

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



“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”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO

RONALD GIANCARLOS LUQUE HUAMÁN

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Ronald Luque Huamán".

Callao, 2021

PERÚ



## HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

### INFORMACIÓN BÁSICA

- **FACULTAD:**  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA,  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA.
- **UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:**  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
- **TÍTULO:**  
“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”
- **AUTOR:**  
RONALD GIANCARLOS LUQUE HUAMÁN
- **ASESOR:**  
DR. ING. FÉLIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN
- **LUGAR DE EJECUCIÓN:**  
PARCOY – PATÁZ - LA LIBERTAD
- **TIPO DE INVESTIGACIÓN:**  
TECNOLÓGICA
- **UNIDADES DE ANÁLISIS:**  
EQUIPOS TRACKLESS

**ACTA N° 078 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**LIBRO N° 001, FOLIO N° 104, ACTA N° 078 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**


A los 08 días del mes diciembre, del año 2021, siendo las 14:19 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/wdy-xddb-bej> 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. Juan Manuel Palomino Correa   | : | Presidente |
| ▪ Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva     | : | Secretario |
| ▪ Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez   | : | Miembro    |
| ▪ Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldán | : | Asesor     |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del **Bachiller LUQUE HUAMAN, RONALD GIANCARLOS**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico sustenta la tesis titulada **"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"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid- 19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

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 **MUY BUENO** y calificación cuantitativa **16 (dieciséis)**, 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° 245-2018- CU del 30 de octubre del 2018.

Se dio por cerrada la Sesión a las 14:56 horas del día 08 del mes y año en curso.

  
Dr. Juan Manuel Palomino Correa  
Presidente de Jurado

  
Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva  
Secretario de Jurado

  
Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez  
Vocal de Jurado

  
Dr. Guerrero Roldán Félix Alfredo  
Asesor

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Carmen y Jim y hermanos Aldair y Camila quienes me alientan a seguir adelante para lograr mis metas.*

*A mis abuelos Antonio y Teodolinda que aportaron mucho en mi formación a temprana edad compartiendo la humildad y el respeto a los demás.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Nacional del Callao y a mis catedráticos quienes fueron los Pilares fundamentales en el crecimiento académico y profesional.*

*Al ingeniero Daniel Benites (jefe de planeamiento y control) por el apoyo en el estudio realizado dentro de la empresa.*

*A mi compañero técnico mecánico Edson Salazar por los asesoramientos técnicos y apoyo en el desarrollo del presente trabajo.*

*Al doctor e ingeniero Félix Guerrero Roldan por sus aportes y recomendaciones en la realización de esta investigación.*

*A todas las personas que apoyaron de forma directa e indirecta en la realización de esta tesis.*

## ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>15</b>
1.1. Identificación del problema .....	15
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. Problema general .....	16
1.2.2. Problemas específicos .....	17
1.3. Objetivos de la investigación.....	17
1.3.1. Objetivo general .....	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. Limitantes.....	17
1.4.1. Limitante espacial.....	17
1.4.2. Limitante temporal.....	18
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1. Antecedentes del estudio.....	19
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	19
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	21
2.2. Bases teóricas .....	23
2.2.1. El mantenimiento.....	24
2.2.2. Evolución del mantenimiento.....	25
2.2.3. Propósito del mantenimiento .....	27
2.2.4. Importancia del mantenimiento.....	27
2.2.5. Tipos de mantenimiento .....	27
2.2.6. Análisis de modo y efecto de falla (AMEF).....	32
2.2.7. Modelos de mantenimiento .....	33
2.2.8. Planeamiento .....	34
2.2.9. Procesos de mantenimiento .....	35

