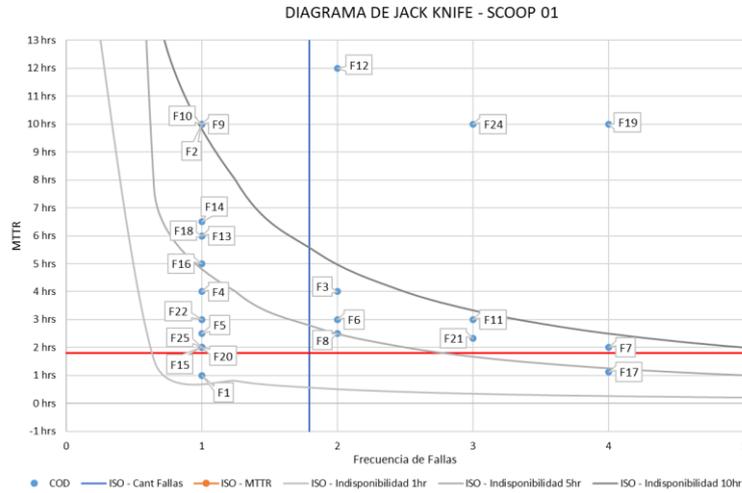


Fuente: *Elaboración propia.*

e. Priorización de fallas.-

e.1. Fallas relevantes en Scoop N°01:

Figura N°4.24: Diagrama de Jack Knife – Scoop N°01



Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N°4.54: Datos de fallas en componentes de Scoop N°01

DATOS DE FALLAS - SCOOP 01						
HORAS TRABAJADAS:		729 hrs				
SISTEMA	COMPONENTE	COD	FREC	Σ TTR	MTTR	INDISPONIBILIDAD
COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	F1	1	1 hrs	1 hrs	0.1%
	GOBERNADOR	F2	1	10 hrs	10 hrs	1.4%
DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	F3	2	8 hrs	4 hrs	1.1%
	CILINDROS DE LEVANTE	F4	1	4 hrs	4 hrs	0.5%
	JOYSTICK	F5	1	3 hrs	3 hrs	0.3%
ELÉCTRICO	ALTERNADOR	F6	2	6 hrs	3 hrs	0.8%
	ARRANCADOR	F7	4	8 hrs	2 hrs	1.1%
	BATERÍA	F8	2	5 hrs	3 hrs	0.7%
	HARNÉS	F9	1	10 hrs	10 hrs	1.4%
	LAMPARAS	F10	1	10 hrs	10 hrs	1.4%
	PARQUEO	F11	3	9 hrs	3 hrs	1.2%
ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN CENTRAL	F12	2	24 hrs	12 hrs	3.3%
	CUCHARA	F13	1	6 hrs	6 hrs	0.8%
HIDRÁULICO	BOMBA HIDRÁULICA	F14	1	7 hrs	7 hrs	0.9%
	CILINDRO DE LEVANTE	F15	1	2 hrs	2 hrs	0.3%
	CILINDRO DE VOLTEO	F16	1	5 hrs	5 hrs	0.7%
	LÍNEAS HIDRÁULICAS	F17	4	5 hrs	1 hrs	0.6%
MOTRIZ	MOTOR DIESEL	F18	1	6 hrs	6 hrs	0.8%
REFRIGERACIÓN	TURBOCOMPRESOR	F19	4	40 hrs	10 hrs	5.5%
	RADIADOR	F20	1	2 hrs	2 hrs	0.3%
TREN DE POTENCIA	CRUCETAS	F21	3	7 hrs	2 hrs	1.0%
	DIFERENCIAL DELANTERO	F22	1	3 hrs	3 hrs	0.4%
	RODAMIENTOS	F24	3	30 hrs	10 hrs	4.1%
	CAJA DE TRANSMISIÓN	F25	1	2 hrs	2 hrs	0.3%
PROMEDIO			2	9 hrs	5 hrs	1.2%

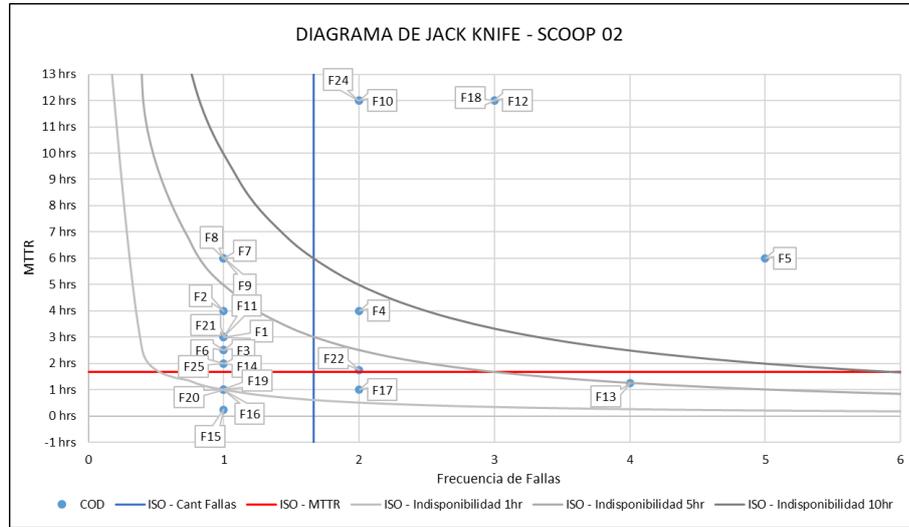
Fuente: *Elaboración propia.*

Los componentes críticos son:

- Articulación Central
- Turbocompresor
- Rodamientos

e.2. Fallas relevantes en Scoop N°02:

Figura N°4.25: Diagrama de Jack Knife – Scoop N°02



Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N°4.55: Datos de fallas en componentes de Scoop N°02

DATOS DE FALLAS - SCOOP 02						
HORAS TRABAJADAS:		574 hrs				
SISTEMA	COMPONENTE	COD	FREC	Σ TTR	MTTR	INDISPONIBILIDAD
COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	F1	1	3 hrs	3 hrs	0,5%
DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	F2	1	4 hrs	4 hrs	0,7%
	JOYSTICK	F3	1	3 hrs	3 hrs	0,4%
ELÉCTRICO	ALTERNADOR	F4	2	8 hrs	4 hrs	1,4%
	ARRANCADOR	F5	5	30 hrs	6 hrs	5,2%
	BATERÍA	F6	1	3 hrs	3 hrs	0,4%
ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL VOLTEO	F7	1	6 hrs	6 hrs	1,0%
	ARTICULACIÓN CENTRAL	F8	1	6 hrs	6 hrs	1,0%
	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	F9	1	6 hrs	6 hrs	1,0%
	CUCHARA	F10	2	24 hrs	12 hrs	4,2%
HIDRÁULICO	RODAMIENTO	F11	1	3 hrs	3 hrs	0,5%
	CILINDRO DE VOLTEO	F12	3	36 hrs	12 hrs	6,3%
	LÍNEAS HIDRÁULICAS	F13	4	5 hrs	1 hrs	0,9%
LUBRICACIÓN	TANQUE HIDRÁULICO	F14	1	2 hrs	2 hrs	0,3%
	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	F15	1	0 hrs	0 hrs	0,0%
MOTRIZ	LÍNEA DE ADMISIÓN	F16	1	1 hrs	1 hrs	0,2%
	MOTOR DIESEL	F17	2	2 hrs	1 hrs	0,3%
	TURBOCOMPRESOR	F18	3	36 hrs	12 hrs	6,3%
REFRIGERACIÓN	TERMOSTATO	F19	1	1 hrs	1 hrs	0,2%
	VENTILADOR	F20	1	1 hrs	1 hrs	0,2%
TREN DE POTENCIA	CONVERTIDOR	F21	1	3 hrs	3 hrs	0,5%
	CRUCETA	F22	2	4 hrs	2 hrs	0,6%
	RODAMIENTOS	F24	2	24 hrs	12 hrs	4,2%
	CAJA DE TRANSMISIÓN	F25	1	2 hrs	2 hrs	0,3%
PROMEDIO			2	9 hrs	4 hrs	1,5%

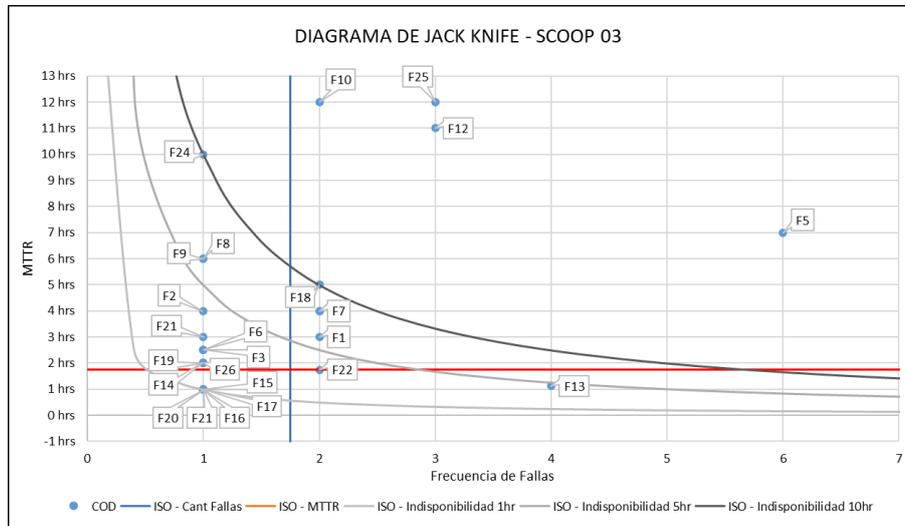
Fuente: *Elaboración propia.*

Los componentes críticos son:

- Arrancador
- Cuchara
- Cilindro de Volteo
- Turbocompresor
- Rodamientos

e.3. Fallas relevantes en Scoop N°03:

Figura N°4.26: Diagrama de Jack Knife – Scoop N°03



Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N°4.56: Datos de fallas en componentes de Scoop N°03

DATOS DE FALLAS - SCOOP 03						
HORAS TRABAJADAS:		663 hrs				
SISTEMA	COMPONENTE	COD	FREC	Σ TTR	MTTR	INDISPONIBILIDAD
COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	F1	2	6 hrs	3 hrs	0.9%
DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	F2	1	4 hrs	4 hrs	0.6%
	JOYSTICK	F3	1	3 hrs	3 hrs	0.4%
ELÉCTRICO	ALTERNADOR	F4	2	8 hrs	4 hrs	1.2%
	ARRANCADOR	F5	6	42 hrs	7 hrs	6.3%
	BATERÍA	F6	1	3 hrs	3 hrs	0.4%
ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN CENTRAL	F7	2	8 hrs	4 hrs	1.2%
	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	F8	1	6 hrs	6 hrs	0.9%
	ARTICULACIÓN DE CIL VOLTEO	F9	1	6 hrs	6 hrs	0.9%
	CUCHARA	F10	2	24 hrs	12 hrs	3.6%
HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	F12	3	33 hrs	11 hrs	5.0%
	LÍNEAS HIDRÁULICAS	F13	4	5 hrs	1 hrs	0.7%
	TANQUE HIDRÁULICO	F14	1	2 hrs	2 hrs	0.3%
LUBRICACIÓN	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	F15	1	1 hrs	1 hrs	0.2%
MOTRIZ	FILTRO DE AIRE	F16	1	1 hrs	1 hrs	0.2%
	MOTOR DIESEL	F17	1	1 hrs	1 hrs	0.2%
	TURBOCOMPRESOR	F18	2	10 hrs	5 hrs	1.5%
REFRIGERACIÓN	RADIADOR	F19	1	2 hrs	2 hrs	0.3%
	TERMOSTATO	F20	1	1 hrs	1 hrs	0.2%
	VENTILADOR	F21	1	1 hrs	1 hrs	0.2%
TREN DE POTENCIA	CONVERTIDOR	F21	1	3 hrs	3 hrs	0.5%
	CRUCETA	F22	2	4 hrs	2 hrs	0.5%
	DIFERENCIAL POSTERIOR	F24	1	10 hrs	10 hrs	1.5%
	RODAMIENTOS	F25	3	36 hrs	12 hrs	5.4%
	CAJA DE TRANSMISIÓN	F26	1	2 hrs	2 hrs	0.3%
PROMEDIO			2	9 hrs	4 hrs	1.4%

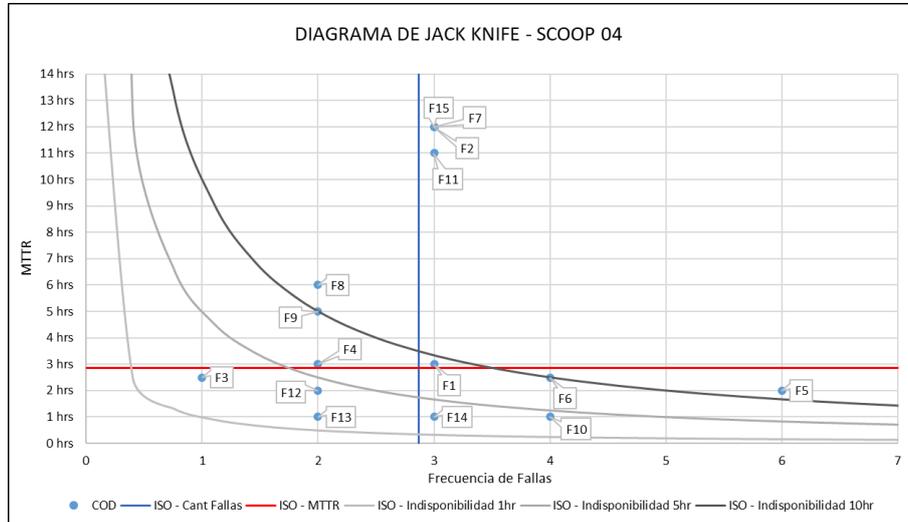
Fuente: *Elaboración propia.*

Los componentes críticos son:

- Arrancador
- Cuchara
- Cilindro de Volteo
- Rodamientos

e.4. Fallas relevantes en Scoop N°04:

Figura N°4.27: Diagrama de Jack Knife – Scoop N°04



Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N°4.57: Datos de fallas en componentes de Scoop N°04

DATOS DE FALLAS - SCOOP 04						
HORAS TRABAJADAS:		712 hrs				
SISTEMA	COMPONENTE	COD	FREC	Σ TTR	MITTR	INDISPONIBILIDAD
COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	F1	3	9 hrs	3 hrs	1.3%
DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	F2	3	36 hrs	12 hrs	5.1%
	JOYSTICK	F3	1	3 hrs	3 hrs	0.4%
ELÉCTRICO	ALTERNADOR	F4	2	6 hrs	3 hrs	0.8%
	ARRANCADOR	F5	6	12 hrs	2 hrs	1.7%
	BATERÍA	F6	4	10 hrs	3 hrs	1.4%
ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	F7	3	36 hrs	12 hrs	5.1%
	CUCHARA	F8	2	12 hrs	6 hrs	1.7%
HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	F9	2	10 hrs	5 hrs	1.4%
	LÍNEAS HIDRÁULICAS	F10	4	4 hrs	1 hrs	0.6%
MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	F11	3	33 hrs	11 hrs	4.6%
REFRIGERACIÓN	RADIADOR	F12	2	4 hrs	2 hrs	0.6%
	TERMOSTATO	F13	2	2 hrs	1 hrs	0.3%
TREN DE POTENCIA	CRUCETA	F14	3	3 hrs	1 hrs	0.4%
	RODAMIENTOS	F15	3	36 hrs	12 hrs	5.1%
PROMEDIO			3	14 hrs	5 hrs	2.0%

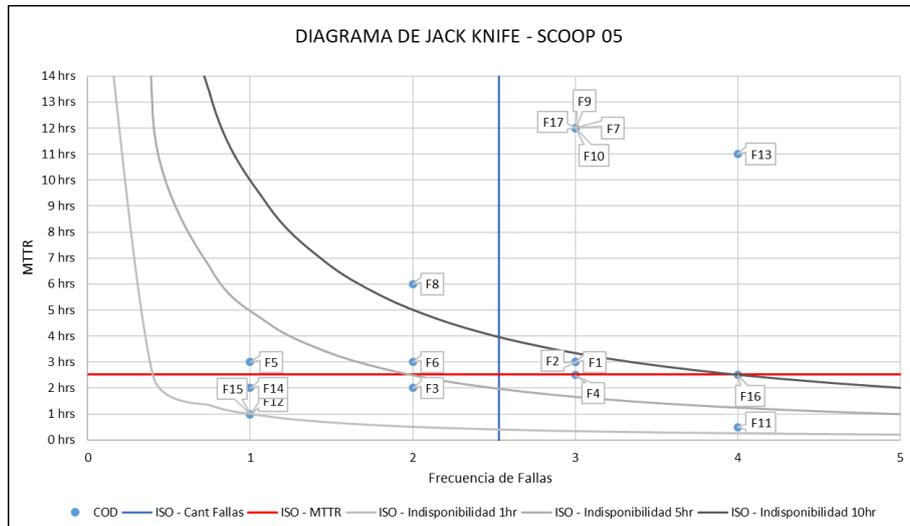
Fuente: *Elaboración propia.*

Los componentes críticos son:

- Cilindros de Dirección
- Articulación de Cilindro de Dirección
- Turbocompresor
- Rodamientos

e.5. Fallas relevantes en Scoop N°05:

Figura N°4.28: Diagrama de Jack Knife – Scoop N°05



Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N°4.58: Datos de fallas en componentes de Scoop N°05

DATOS DE FALLAS - SCOOP 05						
HORAS TRABAJADAS:		802 hrs				
SISTEMA	COMPONENTE	COD	FREC	Σ TTR	MTTR	INDISPONIBILIDAD
COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	F1	3	9 hrs	3 hrs	1.1%
ELÉCTRICO	ALTERNADOR	F2	3	9 hrs	3 hrs	1.1%
	ARRANCADOR	F3	2	4 hrs	2 hrs	0.5%
	BATERÍA	F4	3	8 hrs	3 hrs	0.9%
	PARQUEO	F5	1	3 hrs	3 hrs	0.4%
ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN CENTRAL	F6	2	6 hrs	3 hrs	0.7%
	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	F7	3	36 hrs	12 hrs	4.5%
	CUCHARA	F8	2	12 hrs	6 hrs	1.5%
HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	F9	3	36 hrs	12 hrs	4.5%
	CILINDROS DE DIRECCIÓN	F10	3	36 hrs	12 hrs	4.5%
	LÍNEAS HIDRAULICAS	F11	4	2 hrs	1 hrs	0.2%
LUBRICACIÓN	BOMBA DE ACEITE DE MOTOR	F12	1	1 hrs	1 hrs	0.1%
MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	F13	4	44 hrs	11 hrs	5.5%
REFRIGERACIÓN	RADIADOR	F14	1	2 hrs	2 hrs	0.2%
	TERMOSTATO	F15	1	1 hrs	1 hrs	0.1%
TREN DE POTENCIA	CRUCETA	F16	4	10 hrs	3 hrs	1.2%
	RODAMIENTOS	F17	3	36 hrs	12 hrs	4.5%
PROMEDIO			3	15 hrs	5 hrs	1.9%

Fuente: *Elaboración propia.*

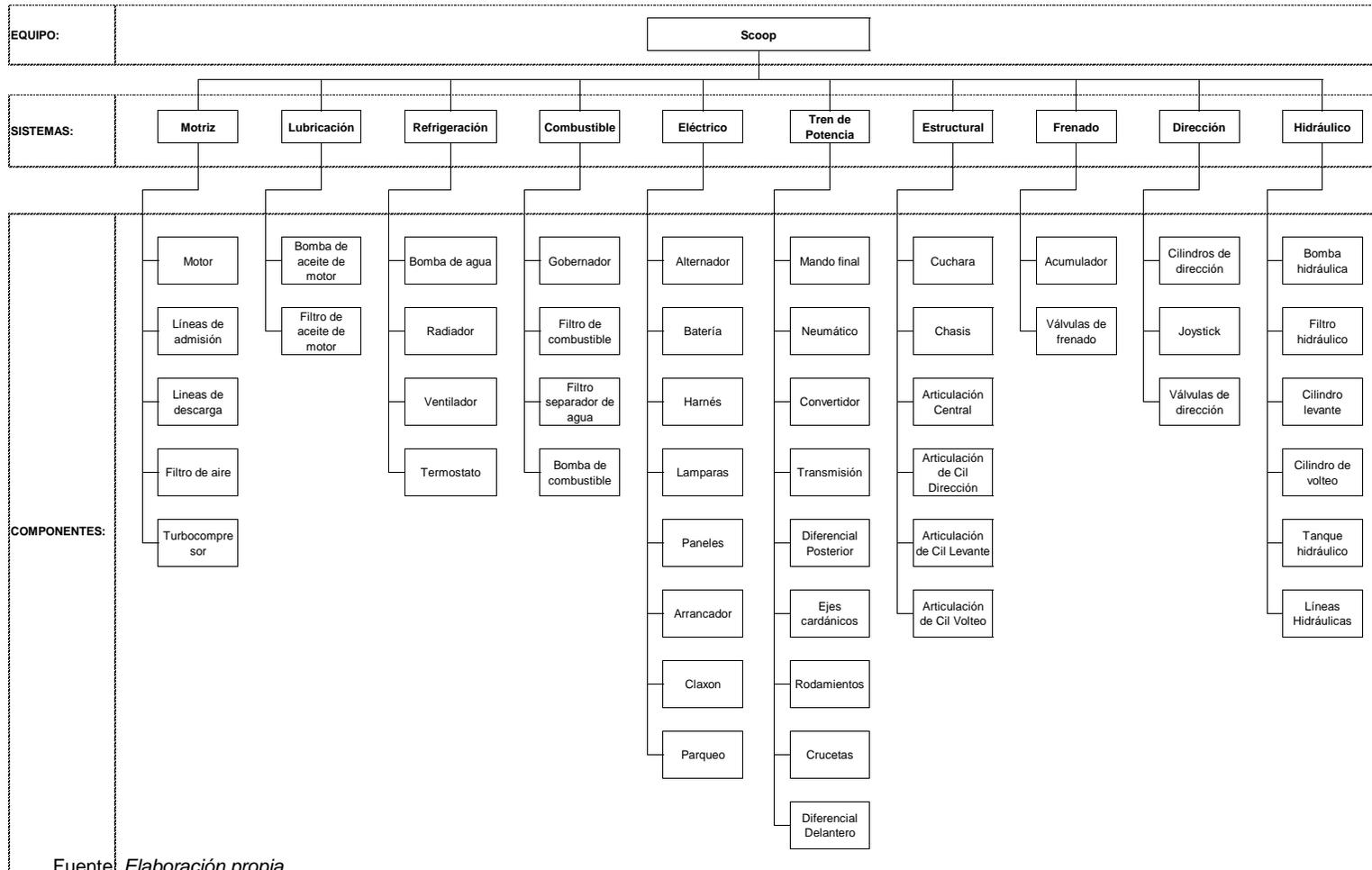
Los componentes críticos son:

- Articulación de Cilindro de Dirección
- Cilindro de Volteo
- Cilindros de Dirección
- Turbocompresor
- Rodamientos

4.6.3.Etapa N°03: Planificación del Mantenimiento

a. Jerarquización del equipo.-

Figura N°4.29: Jerarquización de equipo Scoop.



b. Actividades de mantenimiento.-

Tabla N°4.59: Actividades de mantenimiento de Scoop R1300G Caterpillar.