2.2.10.	Análisis de criticidad.....	40
2.2.11.	Costos de mantenimiento.....	45
2.2.12.	Plan de mantenimiento.....	46
2.2.13.	Indicadores de gestión de mantenimiento.....	49
2.2.14.	Equipos trackless .....	51
2.3.	Marco conceptual.....	53
2.3.1.	Indicadores.....	53
2.3.2.	Gestión.....	53
2.3.3.	Diagnóstico.....	53
2.3.4.	Sistemas críticos .....	53
2.3.5.	Procesos .....	53
2.3.6.	Confiabilidad.....	54
2.3.7.	Mantenimiento.....	54
2.3.8.	Mantenibilidad .....	54
2.3.9.	Implementación .....	54
2.3.10.	Falla .....	54
2.3.11.	Maquinaria.....	55
2.3.12.	Lubricación.....	55
2.4.	Definición de términos básicos .....	55
2.4.1.	Zonas .....	55
2.4.2.	Labor .....	55
2.4.3.	Frente.....	55
2.4.4.	Operaciones.....	55
2.4.5.	SCA.....	56
2.4.6.	JUA.....	56
2.4.7.	Guardia.....	56
2.4.8.	Shank .....	56
<b>III.</b>	<b>HIPÓTESIS Y VARIABLES .....</b>	<b>57</b>
3.1.	Hipótesis.....	57
3.1.1.	Hipótesis general.....	57



3.1.2.	Hipótesis específicas .....	57
3.2.	Definición conceptual de las variables .....	57
3.2.1.	Variable independiente.....	57
3.2.2.	Variable dependiente.....	58
3.3.	Operacionalización de variables .....	58
<b>IV.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>60</b>
4.1.	Tipo y diseño de la investigación .....	60
4.1.1.	Nivel de la investigación.....	60
4.2.	Método de investigación .....	61
4.3.	Población y muestra .....	61
4.3.1.	Población.....	61
4.3.2.	Muestra .....	61
4.4.	Lugar de estudio y periodo desarrollado.....	62
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de información.....	63
4.5.1.	Técnicas.....	63
4.5.2.	Instrumentos.....	64
4.6.	Análisis y procesamiento de datos.....	64
4.6.1.	Conformación de los equipos natural de trabajo .....	66
4.6.2.	Intercambio de información en cambio de turno o guardia .....	67
4.6.3.	Documentación a una base de datos .....	68
4.6.4.	Documentación de informes.....	70
4.6.5.	Programación de mantenimientos.....	71
4.6.6.	Documentación de indicadores de gestión de mantenimiento .	72
4.6.7.	Análisis de disponibilidad mecánica (Disp. Mec.).....	72
4.6.8.	Análisis del tiempo medio en reparación (MTTR).....	73
4.6.9.	Análisis de tiempo medio entre falla (MTBF).....	80
4.6.10.	Análisis de causa, efecto y modos de falla (AMEF).....	84
4.6.11.	Determinación de funciones principales de los sistemas .....	93
4.6.12.	Determinación de funciones de los subsistemas críticos .....	95
4.6.13.	Modos de falla en subsistemas .....	99

4.6.14. Efectos de falla en subsistemas críticos.....	102
<b>V.    RESULTADOS .....</b>	<b>106</b>
5.1. Resultados descriptivos .....	106
5.1.1. Diagnósticos adecuados .....	106
5.1.2. Determinación de sistemas críticos.....	109
5.1.3. Determinación de procesos de mantenimiento.....	112
5.2. Resultados estadísticos.....	118
5.2.1. Disponibilidad mecánica en scoop .....	118
5.2.2. Disponibilidad mecánica en jumbos frontoneros .....	121
5.2.3. Disponibilidad mecánica en jumbos emperadores .....	124
<b>VI.    DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>130</b>
6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados .....	130
6.1.1. Contrastación con la hipótesis general.....	130
6.1.2. Contrastación con las hipótesis específicas .....	131
6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares .....	131
6.2.1. Contrastación de resultados nacionales.....	131
6.2.2. Contrastación de resultados internacionales.....	133
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>134</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>135</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>140</b>
Anexo N°1: Matriz de consistencia .....	140
Anexo N°2: Evolución de la ISO 9000 .....	141
Anexo N°3: información básica de scoop .....	142
Anexo N°4: Información básica de jumbos frontoneros .....	159
Anexo N°5: Información básica de jumbos emperadores .....	170
Anexo N°6: Formato de reportes diarios.....	172
Anexo N°7: Informe urgente de equipo SCA-189 .....	173
Anexo N°8: Informe mensual de equipo JUA-54 .....	176
Anexo N°9: Informe de accidente de equipo JUA-71.....	178