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO SCOOP R1300G - CAT					
Equipo	Tipo de Mantto.	Acción	Sistema	Cant. por Mantto.	Frecuencia
SCOOP R1300G	250 hr	Reemplazo de aceite del cárter del motor	Motor	9.5 Gal	15 días
SCOOP R1300G	250 hr	Reemplazo de filtro primario de aire	Motor	2.0 Und	15 días
SCOOP R1300G	250 hr	Reemplazo de filtro secundario de aire	Motor	1.0 Und	15 días
SCOOP R1300G	250 hr	Reemplazo de filtro de aceite de motor	Motor	1.0 Und	15 días
SCOOP R1300G	250 hr	Engrase de puntos de lubricación	Motor	5.0 Kg	15 días
SCOOP R1300G	250 hr	Limpieza de residuos de aceite y/o grasa	Motor	5.0 Kg	15 días
Equipo	Tipo de Mantto.	Acción	Sistema	Cant. por Mantto.	Frecuencia
SCOOP R1300G	500 hr	Reemplazo de aceite del cárter del motor	Motor	9.5 Gal	30 días
SCOOP R1300G	500 hr	Reemplazo de filtro primario de aire	Motor	2.0 Und	30 días
SCOOP R1300G	500 hr	Reemplazo de filtro secundario de aire	Motor	1.0 Und	30 días
SCOOP R1300G	500 hr	Reemplazo de filtro de aceite de motor	Motor	1.0 Und	30 días
SCOOP R1300G	500 hr	Engrase de puntos de lubricación	Motor	5.0 Kg	30 días
SCOOP R1300G	500 hr	Limpieza de residuos de aceite y/o grasa	Motor	5.0 Kg	30 días
SCOOP R1300G	500 hr	Reemplazo de filtro de transmisión.	Transmisión	1.0 Und	30 días
SCOOP R1300G	500 hr	Reemplazo de filtro principal de combustible	Motor	1.0 Und	30 días
SCOOP R1300G	500 hr	Reemplazo de filtro secundario de combustible	Motor	1.0 Und	30 días
SCOOP R1300G	500 hr	Reemplazo de elemento de filtro de ac. hidráulico	Hidráulico	1.0 Und	30 días
SCOOP R1300G	500 hr	Reemplazo de filtro de aceite de sistema hidráulico	Hidráulico	1.0 Und	30 días
Equipo	Tipo de Mantto.	Acción	Sistema	Cant. por Mantto.	Frecuencia
SCOOP R1300G	1000 hr	Reemplazo de aceite del cárter del motor	Motor	9.5 Gal	60 días
SCOOP R1300G	1000 hr	Reemplazo de filtro primario de aire	Motor	2.0 Und	60 días
SCOOP R1300G	1000 hr	Reemplazo de filtro secundario de aire	Motor	1.0 Und	60 días
SCOOP R1300G	1000 hr	Reemplazo de filtro de aceite de motor	Motor	1.0 Und	60 días
SCOOP R1300G	1000 hr	Engrase de puntos de lubricación	Motor	5.0 Kg	60 días
SCOOP R1300G	1000 hr	Limpieza de residuos de aceite y/o grasa	Motor	5.0 Kg	60 días
SCOOP R1300G	1000 hr	Reemplazo de filtro de transmisión.	Transmisión	1.0 Und	60 días
SCOOP R1300G	1000 hr	Reemplazo de filtro principal de combustible	Motor	1.0 Und	60 días
SCOOP R1300G	1000 hr	Reemplazo de filtro secundario de combustible	Motor	1.0 Und	60 días
SCOOP R1300G	1000 hr	Reemplazo de elemento de filtro de ac. hidráulico	Hidráulico	1.0 Und	60 días
SCOOP R1300G	1000 hr	Reemplazo de filtro de aceite de sistema hidráulico	Hidráulico	1.0 Und	60 días
SCOOP R1300G	1000 hr	Reemplazo de aceite de mandos finales	Mandos Finales	34.0 Gal	60 días
SCOOP R1300G	1000 hr	Reemplazo de aceite de transmisión	Transmisión	12.0 Gal	60 días
Equipo	Tipo de Mantto.	Acción	Sistema	Cant. por Mantto.	Frecuencia
SCOOP R1300G	2000 hr	Reemplazo de aceite del cárter del motor	Motor	9.5 Gal	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Reemplazo de filtro primario de aire	Motor	2.0 Und	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Reemplazo de filtro secundario de aire	Motor	1.0 Und	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Reemplazo de filtro de aceite de motor	Motor	1.0 Und	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Engrase de puntos de lubricación	Motor	5.0 Kg	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Limpieza de residuos de aceite y/o grasa	Motor	5.0 Kg	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Reemplazo de filtro de transmisión.	Transmisión	1.0 Und	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Reemplazo de filtro principal de combustible	Motor	1.0 Und	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Reemplazo de filtro secundario de combustible	Motor	1.0 Und	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Reemplazo de elemento de filtro de ac. hidráulico	Hidráulico	1.0 Und	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Reemplazo de filtro de aceite de sistema hidráulico	Hidráulico	1.0 Und	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Reemplazo de aceite de mandos finales	Mandos Finales	34.0 Gal	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Reemplazo de aceite de transmisión	Transmisión	12.0 Gal	120 días
SCOOP R1300G	2000 hr	Reemplazo de aceite hidráulico	Hidráulico	52.5 Gal	120 días

Fuente: *Elaboración propia.*

c. Programa de mantenimiento.-

Tabla N°4.60: Programa de mantenimiento de Scoop R1300G Caterpillar.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO																																							
ITEM	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE ORDEN DE TRABAJO	2022												2023																								
			OCT			NOV			DIC			ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN			JUL									
			SEM 43	SEM 44	SEM 45	SEM 46	SEM 47	SEM 48	SEM 49	SEM 50	SEM 51	SEM 52	SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04	SEM 05	SEM 06	SEM 07	SEM 08	SEM 09	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20	SEM 21	SEM 22	SEM 23	SEM 24	SEM 25	SEM 26	SEM 27
1	Scoop N°01	Mantto 250 hrs																																					
2		Mantto 500 hrs																																					
3		Mantto 1000 hrs																																					
4		Mantto 2000 hrs																																					
5	Scoop N°02	Mantto 250 hrs																																					
6		Mantto 500 hrs																																					
7		Mantto 1000 hrs																																					
8		Mantto 2000 hrs																																					
9	Scoop N°03	Mantto 250 hrs																																					
10		Mantto 500 hrs																																					
11		Mantto 1000 hrs																																					
12		Mantto 2000 hrs																																					
13	Scoop N°04	Mantto 250 hrs																																					
14		Mantto 500 hrs																																					
15		Mantto 1000 hrs																																					
16		Mantto 2000 hrs																																					
17	Scoop N°05	Mantto 250 hrs																																					
18		Mantto 500 hrs																																					
19		Mantto 1000 hrs																																					
20		Mantto 2000 hrs																																					

LEYENDA:

Mantto. 250 hrs:	Mantto de motor de combustión
Mantto. 500 hrs:	Mantto de motor de combustión + Mantto de Sist. Transmisión
Mantto. 1000 hrs:	Mantto de motor de combustión + Mantto de Sist. Transmisión + Mantto de Sist. Mandos Finales
Mantto. 2000 hrs:	Mantto de motor de combustión + Mantto de Sist. Transmisión + Mantto de Sist. Mandos Finales + Mantto. de Sist. Hidráulico

Fuente: *Elaboración propia.*

d. Orden de trabajo.-

Figura N°4.30: Formato de Orden de Trabajo.

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO									
MANTTO. MECÁNICO PREVENTIVO Mecánico Mina Yauricocha							Nro. Reserva: Tipo OT: PREV		
Equipo:			SCOOP R1300G				N° Bitácora:		
Ubicación:			FLOTA: SCOOP DIESEL R1300G 4 YD ³				N° Aviso: 00000000		
N° Plan:							F. Último Mantto:		
Descripción del aviso: MANTTO. MECÁNICO PREV.							Autor: Planeamiento Mtto. Mina		
Sistema: MECÁNICO – Sistemas en General			Síntoma: Desgaste			Causa: Mantenimiento Programado			
Programado	Fecha	Hora	Real	Fecha	Hora	Horómetro		Parada	
Inicio			Inicio			Plan		SÍ	
Final			Final			Real		NO	
HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD									
Charla		Tarjeta Bloqueo		Detalle código de PETS		PETAR		Checklist EPP	Checklist Preuso
IPERC		Candado Bloqueo				ATS		Auditoría PETAR	PAE
Checklist EPP		Matriz Bloqueo				OPT			
TAREAS									
Oper.	Descripción				Pto. Trabajo	Cant. Personas	Tiempo Trab. Programado	Tiempo Trab. Real	Notificación de Horas
0010	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO "A"				MEC.	2	8		
PERSONAL ASIGNADO									
Pto. Trabajo	Apellidos y nombres				Firma	Operación	H. Prog.	H. Trab. Real	
DIAGRAMA / ACTIVIDADES / OBSERVACIONES									

Jefe de área Mantto

Nombre:

Fecha:

Supervisor Mantto.

Nombre:

Fecha:

Técnico Ejecutor

Nombre:

Fecha:

V.B. Notificador

Nombre:

Fecha:

Sup. Operaciones

Nombre:

Fecha:

Fuente: *Elaboración propia.*

e. STOCK DE REPUESTOS CRÍTICOS.-

Tabla N°4.61: Stock de repuestos críticos por equipo.

STOCK DE REPUESTO CRÍTICOS POR EQUIPO				
EQUIPO	SISTEMA	COMPONENTE	TIEMPO DE ENTREGA	STOCK MINIMO
SCOOP N°01	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN CENTRAL	15 DÍAS	2 UND
	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	7 DÍAS	1 UND
	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	5 DÍAS	6 UND
SCOOP N°02	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	5 DÍAS	2 UND
	ESTRUCTURAL	CUCHARA	15 DÍAS	1 UND
	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	10 DÍAS	1 UND
	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	7 DÍAS	1 UND
SCOOP N°03	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	5 DÍAS	6 UND
	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	5 DÍAS	2 UND
	ESTRUCTURAL	CUCHARA	15 DÍAS	1 UND
	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	10 DÍAS	1 UND
SCOOP N°04	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	5 DÍAS	6 UND
	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	10 DÍAS	1 UND
	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	10 DÍAS	4 UND
	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	7 DÍAS	1 UND
SCOOP N°05	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	5 DÍAS	6 UND
	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	7 DÍAS	1 UND
	HIDRÁULICO	CILINDROS DE DIRECCIÓN	10 DÍAS	1 UND
	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	10 DÍAS	1 UND
	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	15 DÍAS	4 UND

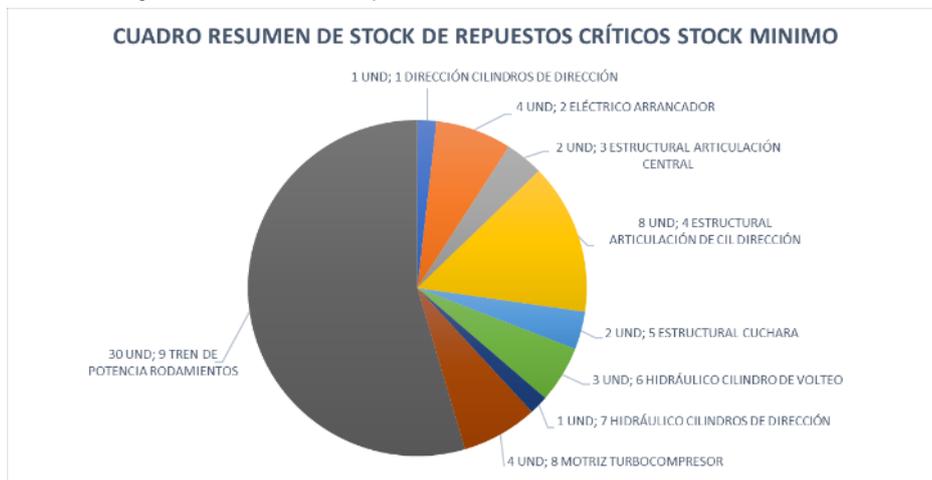
Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N°4.62: Stock global de repuestos críticos.

CUADRO RESUMEN DE STOCK DE REPUESTOS CRÍTICOS			
ITEM	SISTEMA	COMPONENTE	STOCK MINIMO
1	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	1 UND
2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	4 UND
3	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN CENTRAL	2 UND
4	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	8 UND
5	ESTRUCTURAL	CUCHARA	2 UND
6	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	3 UND
7	HIDRÁULICO	CILINDROS DE DIRECCIÓN	1 UND
8	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	4 UND
9	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	30 UND

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.31: Stock de repuestos críticos.



Fuente: *Elaboración propia.*

4.6.4.Etapa N°04: Eficiencia del Mantenimiento

a. Historial de fallas – Post Prueba.-

Se recopiló las fallas de los equipos críticos, durante un periodo de 4 meses (noviembre, diciembre del 2022 y enero, febrero del 2023); a fin de consolidar todas las fallas en un historial del equipo.

- Scoop N°01:

Tabla N°4.63: Historial de fallas de Scoop N°01 – Post Prueba.

EQUIPO		HOROMETRO INICIAL		HISTORIAL DE FALLAS - POST PRUEBA									
SC_01		11,882		SCOOP N°01									
N°	MES	FLOTA	EQUIPO	HORÓMETRO	TTF	ETTF	TTR	SISTEMA	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN			
1	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	11,953	71	71	3	ELÉCTRICO	PARQUEO	FALLA ELÉCTRICA EN SISTEMA DE PARQUEO.			
2	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,026	73	144	6	ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN CENTRAL	FALLA EN LA ARTICULACION CENTRAL			
3	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,062	36	180	6	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA			
4	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,136	74	254	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR			
5	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,185	49	303	3	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA			
6	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,287	102	405	4	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.			
7	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,331	44	449	5	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.			
8	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,397	66	515	1	LUBRICACIÓN	BOMBA DE ACEITE DE MOTOR	FALLA EN BOMBA DE ACEITE DE LUBRICACIÓN.			
9	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,448	51	566	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR			
10	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,493	45	611	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA			
11	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,555	62	673	6	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA			
12	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,644	89	762	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR			
13	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,732	88	850	6	ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN CENTRAL	FALLA EN LA ARTICULACION CENTRAL			
14	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,790	58	908	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FUGA DE ACEITE DEL ARRANCADOR			
15	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,860	70	978	5	TREN DE POTENCIA	CRUCETAS	FALLA POR ROTURA DE CRUCETA.			
16	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,898	38	1,016	5	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.			
17	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	12,955	57	1,073	6	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA			
18	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	13,008	53	1,126	4	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.			
19	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	13,055	47	1,173	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.			
20	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	13,091	36	1,209	2	TREN DE POTENCIA	CRUCETAS	ROTURA DE CRUCETAS DE CARDÁN CENTRAL.			
21	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	13,183	92	1,301	6	ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN CENTRAL	FALLA EN LA ARTICULACION CENTRAL.			
22	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	13,230	47	1,348	3	ELÉCTRICO	PARQUEO	FALLA ELÉCTRICA EN SISTEMA DE PARQUEO.			
23	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	13,327	97	1,445	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR			
24	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	13,367	40	1,485	5	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.			
25	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	13,460	93	1,578	3	TREN DE POTENCIA	DIFERENCIAL DELANTERO	FUGA DE ACEITE POR DIFERENCIAL DELANTERO.			
26	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	13,513	53	1,631	1	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN SISTEMA DE BOMBEO DE COMBUSTIBLE.			
27	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-01	13,570	57	1,688	2	HIDRÁULICO	CILINDRO DE LEVANTE	FUGA DE ACEITE DE CIL DE LEVANTE			

Fuente: *Elaboración propia.*

- Scoop N°02:

Tabla N°4.64: Historial de fallas de Scoop N°02 – Post Prueba.

EQUIPO		HOROMETRO DE INICIO		HISTORIAL DE FALLAS - POST PRUEBA									
SC_02		9,784		SCOOP N°02									
N°	MES	FLOTA	EQUIPO	HORÓMETRO	TTF	ETTF	TTR	SISTEMA	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN			
1	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	10,229	90	90	3	ESTRUCTURA	RODAMIENTO	ROTURA DE RODAMIENTO EN LÍNEA CARDÁNICA			
2	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	10,291	89	179	6	ESTRUCTURA	CUCHARA	FISURAS EN CUCHARA			
3	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	10,292	54	233	1	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA			
4	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	10,316	82	315	1	LUBRICACIÓN	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	ENGRASE			
5	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	10,512	60	375	1	MOTRIZ	MOTOR DIESEL	TEMPLADO DE FAJA DE MOTOR			
6	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	10,578	59	434	1	REFRIGERACIÓN	VENTILADOR	CAMBIO DE RESORTE			
7	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	10,654	92	526	2	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FALLA EN LA MANGUERA DE LEVANTE			
8	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	10,830	61	587	5	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.			
9	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	10,856	85	672	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR			
10	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	10,867	46	718	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA			
11	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	10,871	92	810	5	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	CAMBIO DE BATERÍA Y ALTERNADOR			
12	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC-02	10,948	55	865	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO			
13	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,104	88	953	5	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.			
14	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,139	85	1,038	4	MANDO FINAL	NEUMÁTICO	CAMBIO DE NEUMÁTICO.			
15	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,151	62	1,100	6	ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN DE CIL VOLTEO	CAMBIO DE PIN Y COLLECT			
16	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,187	59	1,159	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE DIRECCIÓN			
17	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,278	46	1,205	2	ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN CENTRAL	CAMBIO DE PIN DE ARTICULACIÓN CENTRAL			
18	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,462	56	1,261	2	TREN DE POTENCIA	TRANSMISIÓN	FUGA DE ACEITE DE TRANSMISION.			
19	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,475	61	1,322	3	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA			
20	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,500	48	1,370	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR			
21	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,509	56	1,426	2	REFRIGERACIÓN	RADIADOR	FALLA EN RADIADOR			
22	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,514	60	1,486	5	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.			
23	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,518	49	1,535	3	DIRECCIÓN	JOYSTICK	PROBLEMA DE JOYSTICK			
24	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,568	55	1,590	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE			
25	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC-02	11,610	49	1,639	4	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.			

Fuente: *Elaboración propia.*

- Scoop N°03:

Tabla N°4.65: Historial de fallas de Scoop N°03 – Post Prueba.

EQUIPO		HOROMETRO INICIAL		HISTORIAL DE FALLAS - POST PRUEBA						
SC_03		10,849		SCOOP N°03						
N°	MES	FLOTA	EQUIPO	HORÓMETRO	TTF	ETTF	TTR	SISTEMA	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
1	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,919	70	70	6	ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN DE CIL VOLTEO	CAMBIO DE PIN Y COLLECT
2	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	10,984	65	135	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE DIRECCIÓN
3	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	11,043	59	194	2	ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN CENTRAL	CAMBIO DE PIN DE ARTICULACIÓN CENTRAL
4	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	11,103	60	254	2	TREN DE POTENCIA	TRANSMISIÓN	FUGA DE ACEITE DE TRANSMISION.
5	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	11,178	75	329	3	TREN DE POTENCIA	CRUCETA	AJUSTE DE CRUCETA
6	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	11,233	55	384	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
7	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	11,331	98	482	2	REFRIGERACIÓN	RADIADOR	FALLA EN RADIADOR
8	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	11,416	85	567	5	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.
9	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	11,509	93	660	3	DIRECCIÓN	JOYSTICK	PROBLEMA DE JOSTICK
10	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	11,589	80	740	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE
11	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	11,671	82	822	4	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.
12	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	11,766	95	917	2	HIDRÁULICO	TANQUE HIDRÁULICO	FILTRO DE ACEITE HIDRÁULICO SATURADO.
13	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_03	11,840	74	991	6	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
14	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_03	11,925	85	1,076	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRÁULICAS	FUGA DE ACEITE POR DIFERENCIAL POSTERIOR
15	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_03	12,018	93	1,169	2	REFRIGERACIÓN	RADIADOR	FALLA EN RADIADOR
16	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_03	12,081	63	1,232	3	TREN DE POTENCIA	CONVERTIDOR	FUGA DE ACEITE POR DRENAJE DE CONVERTIDOR.
17	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_03	12,138	57	1,289	6	ESTRUCTURAL	CUCHARA	FISURAS EN CUCHARA
18	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_03	12,180	42	1,331	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
19	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_03	12,263	83	1,414	1	MOTRIZ	FILTRO DE AIRE	FILTROS SATURADOS PREMATURAMENTE.
20	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_03	12,361	98	1,512	5	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.
21	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_03	12,422	61	1,573	1	REFRIGERACIÓN	TERMOSTATO	FALLA EN MEDICIÓN DE TEMPERATURA
22	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_03	12,517	95	1,668	6	ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN CENTRAL	FALLA EN LA ARTICULACION CENTRAL
23	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_03	12,595	78	1,746	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.
24	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_03	12,700	105	1,851	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
25	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_03	12,770	70	1,921	5	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.

Fuente: *Elaboración propia.*

- Scoop N°04:

Tabla N°4.66: Historial de fallas de Scoop N°04 – Post Prueba.

EQUIPO		HOROMETRO INICIAL		HISTORIAL DE FALLAS - POST PRUEBA						
SC_04		11,362		SCOOP N°04						
N°	MES	FLOTA	EQUIPO	HORÓMETRO	TTF	ETTF	TTR	SISTEMA	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
1	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,427	65	65	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
2	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,490	63	128	4	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.
3	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,565	75	203	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE
4	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,637	72	275	5	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.
5	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,707	70	345	6	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.
6	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,771	64	409	6	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
7	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,861	90	499	5	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
8	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	11,976	115	614	1	REFRIGERACIÓN	TERMOSTATO	FALLA EN MEDICIÓN DE TEMPERATURA
9	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,071	95	709	5	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
10	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,102	31	740	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
11	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,159	57	797	6	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.
12	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,222	63	860	5	HIDRÁULICO	CILINDRO DE VOLTEO	FUGA DE ACEITE POR TAPAS DE CILINDRO.
13	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,247	25	885	5	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	CAMBIO DE ALTERNADOR
14	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,356	109	994	6	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
15	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,462	106	1,100	4	DIRECCIÓN	CILINDROS DE DIRECCIÓN	FUGA DE ACEITE POR CILINDROS DE DIRECCIÓN.
16	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,550	88	1,188	5	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
17	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,590	40	1,228	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
18	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,619	29	1,257	2	REFRIGERACIÓN	RADIADOR	FALLA EN RADIADOR
19	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,730	111	1,368	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
20	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,783	53	1,421	6	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.
21	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,827	44	1,465	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
22	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,858	31	1,496	5	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
23	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_04	12,958	100	1,596	6	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
24	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_04	13,046	88	1,684	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE
25	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_04	13,153	107	1,791	5	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	CAMBIO DE ALTERNADOR

Fuente: *Elaboración propia.*

- Scoop N°05:

Tabla N°4.67: Historial de fallas de Scoop N°05 – Post Prueba.

EQUIPO		HOROMETRO INICIAL		HISTORIAL DE FALLAS - PRE PRUEBA						
SC_05		11,545		SCOOP N°05						
N°	MES	FLOTA	EQUIPO	HORÓMETRO	TTF	ETTF	TTR	SISTEMA	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
1	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,600	55	55	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRAULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE VOLTEO
2	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,645	45	100	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.
3	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,730	85	185	5	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
4	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,830	100	285	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
5	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,900	70	355	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
6	NOVIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	11,977	77	432	6	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
7	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,057	80	512	6	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.
8	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,133	76	588	3	ELÉCTRICO	PARQUEO	FALLA ELÉCTRICA EN SISTEMA DE PARQUEO.
9	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,203	70	658	1	LUBRICACIÓN	BOMBA DE ACEITE DE MOTOR	FALLA EN BOMBA DE ACEITE DE LUBRICACIÓN.
10	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,271	68	726	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRAULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE VOLTEO
11	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,343	72	798	2	REFRIGERACIÓN	RADIADOR	FALLA EN RADIADOR
12	DICIEMBRE	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,408	65	863	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
13	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,496	88	951	1	REFRIGERACIÓN	TERMOSTATO	FALLA EN MEDICIÓN DE TEMPERATURA
14	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,564	68	1,019	3	COMBUSTIBLE	BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALLA EN BOMBA DE COMBUSTIBLE
15	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,629	65	1,084	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR
16	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,696	67	1,151	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRAULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE VOLTEO
17	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,766	70	1,221	6	ESTRUCTURAL	CUCHARA	FISURAS EN CUCHARA
18	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,851	85	1,306	1	REFRIGERACIÓN	TERMOSTATO	FALLA EN MEDICIÓN DE TEMPERATURA
19	ENERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	12,941	90	1,396	6	ESTRUCTURAL	ARTICULACIÓN DE CIL DIRECCIÓN	FALLA EN ARTICULACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.
20	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	13,026	85	1,481	6	TREN DE POTENCIA	RODAMIENTOS	FALLA EN RODAMIENTOS DE LÍNEA CARDÁNICA
21	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	13,105	79	1,560	3	ELÉCTRICO	ALTERNADOR	FALLA EN CARGA DE BATERÍA.
22	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	13,172	67	1,627	3	ELÉCTRICO	BATERÍA	PROBLEMAS DE BATERÍA
23	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	13,262	90	1,717	5	MOTRIZ	TURBOCOMPRESOR	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TURBOCOMPRESOR.
24	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	13,346	84	1,801	1	HIDRÁULICO	LÍNEAS HIDRAULICAS	CAMBIO DE MANGUERA DE VOLTEO
25	FEBRERO	SCOOP_DIESEL	SC_05	13,420	74	1,875	2	ELÉCTRICO	ARRANCADOR	FALLAS EN EL SOLENOIDE DEL ARRANCADOR

Fuente: *Elaboración propia.*

b. Remodelamiento de confiabilidad.-

b.1. Confiabilidad de Scoop N°01 – Post Prueba.-

- Ploteo de probabilidades:

Tabla N°4.68: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°01

ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
					X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	6.0	36.0	0.026	0.974	36.000	-1.951	36.000	-0.026	3.584	-3.654
2	2.0	36.0	0.062	0.938	36.000	-1.538	36.000	-0.064	3.584	-2.748
3	5.0	38.0	0.099	0.901	38.000	-1.290	38.000	-0.104	3.638	-2.266
4	5.0	40.0	0.135	0.865	40.000	-1.103	40.000	-0.145	3.689	-1.931
5	5.0	44.0	0.172	0.828	44.000	-0.948	44.000	-0.188	3.784	-1.670
6	2.5	45.0	0.208	0.792	45.000	-0.813	45.000	-0.233	3.807	-1.456
7	3.0	47.0	0.245	0.755	47.000	-0.692	47.000	-0.280	3.850	-1.272
8	3.0	47.0	0.281	0.719	47.000	-0.580	47.000	-0.330	3.850	-1.109
9	2.5	49.0	0.318	0.682	49.000	-0.475	49.000	-0.382	3.892	-0.962
10	2.0	51.0	0.354	0.646	51.000	-0.375	51.000	-0.437	3.932	-0.828
11	4.0	53.0	0.391	0.609	53.000	-0.278	53.000	-0.495	3.970	-0.703
12	1.0	53.0	0.427	0.573	53.000	-0.184	53.000	-0.557	3.970	-0.585
13	6.0	57.0	0.464	0.536	57.000	-0.092	57.000	-0.623	4.043	-0.474
14	2.0	57.0	0.500	0.500	57.000	0.000	57.000	-0.693	4.043	-0.367
15	2.0	58.0	0.536	0.464	58.000	0.092	58.000	-0.769	4.060	-0.263
16	6.0	62.0	0.573	0.427	62.000	0.184	62.000	-0.851	4.127	-0.161
17	1.0	66.0	0.609	0.391	66.000	0.278	66.000	-0.940	4.190	-0.062
18	4.5	70.0	0.646	0.354	70.000	0.375	70.000	-1.038	4.248	0.038
19	3.0	71.0	0.682	0.318	71.000	0.475	71.000	-1.147	4.263	0.137
20	6.0	73.0	0.719	0.281	73.000	0.580	73.000	-1.269	4.290	0.238
21	2.0	74.0	0.755	0.245	74.000	0.692	74.000	-1.408	4.304	0.342
22	6.0	88.0	0.792	0.208	88.000	0.813	88.000	-1.570	4.477	0.451
23	2.0	89.0	0.828	0.172	89.000	0.948	89.000	-1.763	4.489	0.567
24	6.0	92.0	0.865	0.135	92.000	1.103	92.000	-2.002	4.522	0.694
25	3.0	93.0	0.901	0.099	93.000	1.290	93.000	-2.317	4.533	0.840
26	2.0	97.0	0.938	0.062	97.000	1.538	97.000	-2.780	4.575	1.022
27	4.0	102.0	0.974	0.026	102.000	1.951	102.000	-3.667	4.625	1.299

Fuente: *Elaboración propia.*

- Verificación y selección de distribución estadística:

Tabla N°4.69: Coeficiente de Pearson de para distribuciones de fallas de Scoop N°01

NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
Coef. Pearson (R ²): 0.941	Coef. Pearson (R ²): 0.912	Coef. Pearson (R ²): 0.913