Anexo N°10: Programacion de mantenimiento en scoop.....	180
Anexo N°11: Programacion de mantenimiento en jumbo frontonero .....	181
Anexo N°12: Programacion de mantenimiento en jumbo empernador ...	183
Anexo N°13: Indicadores de mantenimiento semanal .....	185
Anexo N°14: Precisión de mantenimiento 125 horas diésel SCA-158 ....	186
Anexo N°15: Creación de cartillas de mantenimiento .....	187
Anexo N°16: Determinación del tiempo de reparación y frecuencia de falla scoop .....	192
Anexo N°17: Determinación del tiempo de reparación y frecuencia de falla jumbos empernadores .....	198
Anexo N°18: Determinación del tiempo de reparación y frecuencia de falla para jumbos frontoneros .....	205

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Evolución histórica del mantenimiento.....	26
Tabla 2.	Modelos de mantenimiento .....	34
Tabla 3.	Análisis de criticidad .....	42
Tabla 4.	Factores ponderados a ser evaluados .....	45
Tabla 5.	Operacionalización de variables.....	59
Tabla 6.	Flota de equipos trackless .....	66
Tabla 7.	Límites del MTTR .....	73
Tabla 8.	MTTR de scoop .....	74
Tabla 9.	Análisis de MTTR de scoop.....	75
Tabla 10.	MTTR de jumbos frontoneros .....	76
Tabla 11.	Análisis del MTTR de jumbos frontoneros .....	77
Tabla 12.	MTTR de jumbos emperadores.....	78
Tabla 13.	Análisis del MTTR de jumbos emperadores .....	79
Tabla 14.	Límites del MTBF .....	80
Tabla 15.	MTBF de scoop .....	81
Tabla 16.	MTBF de jumbos frontoneros .....	82
Tabla 17.	MTBF de jumbos emperadores.....	83
Tabla 18.	Criticidad de subsistemas de scoop .....	87
Tabla 19.	Criticidad de subsistemas de jumbos frontoneros .....	89
Tabla 20.	Criticidad de subsistemas de jumbos emperadores .....	91
Tabla 21.	Funciones de los sistemas en Scoop.....	93
Tabla 22.	Funciones de los sistemas en jumbos frontoneros.....	94
Tabla 23.	Funciones de los sistemas en jumbos emperadores ....	95
Tabla 24.	Funciones de subsistemas scoop.....	96
Tabla 25.	Funciones de subsistemas jumbos frontonero.....	97
Tabla 26.	Funciones de subsistemas jumbo emperador .....	98
Tabla 27.	Modos de falla en subsistemas de scoop.....	99
Tabla 28.	Modos de falla en subsistema jumbo frontonero.....	100

<b>Tabla 29.</b>	<b>Modos de falla en subsistema jumbo empernador .....</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 30.</b>	<b>Efectos de falla en subsistemas scoop .....</b>	<b>102</b>
<b>Tabla 31.</b>	<b>Efectos de falla en subsistemas jumbo frontonero .....</b>	<b>103</b>
<b>Tabla 32.</b>	<b>Efectos de falla en subsistemas jumbo empernador.....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla 33.</b>	<b>Frecuencia de mantenimiento de perforadoras .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabla 34.</b>	<b>Control de perforadoras .....</b>	<b>107</b>
<b>Tabla 35.</b>	<b>Control de cables 440V para jumbos .....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla 36.</b>	<b>Resultados de sistemas críticos scoop .....</b>	<b>109</b>
<b>Tabla 37.</b>	<b>Resultados de sistemas críticos jumbo frontonero.....</b>	<b>110</b>
<b>Tabla 38.</b>	<b>Resultados de sistemas críticos jumbo empernador ....</b>	<b>111</b>
<b>Tabla 39.</b>	<b>Procedimiento de mantenimiento scoop .....</b>	<b>112</b>
<b>Tabla 40.</b>	<b>Procedimiento de mantenimiento jumbo frontonero .....</b>	<b>114</b>
<b>Tabla 41.</b>	<b>Procedimiento de mantenimiento jumbo empernador ..</b>	<b>116</b>
<b>Tabla 42.</b>	<b>Disponibilidad mecánica de scoop .....</b>	<b>118</b>
<b>Tabla 43.</b>	<b>Análisis de la disponibilidad mecánica de scoop .....</b>	<b>120</b>
<b>Tabla 44.</b>	<b>Disponibilidad mecánica de jumbos frontoneros .....</b>	<b>121</b>
<b>Tabla 45.</b>	<b>Análisis de disponibilidad de jumbos frontoneros .....</b>	<b>123</b>
<b>Tabla 46.</b>	<b>Disponibilidad de jumbos empernadores.....</b>	<b>124</b>
<b>Tabla 47.</b>	<b>Análisis de disponibilidad de jumbos empernadores....</b>	<b>126</b>
<b>Tabla 48.</b>	<b>Disponibilidad semanal promedio por flota.....</b>	<b>127</b>
<b>Tabla 49.</b>	<b>Comparación de disponibilidad mecánica promedio ....</b>	<b>128</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Grafico N°1. -Disponibilidad promedio de scoop.....</b>	<b>119</b>
<b>Grafico N°2. -Disponibilidad promedio de jumbos frontoneros .....</b>	<b>122</b>
<b>Grafico N°3. -Disponibilidad promedio de jumbos empernadores.....</b>	<b>125</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	<b>Ciclo de trabajo de mantenimiento.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 2.</b>	<b>Evolución de los tipos de mantenimiento.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 3.</b>	<b>Criticidad de equipos.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 4.</b>	<b>Matriz de criticidad.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 5.</b>	<b>Provincias del departamento de La Libertad.....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 6.</b>	<b>Distritos de la provincia de Patáz.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 7.</b>	<b>Actividades necesarias para la recolección de datos.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 8.</b>	<b>Reunión de reparto de guardia .....</b>	<b>68</b>