Fuente: *Elaboración propia.*

La distribución que presenta el Coeficiente de Pearson más cercano a “1” es la distribución Normal, puesto que tiene R²=0.941

- Estimación de parámetros estadísticos:

Tabla N°4.70: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°01

NORMAL	
Media (μ):	62.6
Desv. Estándar (σ):	21.9

Fuente: *Elaboración propia.*

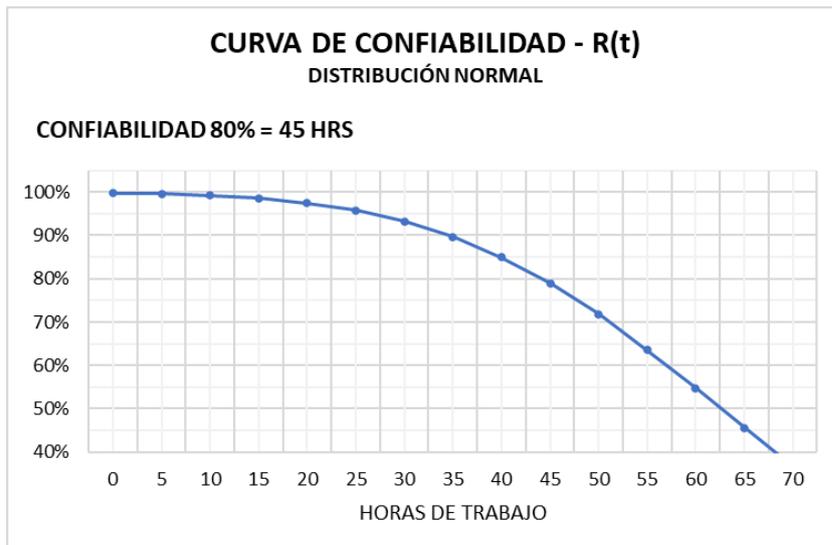
- Modelamiento de la curva de confiabilidad:

Tabla N°4.71: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°01

DISTRIBUCIÓN NORMAL					
ITEM	t	f(t)	F(t)	R(t)	$\lambda(t)$
1	0	0.00030	0.00209	0.99791	0.00030
2	5	0.00057	0.00420	0.99580	0.00057
3	10	0.00101	0.00804	0.99196	0.00102
4	15	0.00170	0.01469	0.98531	0.00173
5	20	0.00273	0.02562	0.97438	0.00280
6	25	0.00415	0.04265	0.95735	0.00434
7	30	0.00600	0.06785	0.93215	0.00643
8	35	0.00822	0.10326	0.89674	0.00917
9	40	0.01069	0.15046	0.84954	0.01258
10	45	0.01319	0.21021	0.78979	0.01671
11	50	0.01545	0.28199	0.71801	0.02152
12	55	0.01718	0.36386	0.63614	0.02700
13	60	0.01812	0.45248	0.54752	0.03310
14	65	0.01814	0.54354	0.45646	0.03975
15	70	0.01724	0.63236	0.36764	0.04689

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.32: Curva de confiabilidad de Scoop N°01 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Después de implementar el mantenimiento preventivo se evidenció que para mantener una confiabilidad de 80% en el Scoop N°01, el tiempo de trabajo máximo es de 45 horas (mín. permisible es 45 horas), lo cual es aceptable para mantener una producción continua.

b.2.Confiabilidad de Scoop N°02 – Post Prueba.-

- Ploteo de probabilidades:

Tabla N°4.72: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°02

ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
					X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.5	46.0	0.028	0.972	46.000	-1.918	46.000	-0.028	3.829	-3.577
2	2.0	46.0	0.067	0.933	46.000	-1.499	46.000	-0.069	3.829	-2.670
3	2.0	48.0	0.106	0.894	48.000	-1.246	48.000	-0.112	3.871	-2.186
4	2.5	49.0	0.146	0.854	49.000	-1.055	49.000	-0.157	3.892	-1.849
5	4.0	49.0	0.185	0.815	49.000	-0.896	49.000	-0.205	3.892	-1.587
6	1.0	54.0	0.224	0.776	54.000	-0.757	54.000	-0.254	3.989	-1.370
7	1.0	55.0	0.264	0.736	55.000	-0.632	55.000	-0.306	4.007	-1.183
8	3.0	55.0	0.303	0.697	55.000	-0.515	55.000	-0.361	4.007	-1.018
9	2.0	56.0	0.343	0.657	56.000	-0.406	56.000	-0.419	4.025	-0.869
10	2.0	56.0	0.382	0.618	56.000	-0.301	56.000	-0.481	4.025	-0.732
11	1.0	59.0	0.421	0.579	59.000	-0.199	59.000	-0.547	4.078	-0.603
12	1.0	59.0	0.461	0.539	59.000	-0.099	59.000	-0.617	4.078	-0.482
13	1.0	60.0	0.500	0.500	60.000	0.000	60.000	-0.693	4.094	-0.367
14	5.0	60.0	0.539	0.461	60.000	0.099	60.000	-0.775	4.094	-0.255
15	5.0	61.0	0.579	0.421	61.000	0.199	61.000	-0.865	4.111	-0.146
16	2.5	61.0	0.618	0.382	61.000	0.301	61.000	-0.963	4.111	-0.038
17	6.0	62.0	0.657	0.343	62.000	0.406	62.000	-1.071	4.127	0.069
18	0.3	82.0	0.697	0.303	82.000	0.515	82.000	-1.194	4.407	0.177
19	2.0	85.0	0.736	0.264	85.000	0.632	85.000	-1.333	4.443	0.287
20	4.0	85.0	0.776	0.224	85.000	0.757	85.000	-1.494	4.443	0.402
21	5.0	88.0	0.815	0.185	88.000	0.896	88.000	-1.687	4.477	0.523
22	6.0	89.0	0.854	0.146	89.000	1.055	89.000	-1.926	4.489	0.656
23	3.0	90.0	0.894	0.106	90.000	1.246	90.000	-2.241	4.500	0.807
24	1.5	92.0	0.933	0.067	92.000	1.499	92.000	-2.704	4.522	0.995
25	5.0	92.0	0.972	0.028	92.000	1.918	92.000	-3.591	4.522	1.279

Fuente: *Elaboración propia.*

- Verificación y selección de distribución estadística:

Tabla N°4.73: Coeficiente de Pearson de para distribuciones de fallas de Scoop N°02

NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
Coef. Pearson (R ²):	0.857	Coef. Pearson (R ²):	0.834	Coef. Pearson (R ²):	0.813

Fuente: *Elaboración propia.*

La distribución que presenta el Coeficiente de Pearson más cercano a “1” es la distribución Weibull, puesto que tiene R²=0.857

- Estimación de parámetros estadísticos:

Tabla N°4.74: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°02

NORMAL	
Media (μ):	65.6
Desv. Estándar (σ):	18.5

Fuente: *Elaboración propia.*

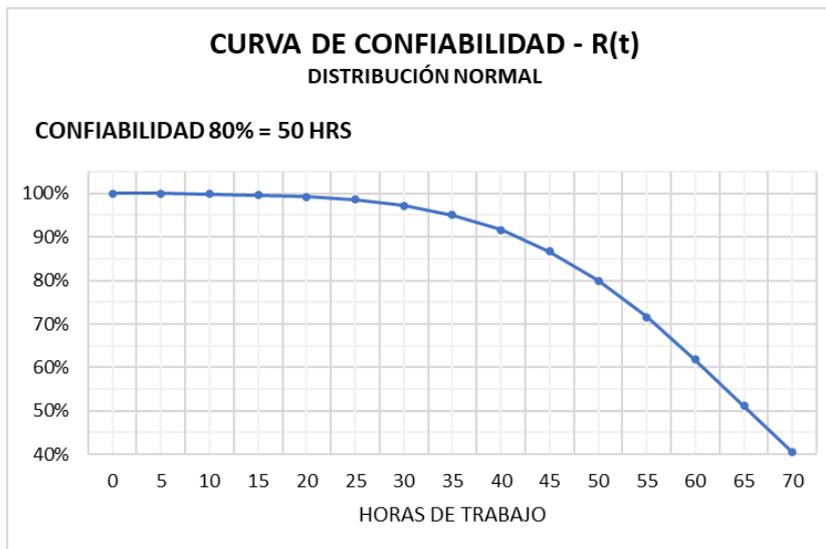
- Modelamiento de la curva de confiabilidad:

Tabla N°4.75: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°02

DISTRIBUCIÓN NORMAL					
ITEM	t	f(t)	F(t)	R(t)	$\lambda(t)$
1	0	0.00004	0.00020	0.99980	0.00004
2	5	0.00010	0.00054	0.99946	0.00010
3	10	0.00024	0.00136	0.99864	0.00024
4	15	0.00052	0.00318	0.99682	0.00052
5	20	0.00105	0.00697	0.99303	0.00105
6	25	0.00196	0.01430	0.98570	0.00199
7	30	0.00341	0.02748	0.97252	0.00351
8	35	0.00553	0.04954	0.95046	0.00581
9	40	0.00831	0.08387	0.91613	0.00908
10	45	0.01163	0.13358	0.86642	0.01343
11	50	0.01513	0.20051	0.79949	0.01893
12	55	0.01830	0.28436	0.71564	0.02558
13	60	0.02058	0.38206	0.61794	0.03331
14	65	0.02152	0.48794	0.51206	0.04203
15	70	0.02092	0.59469	0.40531	0.05162

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.33: Curva de confiabilidad de Scoop N°02 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Después de implementar el mantenimiento preventivo se evidenció que para mantener una confiabilidad de 80% en el Scoop N°02, el tiempo de trabajo máximo es de 50 horas (mín. permisible es 45 horas), lo cual es aceptable para mantener una producción continua.

b.3.Confiabilidad de Scoop N°03 – Post Prueba.-

- Ploteo de probabilidades:

Tabla N°4.76: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°03

ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
					X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.0	42.0	0.028	0.972	42.000	-1.918	42.000	-0.028	3.738	-3.577
2	2.0	55.0	0.067	0.933	55.000	-1.499	55.000	-0.069	4.007	-2.670
3	6.0	57.0	0.106	0.894	57.000	-1.246	57.000	-0.112	4.043	-2.186
4	2.0	59.0	0.146	0.854	59.000	-1.055	59.000	-0.157	4.078	-1.849
5	2.0	60.0	0.185	0.815	60.000	-0.896	60.000	-0.205	4.094	-1.587
6	1.0	61.0	0.224	0.776	61.000	-0.757	61.000	-0.254	4.111	-1.370
7	3.0	63.0	0.264	0.736	63.000	-0.632	63.000	-0.306	4.143	-1.183
8	1.0	65.0	0.303	0.697	65.000	-0.515	65.000	-0.361	4.174	-1.018
9	6.0	70.0	0.343	0.657	70.000	-0.406	70.000	-0.419	4.248	-0.869
10	5.0	70.0	0.382	0.618	70.000	-0.301	70.000	-0.481	4.248	-0.732
11	6.0	74.0	0.421	0.579	74.000	-0.199	74.000	-0.547	4.304	-0.603
12	2.5	75.0	0.461	0.539	75.000	-0.099	75.000	-0.617	4.317	-0.482
13	3.0	78.0	0.500	0.500	78.000	0.000	78.000	-0.693	4.357	-0.367
14	3.0	80.0	0.539	0.461	80.000	0.099	80.000	-0.775	4.382	-0.255
15	4.0	82.0	0.579	0.421	82.000	0.199	82.000	-0.865	4.407	-0.146
16	1.0	83.0	0.618	0.382	83.000	0.301	83.000	-0.963	4.419	-0.038
17	5.0	85.0	0.657	0.343	85.000	0.406	85.000	-1.071	4.443	0.069
18	1.0	85.0	0.697	0.303	85.000	0.515	85.000	-1.194	4.443	0.177
19	2.5	93.0	0.736	0.264	93.000	0.632	93.000	-1.333	4.533	0.287
20	2.0	93.0	0.776	0.224	93.000	0.757	93.000	-1.494	4.533	0.402
21	2.0	95.0	0.815	0.185	95.000	0.896	95.000	-1.687	4.554	0.523
22	6.0	95.0	0.854	0.146	95.000	1.055	95.000	-1.926	4.554	0.656
23	2.0	98.0	0.894	0.106	98.000	1.246	98.000	-2.241	4.585	0.807
24	5.0	98.0	0.933	0.067	98.000	1.499	98.000	-2.704	4.585	0.995
25	2.0	105.0	0.972	0.028	105.000	1.918	105.000	-3.591	4.654	1.279

Fuente: *Elaboración propia.*

- Verificación y selección de distribución estadística:

Tabla N°4.77: Coeficiente de Pearson de para distribuciones de fallas de Scoop N°03

NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
Coef. Pearson (R ²): 0.977	Coef. Pearson (R ²): 0.803	Coef. Pearson (R ²): 0.978

Fuente: *Elaboración propia.*

La distribución que presenta el Coeficiente de Pearson más cercano a “1” es la distribución Normal, puesto que tiene R²=0.978

- Estimación de parámetros estadísticos:

Tabla N°4.78: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°03

WEIBULL	
Beta (β):	5.173
Eta (η):	83.5

Fuente: *Elaboración propia.*

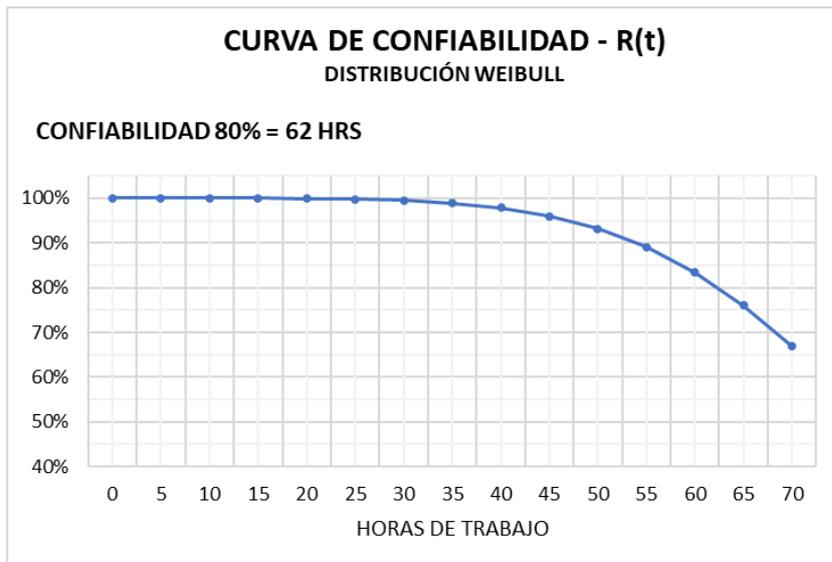
- Modelamiento de la curva de confiabilidad:

Tabla N°4.79: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°03

DISTRIBUCIÓN WEIBULL					
ITEM	t	f(t)	F(t)	R(t)	$\lambda(t)$
1	0	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
2	5	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
3	10	0.00001	0.00002	0.99998	0.00001
4	15	0.00005	0.00014	0.99986	0.00005
5	20	0.00016	0.00062	0.99938	0.00016
6	25	0.00040	0.00196	0.99804	0.00041
7	30	0.00086	0.00502	0.99498	0.00087
8	35	0.00163	0.01110	0.98890	0.00165
9	40	0.00282	0.02202	0.97798	0.00288
10	45	0.00452	0.04013	0.95987	0.00471
11	50	0.00681	0.06820	0.93180	0.00731
12	55	0.00969	0.10921	0.89079	0.01088
13	60	0.01304	0.16588	0.83412	0.01564
14	65	0.01660	0.23999	0.76001	0.02184
15	70	0.01989	0.33144	0.66856	0.02975

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.34: Curva de confiabilidad de Scoop N°03 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Después de implementar el mantenimiento preventivo se evidenció que para mantener una confiabilidad de 80% en el Scoop N°03, el tiempo de trabajo máximo es de 62 horas (mín. permisible es 45 horas), lo cual es aceptable para mantener una producción continua.

b.4.Confiabilidad de Scoop N°04 – Post Prueba.-

- Ploteo de probabilidades:

Tabla N°4.80: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°04

ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
					X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	5.0	25.0	0.028	0.972	25.000	-1.918	25.000	-0.028	3.219	-3.577
2	2.0	29.0	0.067	0.933	29.000	-1.499	29.000	-0.069	3.367	-2.670
3	2.5	31.0	0.106	0.894	31.000	-1.246	31.000	-0.112	3.434	-2.186
4	5.0	31.0	0.146	0.854	31.000	-1.055	31.000	-0.157	3.434	-1.849
5	2.5	40.0	0.185	0.815	40.000	-0.896	40.000	-0.205	3.689	-1.587
6	2.5	44.0	0.224	0.776	44.000	-0.757	44.000	-0.254	3.784	-1.370
7	6.0	53.0	0.264	0.736	53.000	-0.632	53.000	-0.306	3.970	-1.183
8	6.0	57.0	0.303	0.697	57.000	-0.515	57.000	-0.361	4.043	-1.018
9	4.0	63.0	0.343	0.657	63.000	-0.406	63.000	-0.419	4.143	-0.869
10	5.0	63.0	0.382	0.618	63.000	-0.301	63.000	-0.481	4.143	-0.732
11	6.0	64.0	0.421	0.579	64.000	-0.199	64.000	-0.547	4.159	-0.603
12	2.0	65.0	0.461	0.539	65.000	-0.099	65.000	-0.617	4.174	-0.482
13	6.0	70.0	0.500	0.500	70.000	0.000	70.000	-0.693	4.248	-0.367
14	5.0	72.0	0.539	0.461	72.000	0.099	72.000	-0.775	4.277	-0.255
15	3.0	75.0	0.579	0.421	75.000	0.199	75.000	-0.865	4.317	-0.146
16	5.0	88.0	0.618	0.382	88.000	0.301	88.000	-0.963	4.477	-0.038
17	3.0	88.0	0.657	0.343	88.000	0.406	88.000	-1.071	4.477	0.069
18	5.0	90.0	0.697	0.303	90.000	0.515	90.000	-1.194	4.500	0.177
19	5.0	95.0	0.736	0.264	95.000	0.632	95.000	-1.333	4.554	0.287
20	6.0	100.0	0.776	0.224	100.000	0.757	100.000	-1.494	4.605	0.402
21	4.0	106.0	0.815	0.185	106.000	0.896	106.000	-1.687	4.663	0.523
22	5.0	107.0	0.854	0.146	107.000	1.055	107.000	-1.926	4.673	0.656
23	6.0	109.0	0.894	0.106	109.000	1.246	109.000	-2.241	4.691	0.807
24	2.0	111.0	0.933	0.067	111.000	1.499	111.000	-2.704	4.710	0.995
25	1.0	115.0	0.972	0.028	115.000	1.918	115.000	-3.591	4.745	1.279

Fuente: *Elaboración propia.*

- Verificación y selección de distribución estadística:

Tabla N°4.81: Coeficiente de Pearson de para distribuciones de fallas de Scoop N°04

NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
Coef. Pearson (R ²): 0.962	Coef. Pearson (R ²): 0.798	Coef. Pearson (R ²): 0.962

Fuente: *Elaboración propia.*

La distribución que presenta el Coeficiente de Pearson más cercano a “1” es la distribución Weibull, puesto que tiene R²=0.962

- Estimación de parámetros estadísticos:

Tabla N°4.82: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°04

WEIBULL	
Beta (β):	2.516
Eta (η):	81.3

Fuente: *Elaboración propia.*

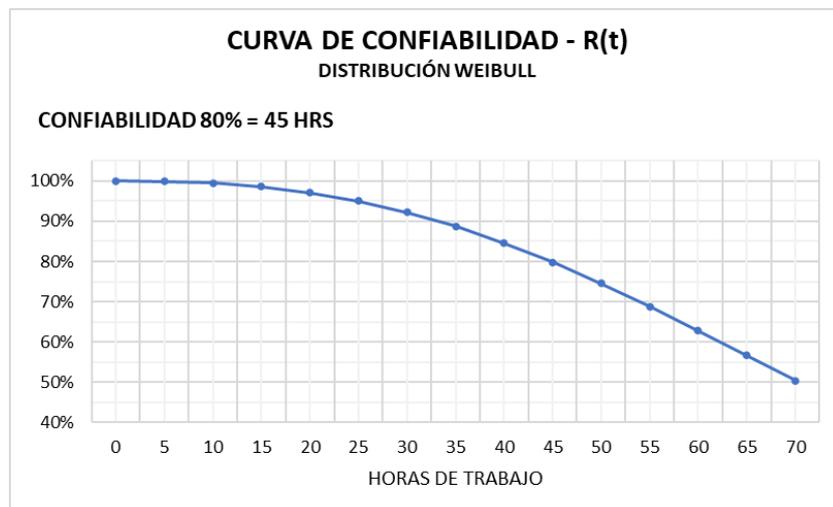
- Modelamiento de la curva de confiabilidad:

Tabla N°4.83: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°04

DISTRIBUCIÓN WEIBULL					
ITEM	t	f(t)	F(t)	R(t)	$\lambda(t)$
1	0	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
2	5	0.00045	0.00090	0.99910	0.00045
3	10	0.00128	0.00511	0.99489	0.00129
4	15	0.00235	0.01412	0.98588	0.00238
5	20	0.00358	0.02890	0.97110	0.00369
6	25	0.00492	0.05011	0.94989	0.00517
7	30	0.00629	0.07812	0.92188	0.00682
8	35	0.00765	0.11298	0.88702	0.00862
9	40	0.00892	0.15445	0.84555	0.01055
10	45	0.01007	0.20200	0.79800	0.01262
11	50	0.01103	0.25483	0.74517	0.01480
12	55	0.01177	0.31194	0.68806	0.01711
13	60	0.01226	0.37211	0.62789	0.01952
14	65	0.01247	0.43404	0.56596	0.02204
15	70	0.01242	0.49638	0.50362	0.02466

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.35: Curva de confiabilidad de Scoop N°04 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Después de implementar el mantenimiento preventivo se evidenció que para mantener una confiabilidad de 80% en el Scoop N°04, el tiempo de trabajo máximo es de 45 horas (mín. permisible es 45 horas), lo cual es aceptable para mantener una producción continua.

b.5.Confiabilidad de Scoop N°05 – Post Prueba.-

- Ploteo de probabilidades:

Tabla N°4.84: Ploteo de probabilidades de distribuciones de fallas de Scoop N°05

ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
					X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	3.0	45.0	0.031	0.969	45.000	-1.863	45.000	-0.032	3.807	-3.450
2	0.5	55.0	0.076	0.924	55.000	-1.433	55.000	-0.079	4.007	-2.539
3	2.5	65.0	0.121	0.879	65.000	-1.172	65.000	-0.128	4.174	-2.052
4	2.0	65.0	0.165	0.835	65.000	-0.973	65.000	-0.181	4.174	-1.712
5	0.5	67.0	0.210	0.790	67.000	-0.807	67.000	-0.235	4.205	-1.446
6	2.5	67.0	0.254	0.746	67.000	-0.661	67.000	-0.294	4.205	-1.225
4	0.5	68.0	0.165	0.835	68.000	-0.973	68.000	-0.181	4.220	-1.712
5	3.0	68.0	0.210	0.790	68.000	-0.807	68.000	-0.235	4.220	-1.446
6	2.5	70.0	0.254	0.746	70.000	-0.661	70.000	-0.294	4.248	-1.225
7	1.0	70.0	0.299	0.701	70.000	-0.527	70.000	-0.355	4.248	-1.035
8	6.0	70.0	0.344	0.656	70.000	-0.402	70.000	-0.421	4.248	-0.865
9	2.0	72.0	0.388	0.612	72.000	-0.284	72.000	-0.492	4.277	-0.710
10	2.0	74.0	0.433	0.567	74.000	-0.169	74.000	-0.567	4.304	-0.567
11	3.0	76.0	0.478	0.522	76.000	-0.056	76.000	-0.649	4.331	-0.432
12	6.0	77.0	0.522	0.478	77.000	0.056	77.000	-0.739	4.344	-0.303
13	3.0	79.0	0.567	0.433	79.000	0.169	79.000	-0.837	4.369	-0.178
14	6.0	80.0	0.612	0.388	80.000	0.284	80.000	-0.946	4.382	-0.056
15	0.5	84.0	0.656	0.344	84.000	0.402	84.000	-1.068	4.431	0.066
16	5.0	85.0	0.701	0.299	85.000	0.527	85.000	-1.207	4.443	0.188
17	1.0	85.0	0.746	0.254	85.000	0.661	85.000	-1.369	4.443	0.314
18	6.0	85.0	0.790	0.210	85.000	0.807	85.000	-1.561	4.443	0.446
19	1.0	88.0	0.835	0.165	88.000	0.973	88.000	-1.801	4.477	0.588
20	6.0	90.0	0.879	0.121	90.000	1.172	90.000	-2.116	4.500	0.749
21	5.0	90.0	0.924	0.076	90.000	1.433	90.000	-2.578	4.500	0.947
22	2.0	100.0	0.969	0.031	100.000	1.863	100.000	-3.466	4.605	1.243

Fuente: *Elaboración propia.*

- Verificación y selección de distribución estadística:

Tabla N°4.85: Coeficiente de Pearson de para distribuciones de fallas de Scoop N°05

NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
Coef. Pearson (R ²): 0.958	Coef. Pearson (R ²): 0.782	Coef. Pearson (R ²): 0.962

Fuente: *Elaboración propia.*

La distribución que presenta el Coeficiente de Pearson más cercano a “1” es la distribución Normal, puesto que tiene R²=0.962

- Estimación de parámetros estadísticos:

Tabla N°4.86: Parámetros de distribución de fallas de Scoop N°05

WEIBULL	
Beta (β):	6.592
Eta (η):	81.8

Fuente: *Elaboración propia.*

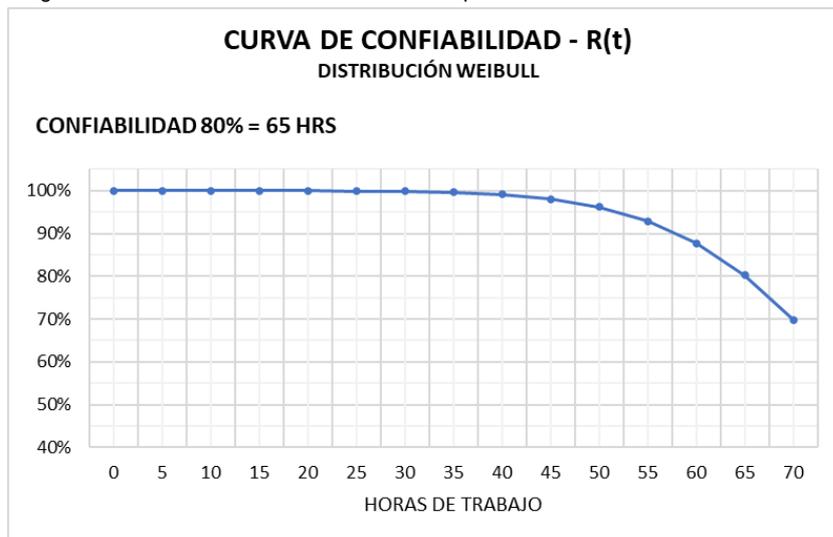
- Modelamiento de la curva de confiabilidad:

Tabla N°4.87: Cuadro de Confiabilidad & Tasa de Fallas vs Tiempo – Scoop N°05

DISTRIBUCIÓN WEIBULL					
ITEM	t	f(t)	F(t)	R(t)	$\lambda(t)$
1	0	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
2	5	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
3	10	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
4	15	0.00001	0.00001	0.99999	0.00001
5	20	0.00003	0.00009	0.99991	0.00003
6	25	0.00011	0.00041	0.99959	0.00011
7	30	0.00030	0.00135	0.99865	0.00030
8	35	0.00070	0.00372	0.99628	0.00070
9	40	0.00147	0.00894	0.99106	0.00148
10	45	0.00281	0.01934	0.98066	0.00286
11	50	0.00496	0.03835	0.96165	0.00516
12	55	0.00816	0.07068	0.92932	0.00879
13	60	0.01255	0.12198	0.87802	0.01429
14	65	0.01794	0.19786	0.80214	0.02236
15	70	0.02363	0.30187	0.69813	0.03384

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.36: Curva de confiabilidad de Scoop N°05 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Después de implementar el mantenimiento preventivo se evidenció que para mantener una confiabilidad de 80% en el Scoop N°05, el tiempo de trabajo máximo es de 65 horas (mín. permisible es 45 horas), lo cual es aceptable para mantener una producción continua.

c. Análisis RAM – Post Prueba.-

Según la distribución seleccionada se determinó el MTTF, MTTR y la Disponibilidad de cada equipo por cada mes, así mismo los indicadores globales.

c.1. Análisis RAM de Scoop N°01 – Post Prueba.-

- Cálculo de indicadores globales:

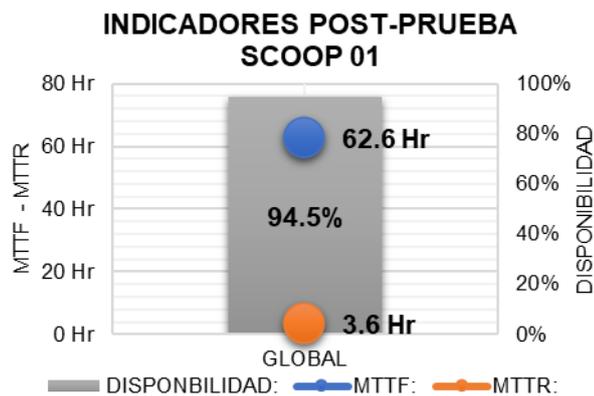
Con los parámetros hallados del total de fallas, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad, de manera global para el total de meses:

Tabla N°4.88: Indicadores Globales de Scoop N°01 – Post Prueba

DISTRIBUCION NORMAL	
MTTF:	62.6 Hr
MTTR:	3.6 Hr
DISPONIBILIDAD:	94.5%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.37: Indicador Global de Scoop N°01 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para hallar los indicadores mensuales se realizó la selección de la distribución según las fallas mensuales por equipo.

- Ploteo y cálculo de parámetros de distribución mensual:

Se realizó el ploteo de las fallas en las 3 distribuciones para seleccionar la que mejor se adapte a las fallas.

Tabla N°4.89: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°01 – Post Prueba

FALLAS DE NOVIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	6.0	36.0	0.109	0.891	36.000	-1.230	36.000	-0.116	3.584	-2.156
2	2.5	49.0	0.266	0.734	49.000	-0.626	49.000	-0.309	3.892	-1.175
3	3.0	71.0	0.422	0.578	71.000	-0.197	71.000	-0.548	4.263	-0.602
4	6.0	73.0	0.578	0.422	73.000	0.197	73.000	-0.863	4.290	-0.147
5	2.0	74.0	0.734	0.266	74.000	0.626	74.000	-1.326	4.304	0.282
6	4.0	102.0	0.891	0.109	102.000	1.230	102.000	-2.213	4.625	0.794

FALLAS DE DICIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	5.0	44.0	0.095	0.905	44.000	-1.313	44.000	-0.099	3.784	-2.309
2	2.5	45.0	0.230	0.770	45.000	-0.740	45.000	-0.261	3.807	-1.343
3	2.0	51.0	0.365	0.635	51.000	-0.345	51.000	-0.454	3.932	-0.790
4	6.0	62.0	0.500	0.500	62.000	0.000	62.000	-0.693	4.127	-0.367
5	1.0	66.0	0.635	0.365	66.000	0.345	66.000	-1.008	4.190	0.008
6	6.0	88.0	0.770	0.230	88.000	0.740	88.000	-1.471	4.477	0.386
7	2.0	89.0	0.905	0.095	89.000	1.313	89.000	-2.358	4.489	0.858

FALLAS DE ENERO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	5.0	38.0	0.130	0.870	38.000	-1.128	38.000	-0.139	3.638	-1.974
2	4.0	53.0	0.315	0.685	53.000	-0.482	53.000	-0.378	3.970	-0.973
3	6.0	57.0	0.500	0.500	57.000	0.000	57.000	-0.693	4.043	-0.367
4	2.0	58.0	0.685	0.315	58.000	0.482	58.000	-1.156	4.060	0.145
5	4.5	70.0	0.870	0.130	70.000	1.128	70.000	-2.043	4.248	0.714

FALLAS DE FEBRERO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.0	36.0	0.074	0.926	36.000	-1.443	36.000	-0.077	3.584	-2.559
2	5.0	40.0	0.181	0.819	40.000	-0.912	40.000	-0.199	3.689	-1.612
3	3.0	47.0	0.287	0.713	47.000	-0.561	47.000	-0.339	3.850	-1.083
4	3.0	47.0	0.394	0.606	47.000	-0.270	47.000	-0.500	3.850	-0.693
5	1.0	53.0	0.500	0.500	53.000	0.000	53.000	-0.693	3.970	-0.367
6	2.0	57.0	0.606	0.394	57.000	0.270	57.000	-0.932	4.043	-0.070
7	6.0	92.0	0.713	0.287	92.000	0.561	92.000	-1.247	4.522	0.221
8	3.0	93.0	0.819	0.181	93.000	0.912	93.000	-1.710	4.533	0.537
9	2.0	97.0	0.926	0.074	97.000	1.443	97.000	-2.597	4.575	0.955

Fuente: *Elaboración propia.*

Según el Coeficiente de Pearson se eligió el que más se acerca a “1”:

Tabla N°4.90: Coeficiente de Pearson de Scoop N°01 – Post Prueba

MES	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.932	Coef. Pearson (R ²): 0.866	Coef. Pearson (R ²): 0.946
DICIEMBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.903	Coef. Pearson (R ²): 0.895	Coef. Pearson (R ²): 0.882
ENERO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.928	Coef. Pearson (R ²): 0.825	Coef. Pearson (R ²): 0.935
FEBRERO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.852	Coef. Pearson (R ²): 0.852	Coef. Pearson (R ²): 0.853

Fuente: *Elaboración propia.*

Se determinó los parámetros de cada distribución mensual:

Tabla N°4.91: Parámetros de distribuciones de Scoop N°01 – Post Prueba

NOVIEMBRE	WEIBULL	
	Beta (β):	2.820
	Eta (η):	76.5
	Gamma (γ):	0.0
DICIEMBRE	NORMAL	
	Media (μ):	63.6
	Desv. Estándar (σ)	22.3
ENERO	WEIBULL	
	Beta (β):	4.495
	Eta (η):	60.4
	Gamma (γ):	0.0
FEBRERO	WEIBULL	
	Beta (β):	2.676
	Eta (η):	71.0
	Gamma (γ):	0.0

Fuente: *Elaboración propia.*

- Cálculo de indicadores mensuales:

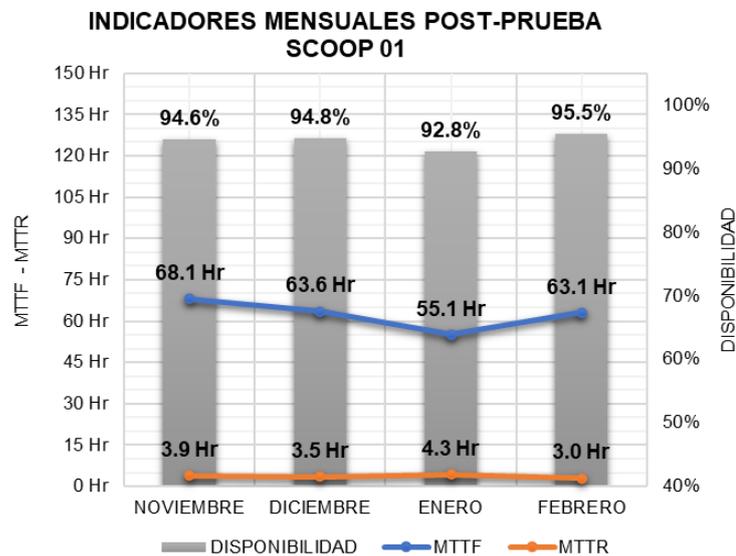
Con los parámetros hallados, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad para cada mes:

Tabla N°4.92: Indicadores mensuales de Scoop N°01 – Post Prueba

MES :	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
DISTRIBUCIÓN :	WEIBULL	NORMAL	WEIBULL	WEIBULL
MTTF :	68.1 Hr	63.6 Hr	55.1 Hr	63.1 Hr
MTTR :	3.9 Hr	3.5 Hr	4.3 Hr	3.0 Hr
DISPONIBILIDAD :	94.6%	94.8%	92.8%	95.5%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.38: Indicador Mensual de Scoop N°01 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

c.2. Análisis RAM de Scoop N°02 – Post Prueba.-

- Cálculo de indicadores globales:

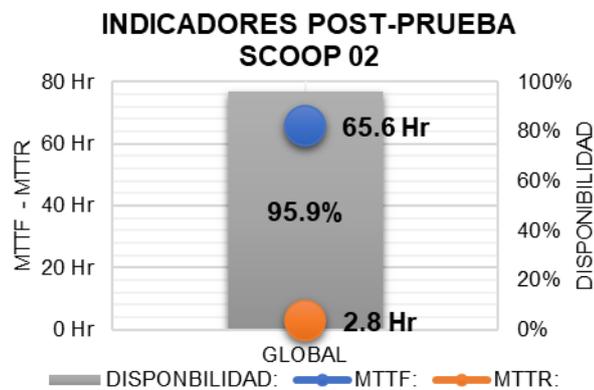
Con los parámetros hallados del total de fallas, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad, de manera global para el total de meses:

Tabla N°4.93: Indicadores Globales de Scoop N°02 – Post Prueba

DISTRIBUCIÓN NORMAL	
MTTF:	65.6 Hr
MTTR:	2.8 Hr
DISPONIBILIDAD:	95.9%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.39: Indicador Global de Scoop N°02 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para hallar los indicadores mensuales se realizó la selección de la distribución según las fallas mensuales por equipo.

- Ploteo y cálculo de parámetros de distribución mensual:

Se realizó el ploteo de las fallas en las 3 distribuciones para seleccionar la que mejor se adapte a las fallas.

Tabla N°4.94: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°02 – Post Prueba

FALLAS DE NOVIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	3.0	54.0	0.109	0.891	54.000	-1.230	54.000	-0.116	3.989	-2.156
2	6.0	59.0	0.266	0.734	59.000	-0.626	59.000	-0.309	4.078	-1.175
3	1.0	60.0	0.422	0.578	60.000	-0.197	60.000	-0.548	4.094	-0.602
4	1.0	82.0	0.578	0.422	82.000	0.197	82.000	-0.863	4.407	-0.147
5	1.0	89.0	0.734	0.266	89.000	0.626	89.000	-1.326	4.489	0.282
6	1.0	90.0	0.891	0.109	90.000	1.230	90.000	-2.213	4.500	0.794

FALLAS DE DICIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.5	46.0	0.109	0.891	46.000	-1.230	46.000	-0.116	3.829	-2.156
2	1.0	55.0	0.266	0.734	55.000	-0.626	55.000	-0.309	4.007	-1.175
3	5.0	61.0	0.422	0.578	61.000	-0.197	61.000	-0.548	4.111	-0.602
4	2.0	85.0	0.578	0.422	85.000	0.197	85.000	-0.863	4.443	-0.147
5	1.5	92.0	0.734	0.266	92.000	0.626	92.000	-1.326	4.522	0.282
6	5.0	92.0	0.891	0.109	92.000	1.230	92.000	-2.213	4.522	0.794

FALLAS DE ENERO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.0	46.0	0.130	0.870	46.000	-1.128	46.000	-0.139	3.829	-1.974
2	1.0	59.0	0.315	0.685	59.000	-0.482	59.000	-0.378	4.078	-0.973
3	6.0	62.0	0.500	0.500	62.000	0.000	62.000	-0.693	4.127	-0.367
4	4.0	85.0	0.685	0.315	85.000	0.482	85.000	-1.156	4.443	0.145
5	5.0	88.0	0.870	0.130	88.000	1.128	88.000	-2.043	4.477	0.714

FALLAS DE FEBRERO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.0	48.0	0.083	0.917	48.000	-1.383	48.000	-0.087	3.871	-2.442
2	2.5	49.0	0.202	0.798	49.000	-0.833	49.000	-0.226	3.892	-1.487
3	4.0	49.0	0.321	0.679	49.000	-0.464	49.000	-0.388	3.892	-0.947
4	3.0	55.0	0.440	0.560	55.000	-0.150	55.000	-0.581	4.007	-0.544
5	2.0	56.0	0.560	0.440	56.000	0.150	56.000	-0.820	4.025	-0.199
6	2.0	56.0	0.679	0.321	56.000	0.464	56.000	-1.135	4.025	0.127
7	5.0	60.0	0.798	0.202	60.000	0.833	60.000	-1.598	4.094	0.469
8	2.5	61.0	0.917	0.083	61.000	1.383	61.000	-2.485	4.111	0.910

Fuente: *Elaboración propia.*

Según el Coeficiente de Pearson se eligió el que más se acerca a "1":

Tabla N°4.95: Coeficiente de Pearson de Scoop N°02 – Post Prueba

MES	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.866	Coef. Pearson (R ²): 0.791	Coef. Pearson (R ²): 0.855
DICIEMBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.893	Coef. Pearson (R ²): 0.765	Coef. Pearson (R ²): 0.920
ENERO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.925	Coef. Pearson (R ²): 0.852	Coef. Pearson (R ²): 0.939
FEBRERO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.913	Coef. Pearson (R ²): 0.833	Coef. Pearson (R ²): 0.884

Fuente: *Elaboración propia.*

Se determinó los parámetros de cada distribución mensual:

Tabla N°4.96: Parámetros de distribuciones de Scoop N°02 – Post Prueba

NOVIEMBRE	NORMAL	
	Media (μ):	72.3
	Desv. Estándar (σ)	20.0
DICIEMBRE	WEIBULL	
	Beta (β):	3.428
	Eta (η):	80.2
ENERO	WEIBULL	
	Beta (β):	3.711
	Eta (η):	75.4
FEBRERO	NORMAL	
	Media (μ):	54.3
	Desv. Estándar (σ)	5.9

Fuente: *Elaboración propia.*

- Cálculo de indicadores mensuales:

Con los parámetros hallados, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad para cada mes:

Tabla N°4.97: Indicadores mensuales de Scoop N°02 – Post Prueba

MES :	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
DISTRIBUCIÓN :	NORMAL	WEIBULL	WEIBULL	NORMAL
MTTF :	72.3 Hr	72.1 Hr	68.1 Hr	54.3 Hr
MTTR :	2.2 Hr	2.8 Hr	1.5 Hr	2.9 Hr
DISPONIBILIDAD :	97.1%	96.2%	97.8%	95.0%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.40: Indicador Mensual de Scoop N°02 – Post Prueba

INDICADORES MENSUALES POST-PRUEBA SCOOP 02



Fuente: *Elaboración propia.*

c.3. Análisis RAM de Scoop N°03 – Post Prueba.-

- Cálculo de indicadores globales:

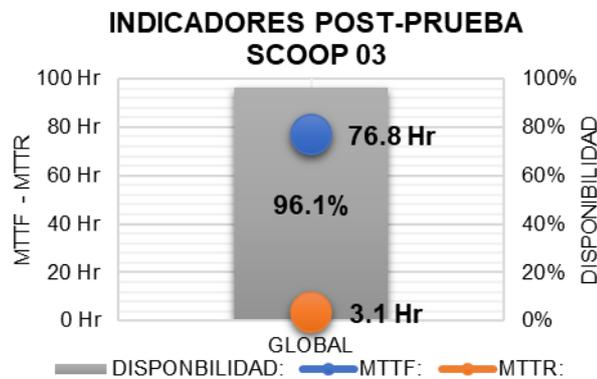
Con los parámetros hallados del total de fallas, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad, de manera global para el total de meses:

Tabla N°4.98: Indicadores Globales de Scoop N°03 – Post Prueba

DISTRIBUCIÓN WEIBULL	
MTTF:	76.8 Hr
MTTR:	3.1 Hr
DISPONIBILIDAD:	96.1%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.41: Indicador Global de Scoop N°03 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para hallar los indicadores mensuales se realizó la selección de la distribución según las fallas mensuales por equipo.

- Ploteo y cálculo de parámetros de distribución mensual:

Se realizó el ploteo de las fallas en las 3 distribuciones para seleccionar la que mejor se adapte a las fallas.

Tabla N°4.99: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°03 – Post Prueba

FALLAS DE NOVIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.0	55.0	0.109	0.891	55.000	-1.230	55.000	-0.116	4.007	-2.156
2	2.0	59.0	0.266	0.734	59.000	-0.626	59.000	-0.309	4.078	-1.175
3	2.0	60.0	0.422	0.578	60.000	-0.197	60.000	-0.548	4.094	-0.602
4	1.0	65.0	0.578	0.422	65.000	0.197	65.000	-0.863	4.174	-0.147
5	6.0	70.0	0.734	0.266	70.000	0.626	70.000	-1.326	4.248	0.282
6	2.5	75.0	0.891	0.109	75.000	1.230	75.000	-2.213	4.317	0.794

FALLAS DE DICIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	6.0	74.0	0.095	0.905	74.000	-1.313	74.000	-0.099	4.304	-2.309
2	3.0	80.0	0.230	0.770	80.000	-0.740	80.000	-0.261	4.382	-1.343
3	4.0	82.0	0.365	0.635	82.000	-0.345	82.000	-0.454	4.407	-0.790
4	5.0	85.0	0.500	0.500	85.000	0.000	85.000	-0.693	4.443	-0.367
5	2.5	93.0	0.635	0.365	93.000	0.345	93.000	-1.008	4.533	0.008
6	2.0	95.0	0.770	0.230	95.000	0.740	95.000	-1.471	4.554	0.386
7	2.0	98.0	0.905	0.095	98.000	1.313	98.000	-2.358	4.585	0.858

FALLAS DE ENERO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	6.0	57.0	0.159	0.841	57.000	-0.998	57.000	-0.173	4.043	-1.753
2	3.0	63.0	0.386	0.614	63.000	-0.289	63.000	-0.488	4.143	-0.717
3	1.0	85.0	0.614	0.386	85.000	0.289	85.000	-0.951	4.443	-0.050
4	2.0	93.0	0.841	0.159	93.000	0.998	93.000	-1.838	4.533	0.609

FALLAS DE FEBRERO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.0	42.0	0.083	0.917	42.000	-1.383	42.000	-0.087	3.738	-2.442
2	1.0	61.0	0.202	0.798	61.000	-0.833	61.000	-0.226	4.111	-1.487
3	5.0	70.0	0.321	0.679	70.000	-0.464	70.000	-0.388	4.248	-0.947
4	3.0	78.0	0.440	0.560	78.000	-0.150	78.000	-0.581	4.357	-0.544
5	1.0	83.0	0.560	0.440	83.000	0.150	83.000	-0.820	4.419	-0.199
6	6.0	95.0	0.679	0.321	95.000	0.464	95.000	-1.135	4.554	0.127
7	5.0	98.0	0.798	0.202	98.000	0.833	98.000	-1.598	4.585	0.469
8	2.0	105.0	0.917	0.083	105.000	1.383	105.000	-2.485	4.654	0.910

Fuente: *Elaboración propia.*

Según el Coeficiente de Pearson se eligió el que más se acerca a “1”:

Tabla N°4.100: Coeficiente de Pearson de Scoop N°03 – Post Prueba

MES	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.969	Coef. Pearson (R ²): 0.961	Coef. Pearson (R ²): 0.935
DICIEMBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.964	Coef. Pearson (R ²): 0.858	Coef. Pearson (R ²): 0.961
ENERO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.929	Coef. Pearson (R ²): 0.890	Coef. Pearson (R ²): 0.918
FEBRERO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R ²): 0.968	Coef. Pearson (R ²): 0.788	Coef. Pearson (R ²): 0.975

Fuente: *Elaboración propia.*

Se determinó los parámetros de cada distribución mensual:

Tabla N°4.101: Parámetros de distribuciones de Scoop N°03 – Post Prueba

NOVIEMBRE	WEIBULL	
	Beta (β):	8.855
	Eta (η):	67.3
	Gamma (γ):	0.0
DICIEMBRE	WEIBULL	
	Beta (β):	10.292
	Eta (η):	90.7
	Gamma (γ):	0.0
ENERO	WEIBULL	
	Beta (β):	4.122
	Eta (η):	82.0
	Gamma (γ):	0.0
FEBRERO	WEIBULL	
	Beta (β):	3.584
	Eta (η):	87.9
	Gamma (γ):	0.0

Fuente: *Elaboración propia.*

- Cálculo de indicadores mensuales:

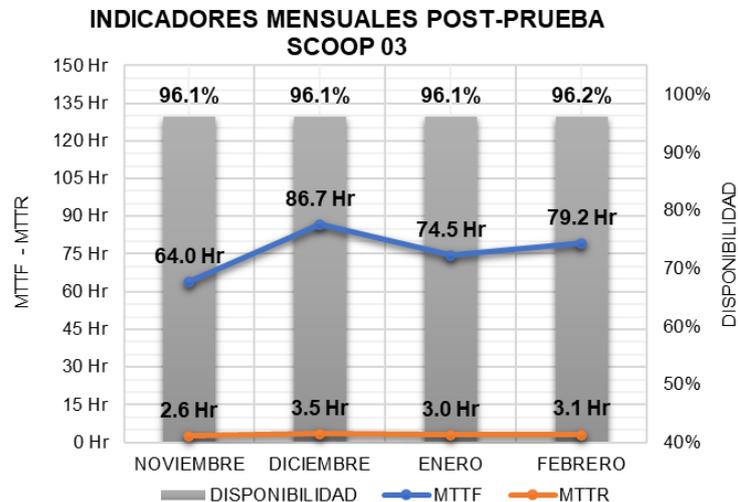
Con los parámetros hallados, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad para cada mes:

Tabla N°4.102: Indicadores mensuales de Scoop N°02 – Post Prueba

MES :	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
DISTRIBUCIÓN :	NORMAL	NORMAL	NORMAL	WEIBULL
MTTF :	64.0 Hr	86.7 Hr	74.5 Hr	79.2 Hr
MTTR :	2.6 Hr	3.5 Hr	3.0 Hr	3.1 Hr
DISPONIBILIDAD :	96.1%	96.1%	96.1%	96.2%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.42: Indicador Mensual de Scoop N°03 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

c.4. Análisis RAM de Scoop N°04 – Post Prueba.-

- Cálculo de indicadores globales:

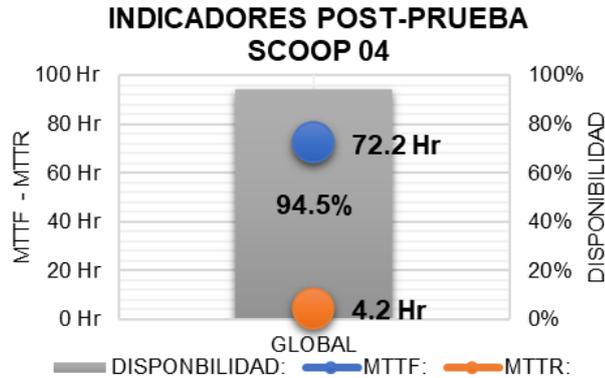
Con los parámetros hallados del total de fallas, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad, de manera global para el total de meses:

Tabla N°4.103: Indicadores Globales de Scoop N°04 – Post

DISTRIBUCIÓN WEIBULL	
MTTF:	72.2 Hr
MTTR:	4.2 Hr
DISPONIBILIDAD:	94.5%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.43: Indicador Global de Scoop N°04 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para hallar los indicadores mensuales se realizó la selección de la distribución según las fallas mensuales por equipo.

- Ploteo y cálculo de parámetros de distribución mensual:

Se realizó el ploteo de las fallas en las 3 distribuciones para seleccionar la que mejor se adapte a las fallas.