## **RESUMEN**

El presente proyecto de tesis tiene como objetivo principal Diseñar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy. Todos estos equipos trabajan con un control mediante horómetros, la disponibilidad de estos equipos debe ser la mejor posible, para generar una mayor producción, ante ello el área de mantenimiento tiene la responsabilidad de contar con equipos en buenas condiciones en el momento que se requiera.

La investigación fue de tipo tecnológico, en un nivel experimental, con un diseño Ex-Post-Facto, con una población de 21 equipos trackless los mismos que fueron considerados en la muestra son del mismo tamaño.

Se obtuvo como resultado la mejora de la disponibilidad en un 3.46%, al ser solo diseño más no implementación, junto a ello se diagnosticaron en total 19 sistemas, con 29 subsistemas críticos y 86 procedimientos de mantenimiento para un total de 21 equipos trackless divididos en 3 tipos de flotas.

En conclusión, aplicando el plan de mantenimiento diseñado se logra mejorar la utilización de los recursos, tiempos por reparación y la elevación de la disponibilidad de los equipos trackless.

Palabras claves: Disponibilidad, plan de mantenimiento, equipos trackless.



## **ABSTRACT**

The main objective of this thesis project is to Design a maintenance plan to improve the availability of trackless equipment in the company CORIMAYO S.A.C. at U.M. Parcoy. All these teams work with a control by hour meters, the availability of this equipment must be the best possible, to generate a greater production, before this the maintenance area has the responsibility of having equipment in good condition at the time it is required.

The research was of a technological type, at an experimental level, with an Ex-Post-Facto design, with a population of 21 trackless devices, the same ones that were considered in the sample are of the same size.

The result was an improvement in availability by 3.46%, being only design plus no implementation, together with this, a total of 19 systems were diagnosed, with 29 critical subsystems and 86 maintenance procedures for a total of 21 trackless equipment divided into 3 types of fleets.

In conclusion, by applying the designed maintenance plan, it is possible to improve the use of resources, repair times and increase the availability of trackless equipment.

Key words: Availability, maintenance plan, trackless equipment.

## INTRODUCCIÓN

Las compañías mineras, así como las empresas mineras contratistas que operan en la minería subterránea a nivel nacional e internacional son uno de los sectores de producción más importantes aportando un gran porcentaje al PBI, esta producción conlleva muchas etapas, todas estas etapas requieren en su mayoría de equipos mecanizados y/o automatizados que eleven la producción.

La compañía minera Consorcio Minero HORIZONTE en la unidad minera Parcoy cuya mina subterránea se extrae principalmente el oro, cuenta con diferentes empresas contratistas. En el área de mantenimiento se cuenta con equipos mecanizados “trackless” como parte de la producción, donde el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo deben ser muy eficientes, y no darse el lujo de tener equipos paralizados o con baja disponibilidad afectando a la producción proyectada.

“Los mantenimientos para cada tipo de equipo presentan diferentes procedimientos, así se realice el mismo tipo de mantenimiento, los equipos son diferentes y dependerá de las horas transcurridas y la vida útil de los componentes” (García, 2003, p. 6).