Tabla N°4.104: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°04 – Post Prueba

FALLAS DE NOVIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	4.0	63.0	0.109	0.891	63.000	-1.230	63.000	-0.116	4.143	-2.156
2	6.0	64.0	0.266	0.734	64.000	-0.626	64.000	-0.309	4.159	-1.175
3	2.0	65.0	0.422	0.578	65.000	-0.197	65.000	-0.548	4.174	-0.602
4	6.0	70.0	0.578	0.422	70.000	0.197	70.000	-0.863	4.248	-0.147
5	5.0	72.0	0.734	0.266	72.000	0.626	72.000	-1.326	4.277	0.282
6	3.0	75.0	0.891	0.109	75.000	1.230	75.000	-2.213	4.317	0.794

FALLAS DE DICIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	5.0	25.0	0.095	0.905	25.000	-1.313	25.000	-0.099	3.219	-2.309
2	2.5	31.0	0.230	0.770	31.000	-0.740	31.000	-0.261	3.434	-1.343
3	6.0	57.0	0.365	0.635	57.000	-0.345	57.000	-0.454	4.043	-0.790
4	5.0	63.0	0.500	0.500	63.000	0.000	63.000	-0.693	4.143	-0.367
5	5.0	90.0	0.635	0.365	90.000	0.345	90.000	-1.008	4.500	0.008
6	5.0	95.0	0.770	0.230	95.000	0.740	95.000	-1.471	4.554	0.386
7	1.0	115.0	0.905	0.095	115.000	1.313	115.000	-2.358	4.745	0.858

FALLAS DE ENERO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.0	29.0	0.130	0.870	29.000	-1.128	29.000	-0.139	3.367	-1.974
2	2.5	40.0	0.315	0.685	40.000	-0.482	40.000	-0.378	3.689	-0.973
3	5.0	88.0	0.500	0.500	88.000	0.000	88.000	-0.693	4.477	-0.367
4	4.0	106.0	0.685	0.315	106.000	0.482	106.000	-1.156	4.663	0.145
5	6.0	109.0	0.870	0.130	109.000	1.128	109.000	-2.043	4.691	0.714

FALLAS DE FEBRERO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	5.0	31.0	0.095	0.905	31.000	-1.313	31.000	-0.099	3.434	-2.309
2	2.5	44.0	0.230	0.770	44.000	-0.740	44.000	-0.261	3.784	-1.343
3	6.0	53.0	0.365	0.635	53.000	-0.345	53.000	-0.454	3.970	-0.790
4	3.0	88.0	0.500	0.500	88.000	0.000	88.000	-0.693	4.477	-0.367
5	6.0	100.0	0.635	0.365	100.000	0.345	100.000	-1.008	4.605	0.008
6	5.0	107.0	0.770	0.230	107.000	0.740	107.000	-1.471	4.673	0.386
7	2.0	111.0	0.905	0.095	111.000	1.313	111.000	-2.358	4.710	0.858

Fuente: *Elaboración propia.*

Según el Coeficiente de Pearson se eligió el que más se acerca a “1”:

Tabla N°4.105: Coeficiente de Pearson de Scoop N°04 – Post Prueba

NOVIEMBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R²): 0.932	Coef. Pearson (R²): 0.927	Coef. Pearson (R²): 0.882
DICIEMBRE	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R²): 0.965	Coef. Pearson (R²): 0.887	Coef. Pearson (R²): 0.957
ENERO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R²): 0.880	Coef. Pearson (R²): 0.744	Coef. Pearson (R²): 0.903
FEBRERO	NORMAL	EXPONENCIAL	WEIBULL
	Coef. Pearson (R²): 0.909	Coef. Pearson (R²): 0.755	Coef. Pearson (R²): 0.937

Fuente: *Elaboración propia.*

Se determinó los parámetros de cada distribución mensual:

Tabla N°4.106: Parámetros de distribuciones de Scoop N°04 – Post Prueba

NOVIEMBRE	NORMAL	
	Media (μ):	68.2
	Desv. Estándar (σ)	5.7
DICIEMBRE	NORMAL	
	Media (μ):	68.0
	Desv. Estándar (σ)	38.4
ENERO	WEIBULL	
	Beta (β):	1.618
	Eta (η):	88.3
FEBRERO	WEIBULL	
	Beta (β):	2.068
	Eta (η):	88.4
	Gamma (γ):	0.0

Fuente: *Elaboración propia.*

- Cálculo de indicadores mensuales:

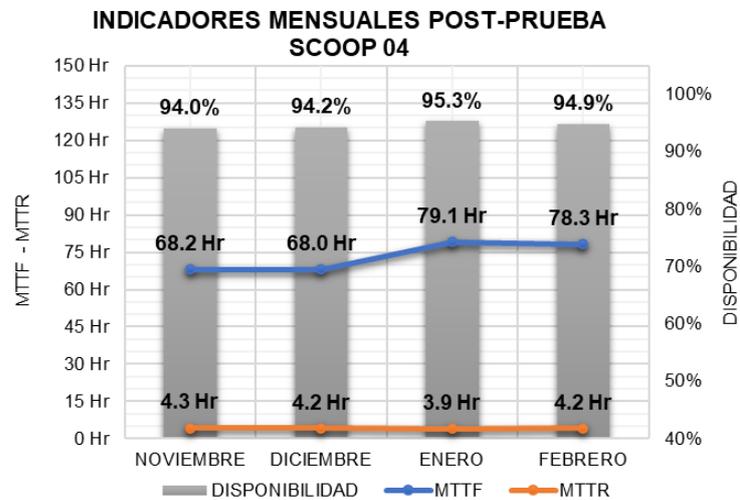
Con los parámetros hallados, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad para cada mes:

Tabla N°4.107: Indicadores mensuales de Scoop N°04 – Post Prueba

MES :	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
DISTRIBUCIÓN :	NORMAL	NORMAL	WEIBULL	WEIBULL
MTTF :	68.2 Hr	68.0 Hr	79.1 Hr	78.3 Hr
MTTR :	4.3 Hr	4.2 Hr	3.9 Hr	4.2 Hr
DISPONIBILIDAD :	94.0%	94.2%	95.3%	94.9%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.43: Indicador Mensual de Scoop N°04 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

c.5. Análisis RAM de Scoop N°05 – Post Prueba.-

- Cálculo de indicadores globales:

Con los parámetros hallados del total de fallas, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad, de manera global para el total de meses:

Tabla N°4.108: Indicadores Globales de Scoop N°05 – Post

DISTRIBUCIÓN WEIBULL	
MTTF:	76.2 Hr
MTTR:	2.9 Hr
DISPONIBILIDAD:	96.3%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.45: Indicador Global de Scoop N°05 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

Para hallar los indicadores mensuales se realizó la selección de la distribución según las fallas mensuales por equipo.

- Ploteo y cálculo de parámetros de distribución mensual:

Se realizó el ploteo de las fallas en las 3 distribuciones para seleccionar la que mejor se adapte a las fallas.

Tabla N°4.109: Ploteo de fallas mensuales de Scoop N°05 – Post Prueba

FALLAS DE NOVIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	3.0	45.0	0.109	0.891	45.000	-1.230	45.000	-0.116	3.807	-2.156
2	0.5	55.0	0.266	0.734	55.000	-0.626	55.000	-0.309	4.007	-1.175
3	2.5	70.0	0.422	0.578	70.000	-0.197	70.000	-0.548	4.248	-0.602
4	6.0	77.0	0.578	0.422	77.000	0.197	77.000	-0.863	4.344	-0.147
5	5.0	85.0	0.734	0.266	85.000	0.626	85.000	-1.326	4.443	0.282
6	2.0	100.0	0.891	0.109	100.000	1.230	100.000	-2.213	4.605	0.794

FALLAS DE DICIEMBRE					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.5	65.0	0.109	0.891	65.000	-1.230	65.000	-0.116	4.174	-2.156
2	0.5	68.0	0.266	0.734	68.000	-0.626	68.000	-0.309	4.220	-1.175
3	1.0	70.0	0.422	0.578	70.000	-0.197	70.000	-0.548	4.248	-0.602
4	2.0	72.0	0.578	0.422	72.000	0.197	72.000	-0.863	4.277	-0.147
5	3.0	76.0	0.734	0.266	76.000	0.626	76.000	-1.326	4.331	0.282
6	6.0	80.0	0.891	0.109	80.000	1.230	80.000	-2.213	4.382	0.794

FALLAS DE ENERO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.0	65.0	0.095	0.905	65.000	-1.313	65.000	-0.099	4.174	-2.309
2	0.5	67.0	0.230	0.770	67.000	-0.740	67.000	-0.261	4.205	-1.343
3	3.0	68.0	0.365	0.635	68.000	-0.345	68.000	-0.454	4.220	-0.790
4	6.0	70.0	0.500	0.500	70.000	0.000	70.000	-0.693	4.248	-0.367
5	1.0	85.0	0.635	0.365	85.000	0.345	85.000	-1.008	4.443	0.008
6	1.0	88.0	0.770	0.230	88.000	0.740	88.000	-1.471	4.477	0.386
7	6.0	90.0	0.905	0.095	90.000	1.313	90.000	-2.358	4.500	0.858

FALLAS DE FEBRERO					NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
ITEM	TTR	TTF	MR=F(t)	R(t)	X=t	Y=Z=Φ ⁻¹ (z)	X=t	Y=LN(R)	X=LN(t)	Y=LN(LN(1/R(t)))
1	2.5	67.0	0.109	0.891	67.000	-1.230	67.000	-0.116	4.205	-2.156
2	2.0	74.0	0.266	0.734	74.000	-0.626	74.000	-0.309	4.304	-1.175
3	3.0	79.0	0.422	0.578	79.000	-0.197	79.000	-0.548	4.369	-0.602
4	0.5	84.0	0.578	0.422	84.000	0.197	84.000	-0.863	4.431	-0.147
5	6.0	85.0	0.734	0.266	85.000	0.626	85.000	-1.326	4.443	0.282
6	5.0	90.0	0.891	0.109	90.000	1.230	90.000	-2.213	4.500	0.794

Fuente: *Elaboración propia.*

Según el Coeficiente de Pearson se eligió el que más se acerca a “1”:

Tabla N°4.110: Coeficiente de Pearson de Scoop N°05 – Post Prueba

MES	NORMAL		EXPONENCIAL		WEIBULL	
	Coef. Pearson (R ²):		Coef. Pearson (R ²):		Coef. Pearson (R ²):	
NOVIEMBRE	0.992		0.915		0.990	
DICIEMBRE	0.983		0.967		0.950	
ENERO	0.851		0.835		0.805	
FEBRERO	0.970		0.821		0.989	

Fuente: *Elaboración propia.*

Se determinó los parámetros de cada distribución mensual:

Tabla N°4.111: Parámetros de distribuciones de Scoop N°04 – Post Prueba

NOVIEMBRE	NORMAL	
	Media (μ):	72.0
	Desv. Estándar (σ)	22.8
DICIEMBRE	NORMAL	
	Media (μ):	71.8
	Desv. Estándar (σ)	6.2
ENERO	NORMAL	
	Media (μ):	77.3
	Desv. Estándar (σ)	15.4
FEBRERO	WEIBULL	
	Beta (β):	9.846
	Eta (η):	83.6
	Gamma (Υ):	0.0

Fuente: *Elaboración propia.*

- Cálculo de indicadores mensuales:

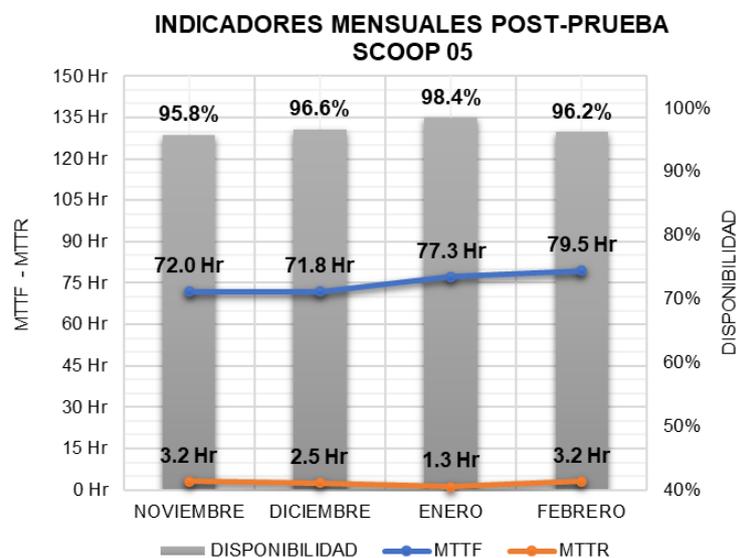
Con los parámetros hallados, se calculó los indicadores de MTTR, MTTF y Disponibilidad para cada mes:

Tabla N°4.112: Indicadores mensuales de Scoop N°05 – Post Prueba

MES :	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
DISTRIBUCIÓN :	NORMAL	NORMAL	NORMAL	WEIBULL
MTTF :	72.0 Hr	71.8 Hr	77.3 Hr	79.5 Hr
MTTR :	3.2 Hr	2.5 Hr	1.3 Hr	3.2 Hr
DISPONIBILIDAD :	95.8%	96.6%	98.4%	96.2%

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N°4.46: Indicador Mensual de Scoop N°05 – Post Prueba



Fuente: *Elaboración propia.*

4.7. Aspectos éticos de investigación. -

La presente investigación se desarrolló tomando en cuenta los principios morales y la ética profesional para tener el cuidado de no divulgar información que pueda comprometer a empresas y mantener la confidencialidad absoluta.

V. RESULTADOS

Los resultados de la implementación del plan de mantenimiento en los equipos críticos de la flota de equipos trackless, se presentaron y detallaron en este capítulo, donde se analizó la pre y post prueba.

5.1. Resultados descriptivos

5.1.1. Análisis estadístico descriptivo

- **Indicador de Mantenibilidad**

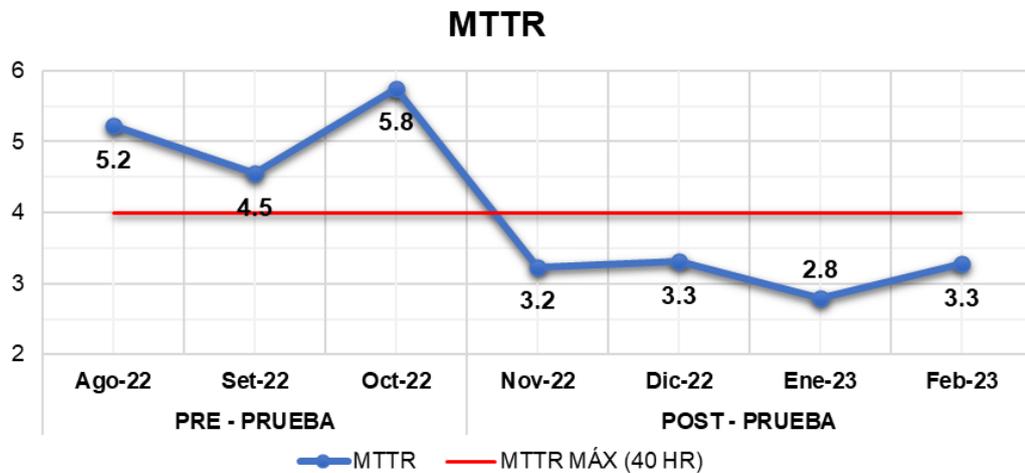
Para una mayor visualización se mostraron los resultados de la mantenibilidad por mes, detallando durante la pre y post prueba.

Tabla 5.1: Cuadro comparativo de Pre y Post Prueba de Mantenibilidad por Mes.

MTTR	PRE - PRUEBA				MTTR	POST - PRUEBA				
	Ago-22	Set-22	Oct-22	Global		Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Global
SC_01	5.8	4.4	4.1	4.9	SC_01	3.9	3.5	4.3	3.0	3.6
SC_02	4.2	4.5	6.9	5.3	SC_02	2.2	2.8	1.5	2.9	2.8
SC_03	4.9	3.7	6.5	5.1	SC_03	2.6	3.5	3.0	3.1	3.1
SC_04	5.3	5.0	4.7	5.0	SC_04	4.3	4.2	3.9	4.2	4.2
SC_05	5.9	5.2	6.6	5.9	SC_05	3.2	2.5	1.3	3.2	2.9
PROM.	5.2	4.5	5.8	5.3	PROM.	3.2	3.3	2.8	3.3	3.3

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°5.1: Gráfico comparativo de Pre y Post Prueba de Mantenibilidad por Mes.



Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados de mantenibilidad por mes, se evidenció que se mantienen por debajo del MTTR máximo permisible (4 hrs).

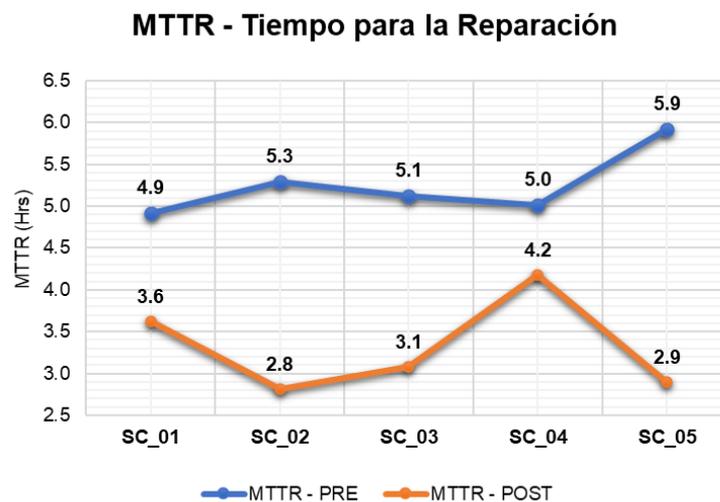
Para un mayor análisis, se visualizó el MTTR de la pre y post prueba de cada equipo, donde se evidenció el promedio general de los resultados y se corroboró la reducción de la mantenibilidad después de implementado el plan de mantenimiento.

Tabla 5.2: Cuadro comparativo de Pre y Post Prueba de Mantenibilidad por Equipo.

EQUIPOS	INDICADORES PRE - PRUEBA	INDICADORES POST - PRUEBA
	MTTR	MTTR
SC_01	4.9	3.6
SC_02	5.3	2.8
SC_03	5.1	3.1
SC_04	5.0	4.2
SC_05	5.9	2.9

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°5.2: Gráfico comparativo de Pre y Post Prueba de Mantenibilidad por Equipo.



Para una mayor exactitud en los resultados pre y post prueba, se analizó en el software SPSS versión 25, a fin de determinar exactamente la reducción del MTTR.

Tabla N°5.3: Medidas Descriptivas de MTTR Pre y Post Prueba.

			Descriptivos	
			Estadístico	Desv. Error
MTTR_PRE	Media		5,2400	,17776
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,7464	
		Límite superior	5,7336	
	Media recortada al 5%		5,2222	
	Mediana		5,1000	
	Varianza		,158	
	Desv. Desviación		,39749	
	Mínimo		4,90	
	Máximo		5,90	
	Rango		1,00	
	Rango intercuartil		,65	
	Asimetría		1,538	,913
	Curtosis		2,356	2,000
	MTTR_POST	Media		3,3200
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	2,5992	
		Límite superior	4,0408	
Media recortada al 5%			3,3000	
Mediana			3,1000	
Varianza			,337	
Desv. Desviación			,58052	
Mínimo			2,80	
Máximo			4,20	
Rango			1,40	
Rango intercuartil			1,05	
Asimetría			1,018	,913
Curtosis			-,159	2,000

Fuente: Software SPSS versión 25.

Se evidenció que el MTTR en la Pre Prueba tiene una media de 5.24 hrs con una desviación de 0.18 y en la Post Prueba tiene una media de 3.32 con una desviación de 0.26. Concluyendo una reducción de 1.92 hrs en el MTTR de los scoops SC_01, SC_02, SC_03, SC_04 y SC_05.

- **Indicador de Confiabilidad**

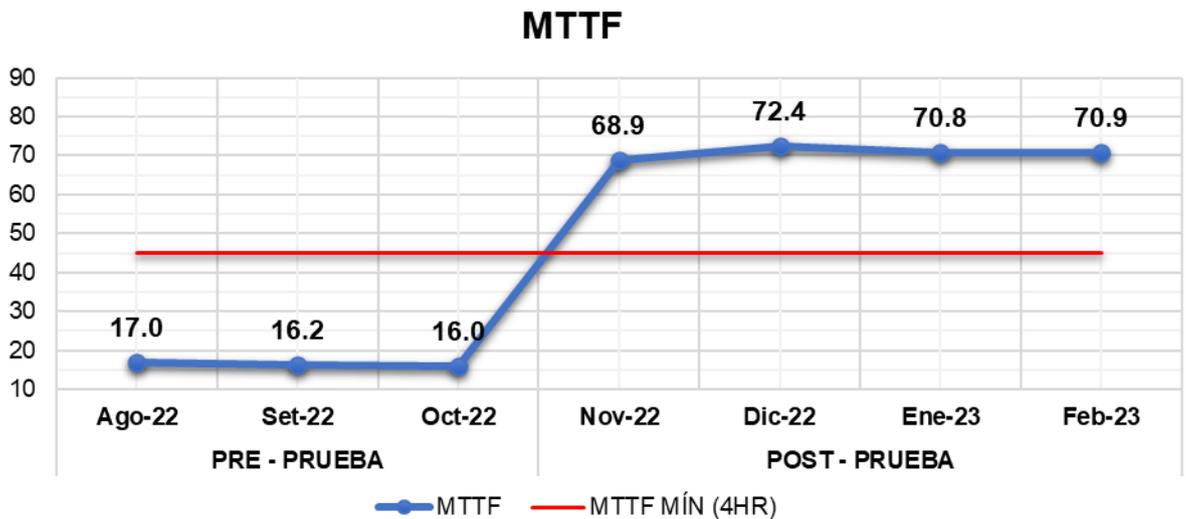
Para una mayor visualización se mostraron los resultados de la confiabilidad por mes, detallando durante la pre y post prueba.

Tabla 5.4: Cuadro comparativo de Pre y Post Prueba de Confiabilidad por Mes.

MTTF	PRE - PRUEBA				MTTF	POST - PRUEBA				
	Ago-22	Set-22	Oct-22	Global		Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Global
SC_01	18.3	16.6	16.2	17.0	SC_01	68.1	63.6	55.1	63.1	62.6
SC_02	14.4	14.5	14.2	14.3	SC_02	72.3	72.1	68.1	54.3	65.6
SC_03	16.0	15.3	15.0	15.4	SC_03	64.0	86.7	74.5	79.2	76.8
SC_04	17.7	16.0	16.1	16.6	SC_04	68.2	68.0	79.1	78.3	72.2
SC_05	18.8	18.8	18.4	18.7	SC_05	72.0	71.8	77.3	79.5	76.2
PROM.	17.0	16.3	16.0	16.4	PROM.	68.9	72.4	70.8	70.9	70.7

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°5.3: Gráfico comparativo de Pre y Post Prueba de Confiabilidad por Mes.



Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados de confiabilidad por mes, se evidenció que se mantienen por debajo del MTTF mínimo permisible (45 hrs) en la pre prueba, sin embargo en la post prueba el MTTF se mantiene por encima de 60 hrs.

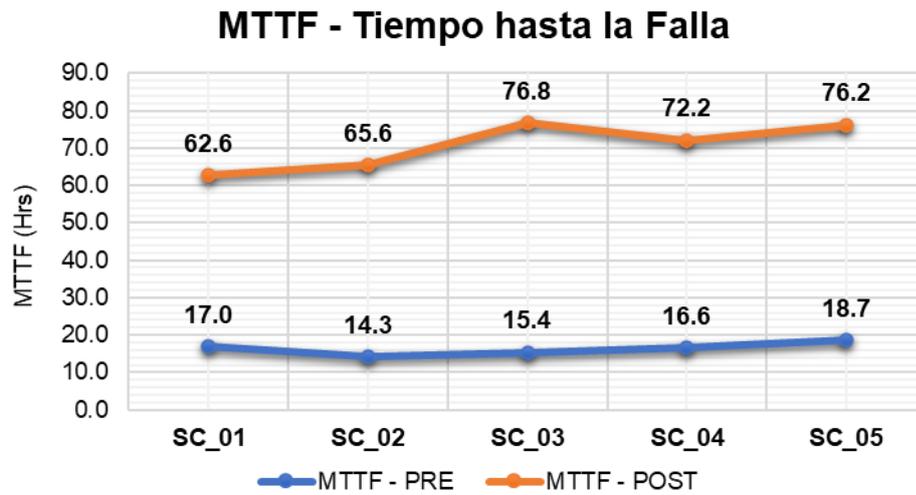
Para un mayor análisis, se visualizó el MTTF de la pre y post prueba de cada equipo, donde se evidenció el promedio general de los resultados y se corroboró el aumento de la confiabilidad después de implementado el plan de mantenimiento.

Tabla 5.5: Cuadro comparativo de Pre y Post Prueba de Confiabilidad por Equipo.

MTTF	PRE - PRUEBA	POST - PRUEBA
SC_01	17.0	62.6
SC_02	14.3	65.6
SC_03	15.4	76.8
SC_04	16.6	72.2
SC_05	18.7	76.2

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°5.4: Gráfico comparativo de Pre y Post Prueba de Confiabilidad por Equipo.



Fuente: Elaboración propia.

Para mayor exactitud en los resultados pre y post prueba, se analizó en el software SPSS versión 25, para determinar el aumento del MTTF.

Tabla N°5.6: Medidas Descriptivas de MTTF Pre y Post Prueba.

Descriptivos			Estadístico	Desv. Error
MTTF_PRE	Media		16,4000	,74498
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	14,3316	
		Límite superior	18,4684	
	Media recortada al 5%		16,3889	
	Mediana		16,6000	
	Varianza		2,775	
	Desv. Desviación		1,66583	
	Mínimo		14,30	
	Máximo		18,70	
	Rango		4,40	
	Rango intercuartil		3,00	
	Asimetría		,192	,913
	Curtosis		-,117	2,000
	MTTF_POST	Media		70,6800
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	62,7945	
		Límite superior	78,5655	
Media recortada al 5%			70,7889	
Mediana			72,2000	
Varianza			40,332	
Desv. Desviación			6,35075	
Mínimo			62,60	
Máximo			76,80	
Rango			14,20	
Rango intercuartil			12,40	
Asimetría			-,419	,913
Curtosis			-2,417	2,000

Fuente: Software SPSS versión 25.

Se evidenció que el MTTF en la Pre Prueba tiene una media de 16.40 hrs con una desviación de 0.74 y en la Post Prueba tiene una media de 70.68 hrs con una desviación de 2.84. Concluyendo un aumento de 54.28 hrs en el MTTF de los scoops SC_01, SC_02, SC_03, SC_04 y SC_05.

- **Indicador de Disponibilidad**

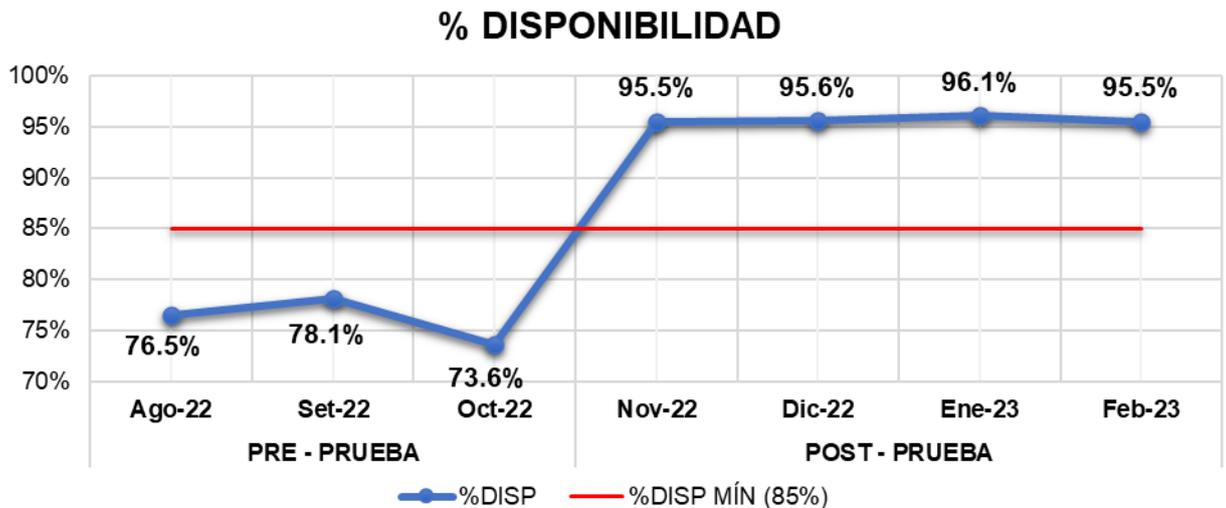
Para una mayor visualización se mostraron los resultados de la disponibilidad por mes, detallando durante la pre y post prueba.

Tabla 5.7: Cuadro comparativo de Pre y Post Prueba de Disponibilidad por Mes.

%DISP	PRE - PRUEBA				%DISP	POST - PRUEBA				
	Ago-22	Set-22	Oct-22	Global		Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Global
SC_01	75.9%	79.2%	79.7%	77.5%	SC_01	94.6%	94.8%	92.8%	95.5%	94.5%
SC_02	77.2%	76.4%	67.4%	73.0%	SC_02	97.1%	96.2%	97.8%	95.0%	95.9%
SC_03	76.7%	80.6%	69.8%	75.1%	SC_03	96.1%	96.1%	96.1%	96.2%	96.1%
SC_04	76.9%	76.1%	77.3%	76.8%	SC_04	94.0%	94.2%	95.3%	94.9%	94.5%
SC_05	76.1%	78.5%	73.7%	75.9%	SC_05	95.8%	96.6%	98.4%	96.2%	96.3%
PROM.	76.5%	78.1%	73.6%	75.7%	PROM.	95.5%	95.6%	96.1%	95.5%	95.5%

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°5.5: Gráfico comparativo de Pre y Post Prueba de Disponibilidad por Mes.



Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados de disponibilidad por mes, se evidenció que se mantienen por debajo del %disponibilidad mínima permisible (85%) en la pre prueba, sin embargo en la post prueba el %disponibilidad se mantiene por encima de 85%.

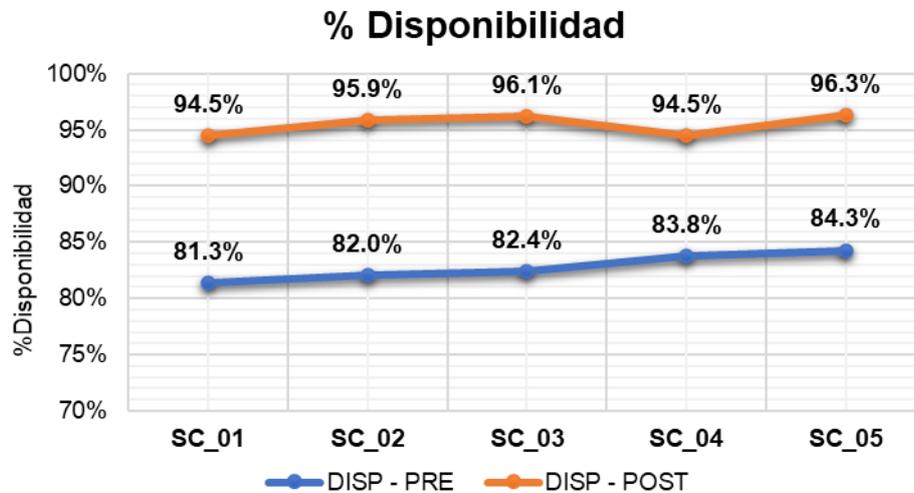
Para un mayor análisis, se visualizó el %Disponibilidad de la pre y post prueba de cada equipo, donde se evidenció el promedio general de los resultados y se corroboró el aumento de la disponibilidad después de implementado el plan de mantenimiento.

Tabla 5.8: Cuadro comparativo de Pre y Post Prueba de Disponibilidad por Equipo.

EQUIPOS	INDICADORES PRE - PRUEBA	INDICADORES POST - PRUEBA
	DISP	DISP
SC_01	77.5%	94.5%
SC_02	73.0%	95.9%
SC_03	75.1%	96.1%
SC_04	76.8%	94.5%
SC_05	75.9%	96.3%

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°5.6: Gráfico comparativo de Pre y Post Prueba de Disponibilidad por Equipo.



Fuente: Elaboración propia.

Para una mayor exactitud en los resultados pre y post prueba, se analizó en el software SPSS versión 25, a fin de determinar exactamente el aumento de la Disponibilidad.

Tabla N°5.9: Medidas Descriptivas de Disponibilidad Pre y Post Prueba.

			Estadístico	Desv. Error
DISP_PRE	Media		75,6600	,77885
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	73,4976	
		Límite superior	77,8224	
	Media recortada al 5%		75,7056	
	Mediana		75,9000	
	Varianza		3,033	
	Desv. Desviación		1,74155	
	Mínimo		73,00	
	Máximo		77,50	
	Rango		4,50	
	Rango intercuartil		3,10	
	Asimetría		-,889	,913
	Curtosis		,604	2,000
	DISP_POST	Media		95,4600
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	94,3578	
		Límite superior	96,5622	
Media recortada al 5%			95,4667	
Mediana			95,9000	
Varianza			,788	
Desv. Desviación			,88769	
Mínimo			94,50	
Máximo			96,30	
Rango			1,80	
Rango intercuartil			1,70	
Asimetría			-,494	,913
Curtosis			-3,165	2,000

Fuente: Software SPSS versión 25.

Se evidenció que la Disponibilidad en la Pre Prueba tiene una media de 75.66% con una desviación de 0.78% y en la Post Prueba tiene una media de 95.46% con una desviación de 0.39%. Concluyendo un aumento de 19.80% en la Disponibilidad de los scoops SC_01, SC_02, SC_03, SC_04 y SC_05.

5.2. Resultados inferenciales

5.2.1. Prueba de Normalidad

Los indicadores de la pre prueba nos permitieron comparar con los indicadores de la post prueba, validando el objetivo de incrementar la disponibilidad producto de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos trackless.

Para ello se recopiló indicadores de 05 scoops, donde se analizó mediante la prueba de normalidad en la variable dependiente que es la disponibilidad, así como también en la mantenibilidad y confiabilidad.

Donde se tiene la significancia:

- Sig > 0.05, se acepta la Ho
- Sig < 0.05, se rechaza la Ho

Formulación de la hipótesis:

- Ho = La variable tiene una distribución normal.
- H1 = La variable no tiene una distribución normal

Tabla N°5.10: Prueba de Normalidad en MTTR, MTTF y Disponibilidad de Pre y Post Prueba.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MTTF_PRE	,159	5	,200 [*]	,987	5	,970
MTTF_POST	,208	5	,200 [*]	,892	5	,367
MTTR_PRE	,240	5	,200 [*]	,860	5	,227
MTTR_POST	,248	5	,200 [*]	,897	5	,392
DISP_PRE	,174	5	,200 [*]	,954	5	,762
DISP_POST	,290	5	,197	,795	5	,073

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software SPSS versión 25.

De la prueba de la normalidad mostrada en la tabla N°5.10, se observó que todos los indicadores de disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad en la pre y post prueba, la significancia es mayor que 0.05.

Por lo que se aceptó la hipótesis nula en los indicadores con significancia mayor a 0.05 y con ello se determinó que las variables tienen una distribución normal, donde se aplicó una estadística paramétrica conocida como T-Student:

Indicadores con Sig > 0.05

- MTTF_PRE
- MTTR_POST
- MTTF_POST
- MTTR_PRE
- DISP_POST
- DISP_PRE

5.2.2. Estadística Paramétrica T-Student

- **Mantenibilidad**

Se formuló los criterios:

- Ho = El plan de mantenimiento no mejora la mantenibilidad de los equipos trackless.
- H1 = El plan de mantenimiento mejora la mantenibilidad de los equipos trackless.

Se tuvo el siguiente nivel de significancia para la toma de decisión:

- Sig > 0.05, se acepta la Ho
- Sig < 0.05, se rechaza la Ho

Tabla N°5.11: Prueba T-Student para Confiabilidad (MTTR).

		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	MTTR_PRE - MTTR_POST	1,92000	,88713	,39674	,81848	3,02152	4,839	4	,008

Fuente: *Software SPSS versión 25.*

Mediante la prueba T-Student se obtuvo la significancia 0.008, el cual es menor que 0.05, por ello se rechazó la hipótesis nula (Ho) y se aceptó la hipótesis alterna (H1).

Contrastamos con los datos recopilados y analizamos en la tabla siguiente:

Tabla N°5.12: Estadísticas de muestras emparejadas para Mantenibilidad (MTTR).

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	MTTR_PRE	5,2400	5	,39749	,17776
	MTTR_POST	3,3200	5	,58052	,25962

Fuente: *Software SPSS versión 25.*

Donde se comparó la mantenibilidad pre prueba (5.24 hrs) con la mantenibilidad post prueba (3.32 hrs) y se evidenció una reducción en el MTTR de 1.92 hrs, eso significa que el tiempo medio para las reparaciones se redujo significativamente, entonces mejoró la mantenibilidad

Con ello determinamos que el plan de mantenimiento mejoró la mantenibilidad de los equipos trackless.

- **Confiabilidad**

Se formuló los criterios:

- Ho = El plan de mantenimiento no incrementa la confiabilidad de los equipos trackless.
- H1 = El plan de mantenimiento incrementa la confiabilidad de los equipos trackless.

Se tuvo el siguiente nivel de significancia para la toma de decisión:

- Sig > 0.05, se acepta la Ho
- Sig < 0.05, se rechaza la Ho

Tabla N°5.13: Prueba T-Student para Confiabilidad (MTTF).

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	MTTF_PRE - MTTF_POST	-54,28000	6,06276	2,71135	-61,80790	-46,75210	-20,020	4	,000

Fuente: Software SPSS versión 25.

Mediante la prueba T-Student se obtuvo la significancia 0.000037, el cual es menor que 0.05, por ello se rechazó la hipótesis nula (Ho) y se aceptó la hipótesis alterna (H1).

Contrastamos con los datos recopilados y analizamos en la tabla siguiente:

Tabla N°5.14: Estadísticas de muestras emparejadas para Confiabilidad (MTTF).

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	MTTF_PRE	16,4000	5	1,66583	,74498
	MTTF_POST	70,6800	5	6,35075	2,84014

Fuente: Software SPSS versión 25.

Donde se comparó la confiabilidad pre prueba (16.40 hrs) con la confiabilidad post prueba (70.68hrs) y se evidenció un aumento en el MTTF de 54.28 hrs, eso significa que el tiempo medio entre fallas aumentó, entonces incrementa la confiabilidad.

Con ello determinamos que el plan de mantenimiento incrementó la confiabilidad de los equipos trackless.

- **Disponibilidad**

Se formuló los criterios:

- Ho = El plan de mantenimiento no incrementa la disponibilidad de los equipos trackless.
- H1 = El plan de mantenimiento incrementa la disponibilidad de los equipos trackless.

Se tuvo el siguiente nivel de significancia para la toma de decisión:

- Sig > 0.05, se acepta la Ho
- Sig < 0.05, se rechaza la Ho

Tabla N°5.15: Prueba T-Student para Disponibilidad (%Disp.).

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	DISP_PRE - DISP_POST	-19,80000	2,43208	1,08766	-22,81982	-16,78018	-18,204	4	,000

Fuente: Software SPSS versión 25.

Mediante la prueba T-Student se obtuvo la significancia 0.000054, el cual es menor que 0.05, por ello se rechazó la hipótesis nula (Ho) y se aceptó la hipótesis alterna (H1).

Contrastamos con los datos recopilados y analizamos en la tabla siguiente:

Tabla N°5.16: Estadísticas de muestras emparejadas para Disponibilidad (%Disp).

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	DISP_PRE	75,6600	5	1,74155	,77885
	DISP_POST	95,4600	5	,88769	,39699

Fuente: *Software SPSS versión 25.*

Donde se comparó la disponibilidad pre prueba (75.66%) con la disponibilidad post prueba (95.46%) y se evidenció un aumento en la disponibilidad de 19.80%, eso significa que el tiempo efectivo para operar aumentó, entonces incrementó la disponibilidad.

Con ello determinamos que el plan de mantenimiento incrementó la disponibilidad de los equipos trackless.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados

La presente investigación tuvo como objetivo final incrementar la disponibilidad de los equipos trackless, a través de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo; para ello se determinó el contexto operacional, evaluó el estado actual, planificó las actividades y frecuencias, por último, se realizó la medición de la eficiencia del plan de mantenimiento.

6.1.1. Contrastación con la hipótesis general

La empresa minera subterránea presentaba una baja disponibilidad de 75.66% en los equipos trackless, lo cual hacía que la producción de mina no tenga continuidad e incumplimiento del tonelaje diario; por ello la presente investigación tuvo como objetivo general mejorar la disponibilidad, por lo que se planteó la hipótesis general de implementar un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos trackless.

Para tal fin, se inició conociendo el contexto operacional de los equipos, donde se obtuvo un panorama completo de la totalidad de los equipos y situación del entorno, luego se evaluó el estado del mantenimiento actual, donde se identificó los equipos críticos, posteriormente se desarrolló formatos para la planificación y por último se calcularon los indicadores de mantenimiento post implementación para medir la eficiencia del plan.

Finalmente se evaluó en el software SPSS los indicadores finales post implementación y se comparó con los indicadores pre implementación, donde se consiguió un aumento de 19.80% en la disponibilidad, concluyendo con una disponibilidad final de 95.46%, con lo cual se llega a sobrepasar el mínimo permisible de 85%.

6.1.2. Contrastación con las hipótesis específicas

Para la contrastación de las hipótesis específicas se detalla los siguiente:

La primera hipótesis específica planteó que el plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de equipos trackless, luego en nuestra investigación se llegó a aumentar el MTTF – Pre prueba de 16.40 horas a MTTF – Post Prueba de 70.68 horas, lo que representa un aumento de 54.28 horas y se verificó una mejora en la confiabilidad de los equipos.

La segunda hipótesis planteó que el plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de equipos trackless, con lo cual se esperó reducir el tiempo de mantenimiento de los equipos, luego en nuestra investigación se llegó a reducir el MTTR Pre – Prueba de 5.24 horas a un MTTR Post – Prueba de 3.32 horas, lo que representa una reducción de 1.92 horas y se verificó una mejora en la mantenibilidad de los equipos.

6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares

6.2.1. Contrastación con resultados nacionales

En referencia a la contrastación con resultados nacionales se tiene lo siguiente:

En su investigación Valverde (2021), concluyó que el plan de mantenimiento aumentó la disponibilidad de la perforadora MD6640 en 3.26%, pero redujo las otras 2 perforadoras MD5125 y MD6240 en 2.55% en promedio; comparado con nuestra investigación obtuvimos un aumento de disponibilidad en la flota de equipos trackless de 19.80%, obteniendo una disponibilidad final de 95.46% ($Disp_{inicial}=75.66\%$), demostrando que el

plan de mantenimiento preventivo logró su objetivo principal, puesto que requería una disponibilidad mínima de 85%.

En su investigación Cáceres (2022), concluyó que las 07 grúas, después de implementado el plan de mantenimiento, aumentó el MTBF a 59.79 hr ($MTBF_{inicial}=52.27$ hr), mejoró el MTTR a 1.91 hr ($MTTR_{inicial}=6.01$ hr) y aumentó la Disponibilidad a 96% ($Disp_{inicial}=88\%$); comparado con nuestra investigación en la flota de equipos trackless, obtuvimos un aumento de la disponibilidad a 95.46% ($Disp_{inicial}=75.66\%$), aumento del MTBF a 70.68 hr ($MTBF_{inicial}=16.40$ hr) y mejoramiento del MTTR a 3.32 hr ($MTTR_{inicial}=5.24$ hr); demostrando que el plan de mantenimiento preventivo logró su objetivo principal y específicos en nuestra investigación.

6.2.2. Contrastación con resultados internacionales

En referencia a la contrastación con resultados internacionales se tiene lo siguiente:

En su investigación Gasca Maira, Camargo Luis, Medina Byron (2017), infirió que para desarrollar un sistema de evaluación de confiabilidad, se tiene que realizar un análisis de criticidad y determinación del MTTF, comparado con nuestra investigación, se realizó un análisis de criticidad, jerarquizó los componentes y se determinó un MTTF de 16.40 hr, con lo cual se decidió implementar un mantenimiento preventivo, consiguiendo aumentar el MTTF a 70.68 hr, demostrando que el plan de mantenimiento logró aumentar la confiabilidad de los equipos.

En su investigación Tavella Ariel (2022), concluyó que los equipos con baja disponibilidad son producto de ausencia de un plan de mantenimiento, obteniendo lo siguiente, aumentó el MTBF a 184.46 hr ($MTBF_{inicial}=64.86$ hr), mejoró el MTTR a 0.96 hr ($MTTR_{inicial}=1.96$ hr) y aumentó la Disponibilidad a 99.5% ($Disp_{inicial}=97.1\%$); comparado con nuestra

investigación en la flota de equipos trackless, obtuvimos un aumento de la disponibilidad a 95.46% ($Disp_{inicial}=75.66\%$), aumento del MTBF a 70.68 hr ($MTBF_{inicial}=16.40$ hr) y mejoramiento del MTTR a 3.32 hr ($MTTR_{inicial}=5.24$ hr); demostrando que el plan de mantenimiento preventivo logró su objetivo principal y específicos en nuestra investigación.

En el artículo científico de Campos López Omar, Tolentino Eslava Guilbaldo, Toledo Velázquez Miguel, Tolentino Eslava René (2019), se concluyó que el RCM permite conocer a profundidad el equipo y su contexto operativo, en nuestra investigación se jerarquizó los componentes del equipo según manual del fabricante, consiguiendo con esto una visión global de los componentes de un equipo para poder visualizar los componentes críticos a través de un diagrama de Jack Knife y tomar decisiones óptimas de mantenimiento.

VII. CONCLUSIONES

- La implementación del plan de mantenimiento permitió aumentar la disponibilidad inicial de 75.66% en los equipos trackless, obteniendo un aumento de 19.80%, con lo que se consiguió una disponibilidad final de 95.46%, llegando a sobrepasar el mínimo permisible de 85%.
- El plan de mantenimiento implementado logró incrementar el tiempo para la falla en los equipos, mejorando el MTTF – Pre prueba de 16.40 horas hacia un MTTF – Post Prueba de 70.68 horas, lo que representó un aumento de 54.28 horas en la confiabilidad de los equipos.
- El plan de mantenimiento implementado mejoró la mantenibilidad significativamente en los equipos, puesto que el MTTR Pre – Prueba es de 5.24 horas y el MTTR Post – Prueba de 3.32 horas, lo que representó una reducción de 1.92 horas en la mantenibilidad de los equipos.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se evidenció que los equipos críticos para la operación son los scoops, los cuales presentan un horómetro superior a las 10,000 horas, por lo que se determinó que ya se encuentran cercano al culmino del ciclo de vida útil, es por lo que se recomienda realizar un mantenimiento de vida media en los sistemas críticos para prolongar la vida del equipo por unos 5 años adicionales.
- El área de logística debe de mantener en stock los repuestos críticos identificados en el diagrama de Jack Knife, puesto que éstos son relevantes para el continuo funcionamiento del equipo.
- Se recomienda el cumplimiento estricto de la ejecución del mantenimiento para garantizar la confiabilidad del equipo durante su operación.
- Con el fin de obtener una data confiable en las órdenes de trabajo, se recomienda brindar una capacitación al personal técnico que ejecutará los mantenimientos, para garantizar una información de calidad al momento de determinar los indicadores de mantenimiento y programar las actividades posteriores.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 9.1. ACADEMIA BALDERIX. 2023. Diagrama de dispersión [en línea] *Probabilidad y Estadística*. (En sección: Gráficos). [Consulta: 01 de mayo 2023]. Disponible: <https://www.probabilidadyestadistica.net/diagrama-de-dispersion/>
- 9.2. ARATA, Adolfo. 2013. *Ingeniería de la Confiabilidad*. 1era edición. Santiago de Chile: RIL Editores. 360 pp. ISBN 978-956-284-967-8.
- 9.3. CACEREZ SANCHEZ, Christian. 2022. *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de las grúas hidráulicas articuladas de la empresa corporación ELMARVI SAC*. Tesis [Ingeniero Mecánico] Callao: Universidad Nacional del Callao. 136pp.
- 9.4. CAMPOS LOPEZ Omar & TOLENTINO ESLAVA Guilibaldo & TOLEDO VELAZQUEZ Miguel & TOLENTINO ESLAVA René. 2019. Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos. *Científica*. Junio, 23(1), 51-59. ISSN: 1665-0654.
- 9.5. CASILLA VARGAS, A. 2021. Costos por baja confiabilidad y su impacto en el ciclo de vida de los activos físicos. En: *Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines – XXIV CONIMERA (24°: 2021: Lima)*. Ponencia. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú. pp. 1-9.
- 9.6. CATERPILLAR. 2012. *Manual de Operación y Mantenimiento: Máquinas de carga, acarreo y descarga R1300G*. Caterpillar. 233 pp. SSBU7329-05
- 9.7. ESPINOZA MONTES, Ciro. 2014. *Metodología de Investigación Tecnológica: Pensado en sistemas*. 2da edición. Huancayo, Perú: Soluciones Gráficas S.A.C. 204 pp. ISBN 978-612-00-1667-1.
- 9.8. FARFAN MAURICIANO, Fabian. 2014. *Realizar un plan de mantención preventiva del chancador primario Fuller en División Codelco Andina*. Tesis [Ingeniero Civil]. Valdivia: Universidad Austral de Chile. 67pp.
- 9.9. GARCÍA GARRIDO, Santiago. 2003. *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. 1era edición. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A. 304 pp. ISBN 84-7978-548-9.

- 9.10. GASCA Maira. & CAMARGO Luis & MEDINA Byron. 2017. Sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en el sector industrial. *Información Tecnológica*. Agosto, 28(4), 111-124. ISSN: 0718-0764.
- 9.11. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. 2014. *Metodología de la Investigación*. 6ta edición. México D.F., México: Mc Graw Hill / Interamericana Editores S.A. 600 pp. ISBN 978-1-4562-2396-0.
- 9.12. LÓPEZ NUÑEZ Jorge & TRINCHET VARELA Carlos & PÉREZ RODRIGUEZ Roberto & VARGAS GUATIVA Javier. 2021. Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustible por carretera. *Revista de Ingeniería Mecánica*. Abril, 24(1), 1-14. ISSN: 1815-5944.
- 9.13. LUQUE HUAMÁN, Ronald Giancarlos. 2021. *Diseño de un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless de la empresa Corimayo SAC en la U.M. Parcoy*. Tesis [Ingeniero Mecánico]. Callao: Universidad Nacional del Callao. 205pp.
- 9.14. MAQUIRENA. 2022. Voladura en Minería Subterránea [*en línea*] Blog. (En sección: Minería Subterránea). [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2023]. Disponible: <https://www.maquirena.com/voladura-en-mineria-subterranea/>
- 9.15. MORA GUTIERREZ, Luis Alberto. 2009. *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. 1era edición. México: ALFAOMEGA Grupo Editor. 528 pp. ISBN 978-958-682-769-0.
- 9.16. MOUBRAY, John. 2004. *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Edición en español. 6 Deerfield Rd. Asheville, North Carolina, 28803, USA: Aladon LLC. 433 pp. ISBN 09539603-2-3
- 9.17. PARDO CHAVEZ, Wilfredo Frank. 2017. *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para reducir costos de mantenimiento para el tren de asfalto de constructora Chamonte SAC*. Tesis [Ingeniero mecánico]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. 177pp.
- 9.18. PASCUAL, Rodrigo. 2008. *El Arte de Mantener*. Beauchef 850, Santiago de Chile: Dpto. de Ingeniería Mecánica U. de Chile. 1280 pp.

- 9.19. RONDINEL CASAS, Miguel y ENRIQUE VILLEGAS, Juan. 2018. *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en recipientes de alta presión de 250 PSIG para el almacenamiento, transporte de GLP y su certificado de conformidad. Planta Zinsac del Perú – Puente Piedra*. Tesis [Ingeniero Mecánico]. Callao: Universidad Nacional del Callao. 266pp.
- 9.20. SANDVIK. 2023. *Jumbos [en línea] Equipos de Perforación Subterránea y Empernadores*. (En sección: Productos). [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.rocktechnology.sandvik/es-la/productos/equipos-de-perforaci%C3%B3n-subterr%C3%A1nea-y-empernadores/jumbos-tuneleros/>
- 9.21. TAVELLA, Ariel. 2022. *Planificación y programación del Mantenimiento Preventivo Anual para garantizar la sustentabilidad de las operaciones*. Tesis [Máster en Gestión de Operaciones]. Rosario: Universidad Austral. 80pp.
- 9.22. TORIBIO RODRIGUEZ, Joshi. 2021. *Metodología de Jack Knife para determinar los niveles de criticidad en sistemas de jumbos Long Hole – Unidad Minera Yauliyacu*. Tesis [Ingeniero Mecánico]. Huancayo. Universidad Nacional del Centro. 107pp.
- 9.23. VALDERRAMA MENDOZA, Santiago. 2015. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: Cuantitativa, cualitativa y mixta*. 2da edición. Lima, Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L. 495 pp. ISBN: 978-612-302-878-7.
- 9.24. VALVERDE OBREGÓN, Abel. 2021. *Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada en minera Chinalco Perú S.A.* Tesis [Maestro en Gerencia del mantenimiento]. Callao: Universidad Nacional del Callao. 142pp.
- 9.25. ZAMORA RODRÍGUEZ, Ignacio. 2018. *Diseño de un plan de mantenimiento para un Molino de bolas de la empresa compañía minera Cerro Negro S.A.* Tesis [Ingeniero Civil Mecánico]. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 299pp.