Así mismo Mesa, Ortiz, Pinzón (2006) sostienen que: “La disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente” (p. 03).

Es indispensable mantener operatividad de los equipos trackless, para lo cual deben someterse a un mantenimiento eficiente donde se mejore la disponibilidad. Este diseño da la ventaja de reducir considerablemente aquellas paradas y en algunos casos eliminar estas situaciones simples o

fáciles de solucionar, pero igual que todas las paradas hacen que la disponibilidad sea menor.

Las fallas en los equipos es un problema constante, actualmente para que una empresa alcance los estándares en su operación debe tener equipos disponibles en todo momento.

En este caso los equipos trackless tienen una disponibilidad relativamente baja, dado que la situación que se tenía, era esperar a que una falla ocurra para realizar un mantenimiento correctivo afectando las programaciones de otros equipos y proyecciones de producción, y en las condiciones geográficas que se encuentra las labores de minado donde la temperatura, humedad y ventilación, es muy difícil realizar trabajos de mantenimiento.

La tesis tiene como objetivo general diseñar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy, es por ello que este diseño está enfocado en la reducción de paradas correctivas en las labores, trasladándolas al taller de mantenimiento como tareas preventivas, dando paso al personal mecánico tareas seguimiento, mantenimiento proactivo o de uso, y lo más importante la información de los estados o condición de equipo en labor para la realización de programaciones preventivas evitando paradas no programadas.

La investigación fue de tipo tecnológico, en un nivel experimental, con un diseño Ex-Post-Facto, desarrollándose en el caso donde la población y la muestra son del mismo tamaño.

Para el diseño de un modelo o plan de mantenimiento según Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, Crespo (2012) detallan, “realizar una evaluación o diagnóstico a la situación inicial, con el objetivo de encontrar una mejor estrategia o dirección, analizando problemas comunes o críticos

hallando un método o proceso de mantenimiento adecuado para un mejor resultado de los indicadores” (p. 4,5).

El presente proyecto de tesis consta de los siguientes 6 capítulos:

Capítulo I - Planteamiento de la investigación, se analizó el macro entorno y micro entorno de las operaciones mineras, asimismo se detalló la importancia de las disponibilidades de los equipos trackless, se realizó la formulación del problema general y específicos de la cual se genera el objetivo general y los objetivos específicos.

Capítulo II – Marco teórico, se hace referencias a estudios con anterioridad a tesis nacionales e internacionales referente a la implementación de planes de mantenimiento, para tomar como referencia para la presente tesis. Se realizó de acuerdo a trabajos de investigación realizados con las experiencias obtenidas en dicha empresa.

Capítulo III – Hipótesis y variables, se describió la hipótesis general y específicas de acuerdo a los objetivos definidos en el capítulo I. Se definió la variable dependiente e independiente de la presente tesis, finalmente se ha realizado la operacionalización de las variables.

Capítulo IV – Diseño metodológico, se hizo referencia a la metodología que se emplea en el trabajo de investigación. Se detalla el tipo y diseño de la investigación. Se detalla la población, lugar de estudio y técnicas de recolección de datos.

Capítulo V – Resultados, se indican los resultados de la investigación.

Capítulo VI – Discusión de resultados, se contrasta la comparación de los resultados e hipótesis obtenidos con los trabajos previos.

Finalmente se detalla las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y la lista de anexos.

## **I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Identificación del problema**

Para García (2003), con respecto al mantenimiento sostiene que:

La función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas. (p. 1)

Con el avance tecnológico se da paso a las creaciones y programaciones de mantenimiento asistida por computadora, creando programaciones más eficaces.

En el Perú las empresas mineras trabajan con un sistema de control mediante horómetros de equipos, por otra parte, existe el pago mediante avance o producción, tal sea el caso, la disponibilidad de los equipos debe ser la mejor posible, para generar una mejor producción, ante ello el área de mantenimiento tiene la responsabilidad de contar con equipos en buenas condiciones en el momento que se requiera.

La disponibilidad de los equipos trackless en la unidad minera Parcoy ubicada en Trujillo – La Libertad, es de 79% en promedio, esto se debe en parte a las condiciones geológicas dadas en la mina, la humedad, las altas temperaturas y la falta de ventilación en la zona de profundización no permiten un óptimo trabajo, el personal se encuentra en constante deshidratación, como consecuencia se da un flujo alto de personal.