ANEXOS

- **Matriz de consistencia.-**

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
1. Problema General • ¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea?	1. Objetivo General • Implementar un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea.	1. Hipótesis General • El plan de mantenimiento preventivo permite incrementar la disponibilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea.	1. Variable Independiente Plan de Mantenimiento	Contexto operacional	Inventario de equipos	Tipo de investigación: APLICADA
					Análisis FODA	Diseño de investigación: EXPERIMENTAL
				Evaluación del mantenimiento	Criticidad de equipos	Nivel de Investigación: PRE EXPERIMENTAL
				Planificación del mantenimiento	Indicadores de mantenimiento	Enfoque: CUANTITATIVO
				Medición de la eficiencia del mantenimiento	Programa de mantenimiento	Estudio: LONGITUDINAL
2. Problemas Específicos • ¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea? • ¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea?	2. Objetivos Específicos • Determinar como el plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea. • Determinar como el plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea	2. Hipótesis Específica • Plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea. • Plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de equipos trackless en la empresa minera subterránea.	2. Variables Dependientes Disponibilidad de equipos			Método de investigación: ANALITICO Y SINTETICO
				Confiabilidad	MTBF	Población: 21 EQUIPOS TRACKLESS
						Muestra: 05 EQUIPOS SCOOPS
						Técnica de recolección de datos: DOCUMENTAL Y EMPÍRICO
				Mantenibilidad	MTRR	Instrumento: HISTORIAL DE FALLAS Y ORDENES DE TRABAJO

Fuente: Elaboración propia.

- Ficha Técnica de Scoop R1300G Caterpillar.-

R1300 LHD



Navigation links

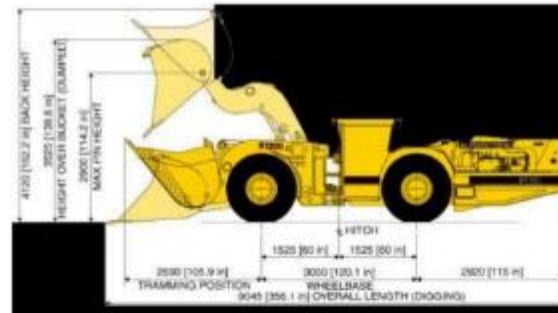
- | | | | |
|----------------------|------------------|--|---------------------|
| Articulation | Axle Arrangement | Bucket | Cooling System |
| Dimension | Disc Brakes | Drive Shafts | Engine |
| Estimated Production | Hydraulic System | Instruments | Loader Linkage |
| Capability | | | |
| Operators | Power Train | Retrieval System | Ride Control System |
| Compartment | | | |
| Specification | Steering Control | Steering Control (SITC Torque Converter Steer) | |
| Transfer Gears | Transmissions | Turning | |

Specifications

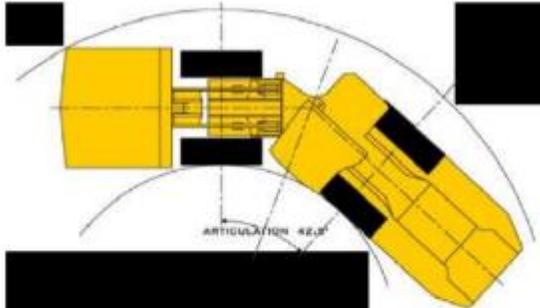
	METRIC	(ENGLISH)
Flywheel Power (Gross)	123 KW	(165 HP)
Engine Model	3306 DITA (SWIRL)	
Speeds Forward	KPH	(MPH)
1st	5.0	(3.1)
2nd	9.0	(5.6)
3rd	15.0	(9.4)
4th	22.0	(13.8)
Speeds Reverse		
1st	4.0	(2.5)
2nd	8.0	(5)
3rd	14.0	(8.8)
4th	21.0	(13.1)
Tyre Size	17.5 X 25 - 20 PLY STMS	
Hydraulic Cycle Time	SECONDS	
Raise	5.0	
Dump	2.0	
Lower (Empty, Float Down)	2.3	
Total	9.3	

Dimension

	METRIC	(ENGLISH)
Rated Payload	6500 kg	(14 333 lb)
Bucket Capacity (STD)	2.8 cubic m	(3.7 cu yd)
Width (Overall)	2000 mm	(79 in)
Height (Overall)	2000 mm	(79 in)
Length (Tramming)	8650 mm	(341 in)
Weight (Empty)	19 000 kg	(41 895 lb)
Weight (Loaded)	25 500 kg	(56 228 lb)
Ground Clearance	320 mm	(13 in)
Axle Oscillation	± 10°	

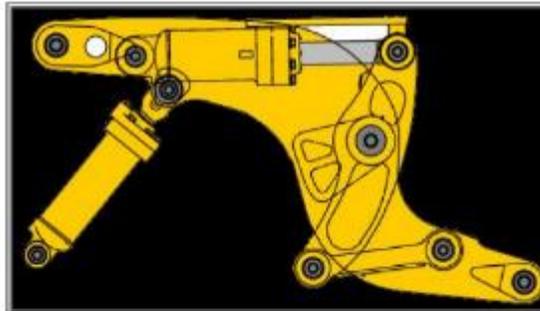


Turning



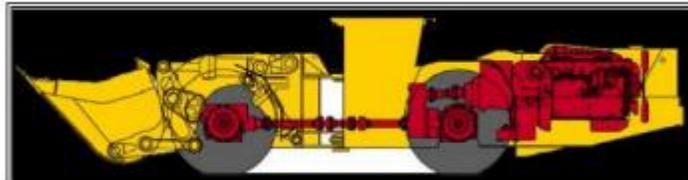
Turning Radius (Outside)	5575 mm	(219.5 in)
Turning Radius (Inside)	2972 mm	(117.0 in)
Articulation Angle Degrees	± 42.5°	

Loader Linkage



- Sealed Bucket Pins
- High Breakout Force
- Solid Steel Lift Arms
- Steel Castings Used in High Stress Areas
- Heat Treated Cast Steel Cross-Member
- Cast Steel Tilt Lever for Increased Life and Strength

Power Train



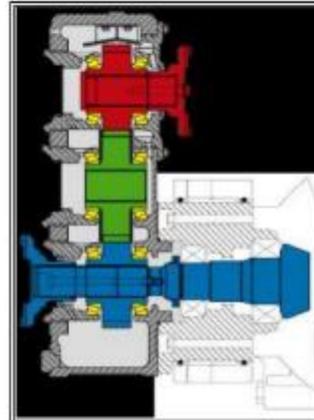
- CAT 3306 DITA Engine @ 123 KW (165 HP)
- CAT Single Phase Torque Converter and Updrive Gear Group
- Specially Designed Torque Converter/Updrive Housing and Transmission Sump
- CAT Heavy Duty 950F Power Shift Transmission
- CAT 950F Differentials
- CAT 613C Final Drives

Driver Shafts



- CAT 950F Components
- Easy Installation of Drive Shafts Due to Modular Design
- High Drive (Block) Universal Joints and Yokes
- Increased Service Life
- Greater Load Carrying

Transfer Gears



- Tapered Roller Bearings with Shim Adjustment
- Caterpillar High Contact, Ground Gears
- Self Contained Housing/Lubrication
- Design to Carry High Load and Torque

Cooling System



- Cross Flow System
- Superior High Access for Cleaning
- Hinged Grill
- High Ambient Capability
- Copper Fln, Solder Dipped Core
- Hydraulic Oil Cooler (STD) Swing Out for Easy Cleaning and Access

Engine 
3306 DITA SWIRL



- High Torque Rise for Superior Lugging
 - Realistic Power Rating
 - Low Emission Levels
 - Oil Cooled Pistons
 - Full Length Water Cooled Cylinder Liners
 - Excellent Fuel Economy
 - MSHA Certified
 - Heat Shields Standard
- 3306 DITA SWIRL

Torque Converter 

- Heavy Duty Single Phase Torque Converter Transmits High Torque and Excellent Trimming Performance
- Integral Torque Converter and Transmission Housing, Reduced Joints and Elimination of Transfer Gear Case



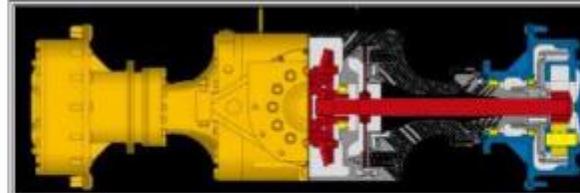
Transmission 



- Smooth On the Go Shifting
- Electronic Auto Shift Capability

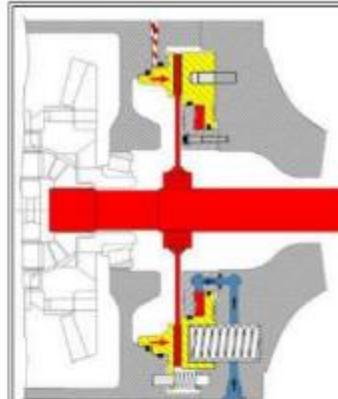
- Neutralizer Equipped for Increased Loading Efficiency
- Ergonomic Shift Controller
- Greater Productivity Enhancements

Axle Arrangement 



- Heavy Duty 950G Differential and Centre Axle Housing
- Front Axle Rigid Mounting
- Rear Axle Oscillates $\pm 10^\circ$
- Spring Applied Fluid Release (SAFR TM) Inboard Wet Disc Brake Arrangement
- Free Floating Axle Shafts Which Transmit Torque Only
- Heavy Duty 613C Final Drives. Planetary Units Can Be Removed Independently

Disc Brakes (SAFR TM) 



SERVICE

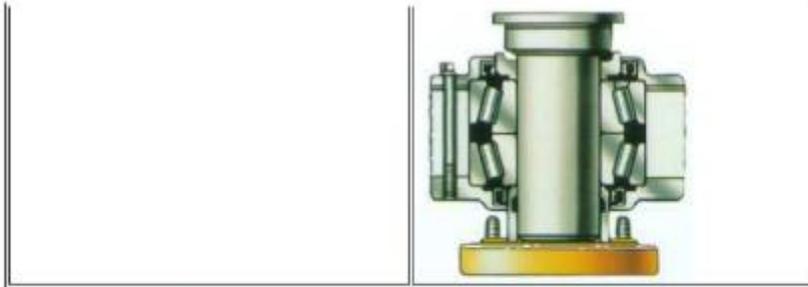
- Four Wheel Inboard, Hydraulically Actuated, Fully Enclosed Oil Immersed Disc Type
- Floating Disc, Inboard of the Final Drive Achieve's a 4.7 Mechanical Advantage
- Self Adjusting with Modulated Engagement

PARKING BRAKE

- Spring Applied, Fluid Release (SAFR TM) on Axle Shafts
- Parking Brake Automatically Applies in the Event of Loss of Hydraulic Oil Pressure
- ABA (Automatic Brake Application) Option Available
- Immediate Fade Resistant Stopping
- Adjustment Free

Articulation 

- Shim Adjusted Pre-Load
- Ease of Maintenance
- Double Tapered Roller Bearings Accept Horizontal and Vertical Loads Better



Hydraulic System ▲

<ul style="list-style-type: none"> • Large Bore Lift and Tilt Cylinders (Handle Maximum Capacity with Ease) • Superior Lift Capacity • Proven CAT Seals and Cylinder Eye Bearings • High Efficiency Positive Displacement Pumps • Medium Working Pressure (2750 psi), Maximum Flow Rate, Fast Hydraulic Cycles • Consistent Pressure Output, Quick Response • Pilot Operated Bucket Controls (Reduces Operator Effort) • XT-3 and XT-5 Hydraulic Hoses (Excellent Strength, Flexibility and Life) • Reusable Hose Couplings • Heavy Duty CAT Hydraulic Hose Retention Clamps 	

Ride Control System (Attachment)

<input type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> • Reduces Fore-and-Aft Pitching Movement • Incorporates an Accumulator System Positioned in Lift Cylinder Line • The Nitrogen/Oil Accumulator System Acts as a Shock Absorber • Dampens Bucket Forces and Stabilizes Machine • Automatic Selection Function Engages/Disengages Ride Control System at Preset Trimming Speeds • Improves Cycle Time and Load Retention
--------------------------	--

Operators Compartment ▲

<p>ENCLOSED CAB</p> <ul style="list-style-type: none"> • FOPS - Certified (SAE J231/2294) 	
---	--

- (ASA 2294.1997)
 - (ROPS Approval Pending)
 - Pressurized A/C System
 - Wipers and Washers
 - Low Noise Level
 - Pull Ring Releases Glass for Emergency Exits
 - Ergonomically Designed
- OPEN OPERATOR STATION**
- FOPS - Certified (SAE J231/2294) (ASA 2294.1997)
 - Ergonomically Designed



Instruments ▲

<p>CMS - Caterpillar Monitoring System (Provides Critical Machine Data to Keep the Machine Performing at Maximum Efficiency)</p> <ul style="list-style-type: none"> • CMS Built to Withstand Severe Working Conditions • Temperature, Moisture, Vibration and Shock Resistant • The Gauge Cluster Constantly Displays Critical Machine Functions • Speedometer, Tachometer and Actual Gear Indicator • Self-Tests at Engine Start-Up • Illuminated Rocker Switches and Controls are Easily Identified and Accessible • Improves Overall Machine Reliability • Message Centre Contains a Three Level Alert System 	

Steering Control ▲

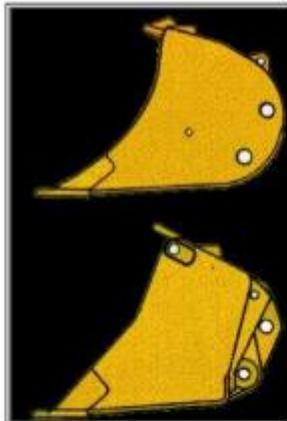
	<ul style="list-style-type: none"> • Single, Double Acting Cushioned Cylinder • Full Hydraulic Power, Flow Amplified System • Full Flow Filtering • Designed for Excellent Steering Response at All Engine Speeds • STIC Control System (Standard) • Wheel Steer (Optional) • Supplemental Steering System - Ground Driven Optional
--	--

Steering Control (STIC Steer) ↑



- Greater Control for in Close Loading
- Easy, Smooth, Consistent Directional Shifting for Quick Cycle Times
- Side-to-Side Controller Motion, Controls Steering Left or Right
- Electronic Shift Transmission Controls Housed in STIC Controller
- Efficient, Low Effort Operation Reduces Operator Fatigue
- Autoshift Function Standard

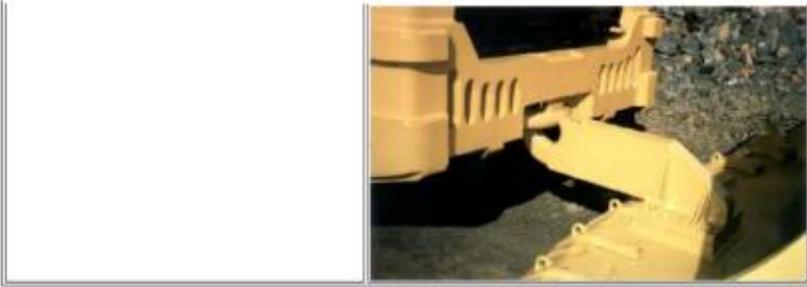
Bucket ↑



- High Tensile Steel
 - Hardware (G.E.T.) Options
 - Standard and High Penetration Profiles
 - Wear Plates Standard
 - 40 mm (1.6 in) Lip Standard
 - Long Life and Durability
 - Sizes to Suit Various Material Densities
 - Ejector Bucket (Option)
 - Various Bucket Attachments
- Bucket Capacities
 m³ (yd³)
 3.4 4.5
 2.8 3.7
 2.38 3.1
 2.5 (EB*) 3.3 (EB*)
 * EB - Ejector Bucket

Retrieval System (Attachment) ↑

- Provides Safe Machine Retrieval from Hazardous Locations
- Includes Brake Release System
- Brakes Re-Apply Automatically when Towing Vehicle is Uncoupled
- Includes Towing Attachment



Estimated Production Capability - Productivity (Metric) ↑

Typical base data parameters

60% Operator Efficiency	Flat 100 Metres	Flat 200 Metres	Flat 300 Metres	Decline 1:7 100 Metres	Decline 1:7 200 Metres	Decline 1:7 300 Metres
Potential Prod. MTONS/Hrs	313	191	137	215	122	85
Mech. Availability	85%	85%	85%	85%	85%	85%
MTONS/Sched Hrs	160	97	70	110	62	42
Average KPH	9.6	11.7	12.6	6.6	7.5	7.8

R1300 Self Loading
 LCM / DENSITY (2400 KG)
 BCM LOAD (3000 KG / BCM) 2.7
 HAULER - PAYLOAD, MTON 6.5
 - % OF MAX GVW 100
 LOAD TIMES, MINUTE % 0.16

Estimated Production Capability - Productivity (Metric)

60% Operator Efficiency	Decline 1:8 100 Metres	Decline 1:8 200 Metres	Decline 1:8 300 Metres	Decline 1:9 100 Metres	Decline 1:9 200 Metres	Decline 1:9 300 metres
Potential Prod. MTONS/Hrs	232	133	93	247	143	101
Mech. Availability	85%	85%	85%	85%	85%	85%
MTONS/Sched Hrs	118	68	48	126	73	51
Average KPH	7.1	8.2	8.6	7.6	8.8	9.3

R1300 Self Loading
 LCM / DENSITY (2400 KG)
 BCM LOAD (3000 KG / BCM) 2.7
 HAULER - PAYLOAD, MTON 6.5
 - % OF MAX GVW 100

LOAD TIMES, MINUTE % 0.16

Estimated Production Capability - Hauler Cycle Times (Metric)

	Flat 100 Metres	Flat 200 Metres	Flat 300 Metres	Decline 1:7 100 Metres	Decline 1:7 200 Metres	Decline 1:7 300 metres
Load	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Haul	0.45	0.85	1.25	1.01	2.00	2.99
Dump & Maneuver	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Return	0.44	0.84	1.24	0.44	0.84	1.24
Potential Cycle Time	1.25	2.05	2.85	1.82	3.21	4.60

R1300 Self Loading
 LCM / DENSITY (2400 KG)
 BCM LOAD (3000 KG / BCM) 2.7
 HAULER - PAYLOAD, MTON 6.5
 - % OF MAX GVW 100
 LOAD TIMES, MINUTE % 0.16

Estimated Production Capability - Hauler Cycle Times (Metric)

	Decline 1:8 100 Metres	Decline 1:8 200 Metres	Decline 1:8 300 Metres	Decline 1:9 100 Metres	Decline 1:9 200 Metres	Decline 1:9 300 Metres
Load	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Haul	0.88	1.73	2.58	0.78	1.53	2.27
Dump & Maneuver	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Return	0.44	0.84	1.24	0.44	0.84	1.24
Potential Cycle Time	1.68	2.93	4.18	1.58	2.73	3.88

R1300 Self Loading
 LCM / DENSITY (2400 KG)
 BCM LOAD (3000 KG / BCM) 2.7
 HAULER - PAYLOAD, MTON 6.5
 - % OF MAX GVW 100
 LOAD TIMES, MINUTE % 0.16

Estimated Production Capability - Productivity (Imperial)

60% Operator Efficiency	Flat 328 Feet	Flat 656 Feet	Flat 984 Feet	Decline 1:7 328 Feet	Decline 1:7 656 Feet	Decline 1:7 984 Feet
Potential Prod. TONS/Hrs	345	210	151	237	134	94
Mech. Availability	85%	85%	85%	85%	85%	85%
TONS/Sched Hrs	176	107	77	121	68	48
Average MPH	6.0	7.3	7.9	4.1	4.7	4.9

R1300 Self Loading
 LCM / DENSITY (4045 KG)

BCM LOAD (5057 / BCM) 2.83
 HAULER - PAYLOAD LB 14 333
 - % OF MAX GVW 100
 LOAD TIMES, MINUTE % 0.16

Estimated Production Capability - Productivity (Imperial)

60% Operator Efficiency	Decline 1:8 328 Feet	Decline 1:8 656 Feet	Decline 1:8 984 Feet	Decline 1:9 328 Feet	Decline 1:9 656 Feet	Decline 1:9 984 Feet
Potential Prod. TONS/Hrs	256	147	103	272	158	111
Mech. Availability	85%	85%	85%	85%	85%	85%
TONS/Sched Hrs	131	75	52	139	80	57
Average MPH	4.4	5.1	5.4	4.7	5.5	5.8

R1300 Self Loading
 LCM / DENSITY (4045 KG)
 BCM LOAD (5057 / BCM) 2.83
 HAULER - PAYLOAD LB 14 333
 - % OF MAX GVW 100
 LOAD TIMES, MINUTE % 0.16

Estimated Production Capability - Hauler Cycle Times (Imperial)

	Flat 328 Feet	Flat 656 Feet	Flat 948 Feet	Decline 1:7 328 Feet	Decline 1:7 656 Feet	Decline 1:7 948 Feet
Load	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Haul	0.45	0.85	1.25	1.01	2.00	2.99
Dump & Maneuver	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Return	0.44	0.84	1.24	0.44	0.84	1.24
Potential Cycle Time	1.25	2.05	2.85	1.82	3.21	4.60

R1300 Self Loading
 LCM / DENSITY (2400 KG)
 BCM LOAD (3000 KG / BCM) 2.7
 HAULER - PAYLOAD, MTON 6.5
 - % OF MAX GVW 100
 LOAD TIMES, MINUTE % 0.16

Estimated Production Capability - Hauler Cycle Times (Imperial)

	Decline 1:8 328 Feet	Decline 1:8 656 Feet	Decline 1:8 948 Feet	Decline 1:9 328 Feet	Decline 1:9 656 Feet	Decline 1:9 948 Feet
Load	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Haul	0.88	1.73	2.58	0.78	1.53	2.27
Dump & Maneuver	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Return	0.44	0.84	1.24	0.44	0.84	1.24
Potential Cycle Time	1.68	2.93	4.18	1.58	2.73	3.88

- Manual de mantenimiento del Scoop R1300G Caterpillar.-

CATERPILLAR®

SSBU7329-05
Junio 2012
(Traducción: Junio 2012)



Manual de Operación y Mantenimiento

Máquinas de Carga, Acarreo y Descarga R1300G

LJB1-y sig. (Máquina)
NJB1-y sig. (Máquina)

SAFETY.CAT.COM

04946855

Programa de intervalos de mantenimiento

Código SMCS: 1000; 7000

Asegúrese de leer y comprender toda la información de seguridad, las advertencias y las instrucciones antes de realizar cualquier operación o procedimiento de mantenimiento.

El usuario es responsable de realizar el mantenimiento, incluidos todos los ajustes, de utilizar lubricantes, fluidos y filtros apropiados y de reemplazar los componentes debido a su desgaste normal y envejecimiento. Si no se realizan los procedimientos de mantenimiento adecuados en los intervalos establecidos, puede reducirse el rendimiento del producto o acelerarse el desgaste de los componentes.

Utilice el kilometraje, el consumo de combustible, las horas de servicio o el tiempo de calendario, LO QUE OCURRA PRIMERO, para determinar los intervalos de mantenimiento. Los productos que se usan en condiciones de operación exigentes pueden requerir un mantenimiento más frecuente.

Nota: Antes de efectuar las tareas de mantenimiento de cada intervalo consecutivo, hay que realizar también todas las tareas de mantenimiento del intervalo anterior.

Cuando sea necesario

Baterías - Reciclar	145
Batería, Cables de la Batería o Interruptor General - Reemplazar	146
Discos de freno - Comprobar	148
Disyuntores - Rearmar	154
Elemento secundario del filtro de aire del motor - Reemplazar	185
Antefiltro de aire del motor - Limpiar	186
Purificador del escape - Inspeccionar/Limpiar	192
Sistema de combustible - Cebiar	193
Fusibles - Reemplazar	198
Filtro de aceite - Inspeccionar	206
Núcleo del radiador - Limpiar	208
Aros - Inspeccionar	211
Botella del lavaparabrisas - Llenar	225
Limpiaparabrisas - Inspeccionar y reemplazar	225

Cada 10 horas de servicio o cada día

Cojinetes del enganche articulado - Lubricar	142
Tanque de grasa de la lubricación automática - Llenar	144
Alarma de retroceso - Probar	144
Correas - Inspeccionar/Ajustar/Reemplazar	147
Sistema de frenos - Probar	149
Cojinetes de pivote del cucharón - Lubricar	151

Sistema central de lubricación - Lubricar	153
Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento - Comprobar	171
Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento - Comprobar	172
Cojinete del cilindro del expulsor - Lubricar	183
Cojinetes de la plancha expulsora - Lubricar	183
Elemento primario del filtro de aire del motor - Limpiar/Reemplazar	184
Nivel de aceite del motor - Comprobar	187
Sistema de supresión de incendios - Comprobar	193
Agua y sedimentos del tanque de combustible - Drenar	198
Nivel del aceite del sistema hidráulico - Comprobar	202
Traba de la dirección y del implemento (Dirección STIC) - Probar	204
Indicadores y medidores - Probar	205
Cojinetes del cilindro y del brazo de levantamiento - Lubricar	205
Cojinetes del muñón del eje trasero - Lubricar	209
Cinturón de seguridad - Inspeccionar	212
Inspección de servicio	213
Cojinetes del cilindro de dirección - Lubricar	216
Cojinetes del cilindro de inclinación y de la palanca de inclinación - Lubricar	218
Cojinetes del varillaje de inclinación - Lubricar	219
Nivel de aceite de la transmisión - Comprobar	223
Ventana - Limpiar	224

Cada 50 horas de servicio o cada semana

Filtro del tubo de llenado de lubricación automática - Limpiar	143
Filtro de aire de la cabina - Limpiar/Reemplazar	152
Separador de agua del sistema de combustible - Drenar	196
Inflado de los neumáticos - Comprobar	219

A las Primeras 250 Horas de Servicio (o al primer cambio de aceite)

Luz de las válvulas del motor - Comprobar/Ajustar	191
---	-----

Cada 250 horas de servicio o cada mes

Cojinetes del enganche articulado - Inspeccionar	142
Cable de chasis de articulación: Inspeccionar/Reemplazar	143
Filtro en línea de lubricación automática - Limpiar	144
Nivel del electrólito de la batería - Comprobar	145
Par de apriete del perno del pasador del collar - Comprobar	156
Aditivo de refrigerante del sistema de enfriamiento (DEAC) - Añadir	164
Aditivo de refrigerante del sistema de enfriamiento (DEAC) - Añadir	166

Nivel del aceite del diferencial y mandos finales - Comprobar	181
Juntas universales, estrías y cojinetes del eje motriz - Inspeccionar/Lubricar	182
Aceite y filtro del motor - Cambiar	188
Sistema de protección de reducción de la velocidad del motor a baja en vacío - Probar	189
Cojinete del mando del ventilador - Lubricar	192
Filtro Primario del Sistema de Combustible - Limpiar/Reemplazar	194
Filtro secundario del sistema de combustible - Reemplazar	195
Sensor de presión (Aceite de la transmisión) (Luz de advertencia y aplicación del freno) - Probar	207
Cojinetes del muñón del eje trasero - Inspeccionar	209
Tope de la dirección - Comprobar	217

Cada 500 horas de servicio o cada 3 meses

Respiradero del cárter - Limpiar	186
Tapa y colador del tanque de combustible - Limpiar	197
Filtro de aceite del sistema hidráulico - Reemplazar	200
Filtro de aceite de la transmisión - Reemplazar ..	221
Filtro de aceite de la transmisión - Reemplazar ..	222

Cada 1000 horas de servicio o cada 6 meses

Acumulador del freno - Comprobar	148
Aceite del diferencial y de los mandos finales - Cambiar	178
Acumulador del control de amortiguación - Comprobar	210
Estructura de protección contra vuelcos (ROPS) - Inspeccionar	211
Control de traba de la transmisión y de la dirección (Dirección STIC) - Lubricar	217
Aceite de la transmisión - Cambiar	219

Cada 2000 horas de servicio o cada año

Sistema de desconexión del freno - Probar	149
Amortiguador de vibraciones del cigüeñal - Inspeccionar	177
Soportes del motor - Inspeccionar	187
Luz de las válvulas del motor - Comprobar/ Ajustar	191
Rotaválvulas del motor - Inspeccionar	191
Aceite del sistema hidráulico - Cambiar	199
Válvula de alivio del tanque hidráulico - Limpiar ..	203
Secador de refrigerante - Reemplazar	210
Turbocompresor - Inspeccionar	224

Cada 3000 horas de servicio o cada 2 años

Refrigerante del sistema de enfriamiento (DEAC) - Cambiar	156
Refrigerante del sistema de enfriamiento (DEAC) - Cambiar	158

Prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) para sistemas de enfriamiento - Añadir	168
Prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) para sistemas de enfriamiento - Añadir	169
Tapa de presión del sistema de enfriamiento - Limpiar/Reemplazar	173
Tapa de presión del sistema de enfriamiento - Limpiar/Reemplazar	174

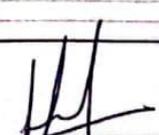
**Cada 3 años desde la fecha de instalación o
cada 5 años desde la fecha de fabricación**

Cinturón - Reemplazar	212
-----------------------------	-----

Cada 6.000 horas de servicio o 4 años

Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC) - Cambiar	160
Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC) - Cambiar	162
Termostato del agua del sistema de enfriamiento - Reemplazar	175
Termostato del agua del sistema de enfriamiento - Reemplazar	176
Bomba de agua del motor - Inspeccionar	192

• Check List de Scoops N°01,02,03,04,05 – Pre Prueba.-

MANTENIMIENTO MINA					
UNIDAD YAURICOCHA					
REPORTE DE FALLAS (CHECK LIST)					
SCOOP R1300 CAT				FECHA:	30/10/22
				HORA:	8:30 am
N°	UBICACIÓN:	Nv. 1070 Mina Central - Esperanza			
1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:		ESTANDAR	MEDIDO		
PRESIÓN DE LUBRICACIÓN		26-87	PSI	78	PSI
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE:		59-118	PSI	110	PSI
PRESIÓN EN LA ADMISIÓN		36 +/-6	PSI	33	PSI
PRESIÓN DE BOMBA DE TRANSMISIÓN		400 +/-10	PSI	392	PSI
PRESIÓN DE VALVULA DE CUCHARON.		5000 +/-50	PSI	5032	PSI
3 NOMBRE OPERADOR: Cristian Medrano					
4 DESCRIPCIÓN: ESTADO:					
1. Sistema Motriz					
Motor de combustión	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Lineas de admisión y descarga	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Filtro de aire y combustible	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Turbocompresor	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input checked="" type="checkbox"/>	Bueno <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
2. Sistema de lubricación					
Bomba de aceite de motor	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Filtro de aceite de motor	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
3. Sistema de Refrigeración					
Bomba de agua	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Radiador	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Ventilador	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Termostato	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
4. Sistema de Combustible					
Gobernador	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Filtro de combustible y filtro separador de agua	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Bomba de combustible	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
5. Sistema Eléctrico					
Alternador	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Batería	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Lámparas	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Arrancador	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
6. Sistema de tren de Potencia					
Neumáticos delanteros y posteriores	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Rodamientos	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input type="checkbox"/> Malo <input checked="" type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Crucetas	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
7. Sistema Estructural					
Cuchara	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Articulación Central	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input type="checkbox"/> Malo <input checked="" type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Articulación de Cilindro de Dirección	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input type="checkbox"/> Malo <input checked="" type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
8. Sistema Hidráulico					
Bomba hidráulica	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Mangueras hidráulicas	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Cilindro de Levante	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Cilindros de Dirección	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Cilindro de Volteo	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
5 OBSERVACIONES:					
<p>1. Turbo compresor: Presenta sonido raro por rotura de alabes de compresor.</p> <p>2. Rodamientos: Falla por rotura de chumacera de rodamiento de cordón central.</p> <p>3. Articulación Central: Rotula con desgaste, ocasionando desgaste prematuro del pin de la articulación.</p>					
 SUPERVISOR MECANICO Nombre: Berinsson Hernández			 PLANNER DE MANTENIMIENTO MINA Nombre: GILBERTO ROVERO MUÑOZ		

MANTENIMIENTO MINA
UNIDAD YAURICOCHA
REPORTE DE FALLAS (CHECK LIST)

SCOOP R1300 CAT

FECHA: 31/10/22
HORA: 8:30 am

N° 03 UBICACIÓN: Nv. 870 Mina Cochi Cachi - Fortuna

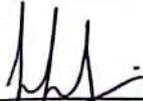
1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	ESTANDAR		MEDIDO	
PRESIÓN DE LUBRICACIÓN	26-87	PSI	80	PSI
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE:	59-118	PSI	116	PSI
PRESIÓN EN LA ADMISIÓN:	36 +/-6	PSI	31	PSI
PRESIÓN DE BOMBA DE TRANSMISIÓN:	400 +/-10	PSI	398	PSI
PRESIÓN DE VÁLVULA DE CUCHARON:	5000 +/-50	PSI	4495	PSI

3 NOMBRE OPERADOR: Miguel Rivas

4 DESCRIPCIÓN:	ESTADO:					
1. Sistema Motriz						
Motor de combustión	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Líneas de admisión y descarga	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Filtro de aire y combustible	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Turbocompresor	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
2. Sistema de lubricación						
Bomba de aceite de motor	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Filtro de aceite de motor	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
3. Sistema de Refrigeración						
Bomba de agua	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Radiador	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Ventilador	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Termostato	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
4. Sistema de Combustible						
Gobernador	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Filtro de combustible y filtro separador de agua	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Bomba de combustible	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
5. Sistema Eléctrico						
Alternador	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Batería	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Lámparas	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Arrancador	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
6. Sistema de tren de Potencia						
Neumáticos delanteros y posteriores	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Rodamientos	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Crucetas	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
7. Sistema Estructural						
Cuchara	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Articulación Central	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Articulación de Cilindro de Dirección	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
8. Sistema Hidráulico						
Bomba hidráulica	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Mangueras hidráulicas	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Cilindro de Levante	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Cilindros de Dirección	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	
Cilindro de Volteo	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Malo	Ausente	

5 OBSERVACIONES:

1. Arrancador: Presenta falla eléctrica.
2. Rodamientos: Falla por rotura de pista exterior.
3. Cuchara: Degaste de labio de cuchara.
4. Cilindro de Volteo: Presenta fuga de aceite hidraulico por topas, sellen deteriorado


SUPERVISOR MECÁNICO
Nombre: Berinsson Hernández


PLANNER DE MANTENIMIENTO MINA
Nombre: Gerardo E. GOVEIRO MUÑOZ
Ingeniero Mecánico
CIP: 14770

MANTENIMIENTO MINA
UNIDAD YAURICOCHA
REPORTE DE FALLAS (CHECK LIST)

SCOOP R1300 CAT

FECHA: 31/10/22
HORA: 1:00pm

Nº 04 UBICACIÓN: Nv. 570 Mina Cachi Cachi - Kimberly

1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	ESTANDAR	MEDIDO	
PRESIÓN DE LUBRICACIÓN	26-87 PSI	79	PSI
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE:	59-118 PSI	110	PSI
PRESIÓN EN LA ADMISIÓN:	36 +/-6 PSI	30	PSI
PRESIÓN DE BOMBA DE TRANSMISIÓN:	400 +/-10 PSI	388	PSI
PRESIÓN DE VÁLVULA DE CUCHARON:	5000 +/-50 PSI	4960	PSI

3 NOMBRE OPERADOR: Filomeno Flores

4 DESCRIPCIÓN:	ESTADO:					
1. Sistema Motriz						
Motor de combustión	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Lineas de admisión y descarga	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Filtro de aire y combustible	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Turbocompresor	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
2. Sistema de lubricación						
Bomba de aceite de motor	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Filtro de aceite de motor	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
3. Sistema de Refrigeración						
Bomba de agua	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Radiador	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Ventilador	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Termostato	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
4. Sistema de Combustible						
Gobernador	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Filtro de combustible y filtro separador de agua	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Bomba de combustible	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
5. Sistema Eléctrico						
Alternador	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Batería	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Lámparas	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Arrancador	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
6. Sistema de tren de Potencia						
Neumáticos delanteros y posteriores	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Rodamientos	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Crucetas	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
7. Sistema Estructural						
Cuchara	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Articulación Central	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Articulación de Cilindro de Dirección	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
8. Sistema Hidráulico						
Bomba hidráulica	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Mangueras hidráulicas	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Cilindro de Levante	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Cilindros de Dirección	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente
Cilindro de Volteo	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malos	Ausente

6 OBSERVACIONES:

1. Turbo compresor: Rotura de platos de turbin, ocasionando sonidos raros.
 2. Rodamientos: Rotura de pista interior de rodamiento de Cardan central.
 3. Articulación de cilindro de dirección: Presenta juego excesivo por desgaste de alojamientos de rótula.
 4. Cilindro de dirección: Presenta fuga mínima por vástago, posible falla de retor.


 SUPERVISOR MECÁNICO
 Nombre: Berinsson Hernández


 PLANNER DE MANTENIMIENTO MINA
 Nombre: GILBERTO SOVERO MUÑOZ
 Jefe de Taller Mecánico

MANTENIMIENTO MINA
UNIDAD YAURICOCHA
REPORTE DE FALLAS (CHECK LIST)

SCOOP R1300 CAT

FECHA: 01/11/22
HORA: 08:30 am

N° 05 UBICACIÓN: Nv. 970 Mina Cochicachi - Escandida

1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	ESTANDAR		MEDIDO	
PRESIÓN DE LUBRICACIÓN	26-87	PSI	81	PSI
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE:	59-118	PSI	113	PSI
PRESIÓN EN LA ADMISIÓN:	36 +/-6	PSI	29	PSI
PRESIÓN DE BOMBA DE TRANSMISIÓN:	400 +/-10	PSI	405	PSI
PRESIÓN DE VALVULA DE CUCHARON:	5000 +/-50	PSI	5022	PSI

3 NOMBRE OPERADOR: Lenin Saez

4 DESCRIPCIÓN: ESTADO:

1. Sistema Motriz

Motor de combustión	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Lineas de admisión y descarga	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Filtro de aire y combustible	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Turbocompresor	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input checked="" type="checkbox"/>	Bueno	<input type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>

2. Sistema de lubricación

Bomba de aceite de motor	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Filtro de aceite de motor	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>

3. Sistema de Refrigeración

Bomba de agua	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Radiador	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Ventilador	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Termostato	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>

4. Sistema de Combustible

Gobernador	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Filtro de combustible y filtro separador de agua	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Bomba de combustible	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>

5. Sistema Eléctrico

Alternador	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Bateria	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Lámparas	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Arrancador	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>

6. Sistema de tren de Potencia

Neumáticos delanteros y posteriores	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Rodamientos	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input type="checkbox"/>	Malo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Crucetas	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>

7. Sistema Estructural

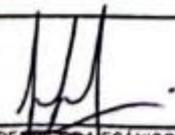
Cuchara	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Articulación Central	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Articulación de Cilindro de Dirección	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input type="checkbox"/>	Malo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>

8. Sistema Hidráulico

Bomba hidráulica	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Mangueras hidráulicas	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Cilindro de Levante	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Cilindros de Dirección	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input type="checkbox"/>	Malo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>
Cilindro de Volteo	Temp Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input type="checkbox"/>	Malo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ausente	<input type="checkbox"/>

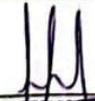
5 OBSERVACIONES:

1. Turbocompresor: Presenta sonido raro, por rozamiento de helices con estructura del turbo
2. Rodamientos: Presenta falla en el rodamiento, por rotura de pista exterior.
3. Articulo con de Cil. de dirección: Falla en rotulas, desgaste prematuro.
4. Cilindro de Dirección: Presenta fuga de aceite hidráulico por tapas.
5. Cilindro de Volteo: Presenta desgaste en anillos rozantes del embudo, perdiendo fuerza en el conguio.


SUPERVISOR MECÁNICO
Nombre Berinsson Hernández


PLANNER DE MANTENIMIENTO MINA
Nombre Orlando E. SOVERO MUÑOZ
Ingeniero Mecánico

• Check List de Scoops N°01,02,03,04,05 – Post Prueba.-

MANTENIMIENTO MINA					
UNIDAD YAURICOCHA					
REPORTE DE FALLAS (CHECK LIST)					
SCOOP R1300 CAT				FECHA:	27/02/23
				HORA:	8:30 am
N°	UBICACIÓN:	Nº. 1070 Mina Control - Esperanza			
1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:		ESTANDAR	MEDIDO		
PRESIÓN DE LUBRICACIÓN	26-87	PSI	75	PSI	
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE:	59-118	PSI	115	PSI	
PRESIÓN EN LA ADMISIÓN:	36 +/-6	PSI	32	PSI	
PRESIÓN DE BOMBA DE TRANSMISIÓN:	400 +/-10	PSI	410	PSI	
PRESIÓN DE VÁLVULA DE CUCHARÓN:	5000 +/-50	PSI	5015	PSI	
3 NOMBRE OPERADOR:		Cristian Medrano			
4 DESCRIPCIÓN:		ESTADO:			
1. Sistema Motriz					
Motor de combustión	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Líneas de admisión y descarga	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Filtro de aire y combustible	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Turbocompresor	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
2. Sistema de lubricación					
Bomba de aceite de motor	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Filtro de aceite de motor	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
3. Sistema de Refrigeración					
Bomba de agua	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Radiador	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Ventilador	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Termostato	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
4. Sistema de Combustible					
Gobernador	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Filtro de combustible y filtro separador de agua	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Bomba de combustible	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
5. Sistema Eléctrico					
Alternador	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Batería	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Lámparas	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Arrancador	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
6. Sistema de tren de Potencia					
Neumáticos delanteros y posteriores	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Rodamientos	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Crucejas	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
7. Sistema Estructural					
Cuchara	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Articulación Central	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Articulación de Cilindro de Dirección	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
8. Sistema Hidráulico					
Bomba hidráulica	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Mangueras hidráulicas	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Cilindro de Levante	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Cilindros de Dirección	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
Cilindro de Volteo	Temp. Alta	<input type="checkbox"/>	Sonido Raro	<input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>
5 OBSERVACIONES:					
El equipo condiciones óptimas de buen funcionamiento en sus componentes críticos, tales como el turbocompresor, rodamientos y articulación central.					
 SUPERVISOR MECANICO Nombre: Berinsson Hernández			 PLANNER DE MANTENIMIENTO MINA Nombre:		

MANTENIMIENTO MINA
UNIDAD YAURICOCHA
REPORTE DE FALLAS (CHECK LIST)

SCOOP R1300 CAT

FECHA: 27/02/23

HORA: 1:00 pm

N° 02 UBICACIÓN: Nr. 1070 Mina Central Porcuna

1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	ESTANDAR	MEDIDO
PRESIÓN DE LUBRICACIÓN	26-87 PSI	87 PSI
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE:	59-118 PSI	117 PSI
PRESIÓN EN LA ADMISIÓN:	36 +/-6 PSI	35 PSI
PRESIÓN DE BOMBA DE TRANSMISIÓN:	400 +/-10 PSI	407 PSI
PRESIÓN DE VÁLVULA DE CUCHARÓN:	5000 +/-50 PSI	5035 PSI

3 NOMBRE OPERADOR: Joshua Ponce

4 DESCRIPCIÓN:	ESTADO:					
1. Sistema Motriz						
Motor de combustión	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Líneas de admisión y descarga	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Filtro de aire y combustible	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Turbocompresor	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
2. Sistema de lubricación						
Bomba de aceite de motor	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Filtro de aceite de motor	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
3. Sistema de Refrigeración						
Bomba de agua	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Radiador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Ventilador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Termostato	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
4. Sistema de Combustible						
Gobernador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Filtro de combustible y filtro separador de agua	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Bomba de combustible	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
5. Sistema Eléctrico						
Alternador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Batería	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Lámparas	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Arrancador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
6. Sistema de tren de Potencia						
Neumáticos delanteros y posteriores	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Rodamientos	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Crucetas	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
7. Sistema Estructural						
Cuchara	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Articulación Central	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Articulación de Cilindro de Dirección	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
8. Sistema Hidráulico						
Bomba hidráulica	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Mangueras hidráulicas	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Cilindro de Levante	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Cilindros de Dirección	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	
Cilindro de Volteo	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malos <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	

5 OBSERVACIONES:
El equipo presenta condiciones óptimas de funcionamiento en sus componentes críticos, tales como el turbocompresor, arrancador, rodamientos, cuchara y cilindro de volteo.


SUPERVISOR MECÁNICO
Nombre: Barinsson Hernández


PLANNER DE MANTENIMIENTO MINA
Nombre:

MANTENIMIENTO MINA
UNIDAD YAURICOCHA
REPORTE DE FALLAS (CHECK LIST)

SCOOP R1300 CAT

FECHA: 28/02/23

HORA: 8:30 Am

Nº 03 UBICACIÓN: Ny. 870 Ming Cachi Cachi - Fortuna

1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	ESTANDAR		MEDIDO	
PRESIÓN DE LUBRICACIÓN	26-87	PSI	84	PSI
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE:	59-118	PSI	115	PSI
PRESIÓN EN LA ADMISIÓN:	36 +/-6	PSI	34	PSI
PRESIÓN DE BOMBA DE TRANSMISIÓN	400 +/-10	PSI	401	PSI
PRESIÓN DE VÁLVULA DE CUCHARÓN:	5000 +/-50	PSI	5019	PSI

3 NOMBRE OPERADOR: Miguel Rivas

4 DESCRIPCIÓN: ESTADO:

1. Sistema Motriz

Motor de combustión	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Lineas de admisión y descarga	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Filtro de aire y combustible	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Turbocompresor	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>

2. Sistema de lubricación

Bomba de aceite de motor	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Filtro de aceite de motor	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>

3. Sistema de Refrigeración

Bomba de agua	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Radiador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Ventilador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Termostato	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>

4. Sistema de Combustible

Gobernador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Filtro de combustible y filtro separador de agua	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Bomba de combustible	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>

5. Sistema Eléctrico

Alternador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Batería	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Lámparas	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Arrancador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>

6. Sistema de tren de Potencia

Neumáticos delanteros y posteriores	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Rodamientos	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Cruceñas	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>

7. Sistema Estructural

Cuchara	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Articulación Central	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Articulación de Cilindro de Dirección	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>

8. Sistema Hidráulico

Bomba hidráulica	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Mangueras hidráulicas	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Cilindro de Levante	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Cilindros de Dirección	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>
Cilindro de Volteo	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Mallo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>

5 OBSERVACIONES:

El equipo presenta condiciones óptimas de funcionamiento en sus componentes críticos, tales como arrancador, rodamientos, cuchara y cilindro de volteo.

SUPERVISOR MECÁNICO

Nombre: Berinsson Hernández

PLANNER DE MANTENIMIENTO MINA

Nombre: ORLANDO ESCOBAR
Ingeniero Mecánico
CIP Nº 231451

MANTENIMIENTO MINA
UNIDAD YAURICOCHA
REPORTE DE FALLAS (CHECK LIST)

SCOOP R1300 CAT

FECHA: 28/02/23
HORA: 01:00pm

N° 04 UBICACIÓN: Nr. 870 Mina Cachi Cachi - Kimberly

1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	ESTANDAR	MEDIDO
PRESIÓN DE LUBRICACIÓN	26-87 PSI	PSI
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE:	59-118 PSI	PSI
PRESIÓN EN LA ADMISIÓN:	36 +/-6 PSI	PSI
PRESIÓN DE BOMBA DE TRANSMISIÓN:	400 +/-10 PSI	PSI
PRESIÓN DE VALVULA DE CUCHARON:	5000 +/-50 PSI	PSI

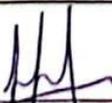
3 NOMBRE OPERADOR: Filomeno Flores

4 DESCRIPCIÓN: ESTADO:

1. Sistema Motriz	Temp Alta	Sonido Raro	Bueno	Mal	Ausente
Motor de combustión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lineas de admisión y descarga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Filtro de aire y combustible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Turbocompresor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Sistema de lubricación					
Bomba de aceite de motor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Filtro de aceite de motor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Sistema de Refrigeración					
Bomba de agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radiador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ventilador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Termostato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Sistema de Combustible					
Gobernador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Filtro de combustible y filtro separador de agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bomba de combustible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Sistema Eléctrico					
Alternador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Batería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lámparas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arrancador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Sistema de tren de Potencia					
Neumáticos delanteros y posteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rodamientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Crucetas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Sistema Estructural					
Cuchara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Articulación Central	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Articulación de Cilindro de Dirección	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Sistema Hidráulico					
Bomba hidráulica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mangueras hidráulicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cilindro de Levante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cilindros de Dirección	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cilindro de Volteo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5 OBSERVACIONES:

El equipo presenta condiciones óptimas de funcionamiento en sus componentes críticos, tales como el turbo compresor, rodamientos, articulación de cilindro de dirección y cilindro de dirección


SUPERVISOR MECANICO
Nombre Berinsson Hernandez


PLANNER DE MANTENIMIENTO MINA.
Nombre ORLANDO F. SOVERO MUÑOZ
Ingeniero Mecánico

MANTENIMIENTO MINA
UNIDAD YAURICOCHA
REPORTE DE FALLAS (CHECK LIST)

SCOOP R1300 CAT

FECHA: 01/03/23
HORA: 08:30am

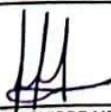
N° DS: UBICACIÓN: Nv. 470 Plmg Cochi Cochi - Escudilla

1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	ESTANDAR	MEDIDO	
PRESIÓN DE LUBRICACIÓN	26-87 PSI	81	PSI
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE:	59-118 PSI	110	PSI
PRESIÓN EN LA ADMISIÓN:	36 +/-6 PSI	33	PSI
PRESIÓN DE BOMBA DE TRANSMISIÓN:	400 +/-10 PSI	348	PSI
PRESIÓN DE VÁLVULA DE CUCHARON:	5000 +/-50 PSI	5001	PSI

3 NOMBRE OPERADOR: Kenia Saenz

4 DESCRIPCIÓN:	ESTADO:						
1. Sistema Motriz							
Motor de combustión	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Lineas de admisión y descarga	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Filtro de aire y combustible	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Turbocompresor	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
2. Sistema de lubricación							
Bomba de aceite de motor	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Filtro de aceite de motor	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
3. Sistema de Refrigeración							
Bomba de agua	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Radiador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Ventilador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Termostato	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
4. Sistema de Combustible							
Gobernador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Filtro de combustible y filtro separador de agua	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Bomba de combustible	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
5. Sistema Eléctrico							
Alternador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Batería	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Lámparas	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Arrancador	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
6. Sistema de tren de Potencia							
Neumáticos delanteros y posteriores	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Rodamientos	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Crucetas	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
7. Sistema Estructural							
Cuchara	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Articulación Central	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Articulación de Cilindro de Dirección	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
8. Sistema Hidráulico							
Bomba hidráulica	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Mangueras hidráulicas	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Cilindro de Levante	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Cilindros de Dirección	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		
Cilindro de Volteo	Temp Alta <input type="checkbox"/>	Sonido Raro <input type="checkbox"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>		

5 OBSERVACIONES:
El equipo presenta condiciones óptimas de funcionamiento en sus componentes críticos, tales como turbocompresor, rodamientos, articulación de cilindro de dirección, cilindro de dirección y cilindro de volteo.


SUPERVISOR MECÁNICO
Nombre: Berinsson Hernández


PLANNER DE MANTENIMIENTO MINA
Nombre: ORLANDO F. SOVERO MUÑOZ
Ingeniero Mecánico
C.R. N° 234451