Se decide por diseñar un nuevo plan de mantenimiento que cuente con diagnósticos adecuados en las fallas más comunes y dando énfasis a los sistemas críticos y la creación de procesos de mantenimiento, lista jerarquizada de componentes críticos que permitan un mantenimiento preventivo, así como la estandarización de procedimientos para tratar de solucionarlas en el menor tiempo posible, y evitar los trabajos correctivos en las labores donde se sobre esfuerza al personal mecánico.

## **1.2. Formulación del problema**

Al tomar conocimiento de la baja disponibilidad de los equipos trackless de la empresa minera CORIMAYO S.A.C es que se toma la decisión de crear de un plan de mantenimiento que mejore su disponibilidad.

En cada mantenimiento, los procedimientos en cada equipo son diferentes, de esto va a depender la causa y la gravedad de la falla en un sistema o componente, así sea el mismo tipo de falla, se deberán tomar ciertos procedimientos similares o distintos en cada máquina, para el diseño de este mantenimiento influirá mucho la vida útil de los componentes y las horas transcurridas desde su ultimo mantenimiento, así que la obtención de una base de datos para el control de vida útil influirá mucho para evitar fallas en componentes críticos, de esto también dependerá si los repuestos o componentes a reparar se encuentran disponibles para realizar su mantenimiento (García, 2003).

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el plan mantenimiento a diseñar para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo se determinará el diagnóstico adecuado en el plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy?
- ¿Cómo se podrá identificar los sistemas críticos para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy?
- ¿Cómo se determinará los procesos de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Diseñar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar el diagnóstico adecuado en los equipos para elevar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.
- Identificar los sistemas críticos para mejorar la disponibilidad en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.
- Determinar los procesos de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.

### **1.4. Limitantes**

#### **1.4.1. Limitante teórica**

Para la recopilación de información y la generación de un plan de mantenimiento, no hubo restricciones en el aspecto teórico, cabe

recalcar que se tiene una información muy extensa y general, lo cual conlleva a poder nombrar las definiciones teóricas más relevantes para la investigación que sirva como base de suspensión teórica.

#### **1.4.2. Limitante espacial**

Una de la limitante en referencia a tiempo y espacio es la recolección de datos, ya que la falta de comunicación por tener áreas de trabajo distantes, con una baja calidad de señal de comunicación telefónica para la recepción de reportes diarios, ya que las operaciones se encuentran dentro de una explotación subterránea.

#### **1.4.3. Limitante temporal**

Tenemos al tiempo de investigación, la cual fue demasiado corto para un diseño y su implementación en las primeras 5 semanas para poder obtener resultados.

Al trabajar bajo un régimen minero 28x14, no se obtuvo una constante información ya que al regresar del periodo de días libres solo me informaba de forma resumida, y con los reportes hechos por mis compañeros de trabajo.



## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes del estudio**

#### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

- Carrillo y Escarcena (2019), en su tesis "Implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de sostenimiento BOLTER 88", cuyo objetivo principal fue mejorar la gestión de mantenimiento aplicando la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad. Con una investigación de tipo aplicada y un diseño Ex-Post-Facto, porque las variables independientes no se manipulan, si no se observan; y mediante la observación se determinará los efectos que han tenido las variables independientes sobre la variable dependiente.

Con esto se incrementó la disponibilidad mecánica en un 6.68% y la confiabilidad en un 10.88%. Además, realizando un análisis de criticidad se identificaron los subsistemas más críticos del equipo los cuales son: sistema de lubricación diésel, power pack, bomba y compresor de agua y un sistema crítico: sistema de perforación.

En esta tesis realizó un enfoque hacia los equipos de sostenimiento BOLTER, estos equipos de sostenimiento son empleados en la unidad minera Parcoy donde su funcionamiento, análisis de modos y efectos de falla son muy similares al aplicarlas, para la generación de sistemas y subsistemas críticos.

- Ramos (2017), en su tesis titulada "Diseño de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para motores Cummins QSK78 en la Minera Antamina", tuvo como objetivo elaborar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad en motores Cummins QSK78 ubicados en la Minera Antamina.

Con una investigación de tipo tecnológica y nivel aplicado, es una investigación descriptiva y su diseño es descriptivo simple.

Elaborando el análisis de criticidad, se identificó que el sistema motor base es el más crítico, desarrollando el Análisis modal de fallas se reconocieron 29 modos de falla finalmente mediante el RCM se generaron 06 nuevas tareas de mantenimiento y 01 oportunidad de mejora elevando la disponibilidad mecánica progresivamente, como resultado se obtuvo en agosto 2017 de 96.67% viéndose reflejado en la reducción de paradas imprevistas. En este trabajo el autor realiza un enfoque hacia un solo sistema en particular como son los motores cummins, y en nuestra investigación, el análisis de los motores de los equipos trackless forma parte de un sistema donde las fallas son muy recurrentes considerándolas como críticas, en ese caso el análisis y los resultados obtenidos servirán como referencia para nuestra investigación.

- Osorio (2016), en su tesis titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la Perforadora Diamantina SUPERDRILL H600 de la Empresa MAQPOWER S.A.C.”, tuvo como objetivo principal diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina superdrillH600 de la empresa MAQPOWER S.A.C.

La metodología aplicada en la investigación fue inductiva – deductivo; el tipo de investigación es básico y de nivel explicativo. Al tratarse de un diseño, como resultado, lo que se espera con este diseño es aumentar la disponibilidad de los equipos entre un 90 - 92%, aplicando el plan de mantenimiento propuesto esto con el fin de no tener parado la perforadora superdrill H600 por causas de

mantenimiento ya que esto impacta en los resultados de producción. En conclusión, plan de mantenimiento el cual cuenta con un sistema de información que permite llevar un registro detallado de los trabajos que se van a realizar, también se llegó a calcular la disponibilidad de la perforadora superdrillH600, con el diseño de plan de mantenimiento preventivo aplicado en los 7 meses se aumentó la disponibilidad mecánica que en promedio es 93.14%, superando la disponibilidad neta planteada que era al inicio de 92%.

En esta tesis el autor explica los métodos utilizados para el diseño de equipos mecánicos usados en minería subterránea, dando la facilidad de rediseñarlos y adecuarlos a los equipos trackless que tenemos en la empresa CORIMAYO S.A.C.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

- Rubio (2019), en su tesis titulada “Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos del Municipio de MOTAVITA”, tuvo como objetivo principal desarrollar e implementar un Plan de Mantenimiento para la maquinaria amarilla y de transporte que se encuentra en actividad en la Administración del Municipio de Motavita- Boyacá. La metodología expuesta es de nivel explicativo, con un tipo de investigación básica.

Da como resultado mejorar el funcionamiento de las máquinas y de esta manera poder reducir pérdidas de tiempo en producción y evitar fallas no programadas, se logra evidenciar que es posible pasar de tener un 67% de mantenimiento correctivo y 22% de mantenimiento preventivo, a un 60% de Preventivo y tan solo un

30% de correctivo, con la realización de un programa de mantenimiento enfocado a la mejora continua de las máquinas.

En esta tesis se toma un enfoque del estado actual de la maquinaria, resaltando el uso solamente del programa Ms Excel en la creación del plan de mantenimiento el cual está enfocado, al mejoramiento de la vida útil, disponibilidad y la reducción de costos por mantenimiento.

- Bucay y Carrillo (2018), en su tesis titulada “Optimización de la Gestión de Mantenimiento basado en la disponibilidad operacional de equipos en la planta de pintura de la empresa CIAUTO Ambato-Ecuador” el cual tiene como objetivo optimizar la gestión de mantenimiento basado en la disponibilidad operacional de equipos en la planta de pintura de la empresa CIAUTO.

Con una investigación de tipo tecnológica y nivel aplicado, es una investigación descriptiva y su diseño es descriptivo simple, también es importante indicar que esta metodología es aplicable para los procesos donde la demanda sea mayor que la oferta.

Como resultado, la incorporación de tareas preventivas eficaces dentro del plan de mantenimiento obtenidas mediante esta metodología, dio como resultado un incremento de la disponibilidad operacional de los equipos en los subsistemas de las etapas del Elpo y el horno esmalte, y por ende de total de la planta de pintura de la empresa CIAUTO.

En este trabajo de investigación el autor se enfoca en la disponibilidad operacional, el cual está directamente proporcional con la producción de carrocerías, así como en esta planta, la producción en la minera Parcoy se encuentra en constante producción la cual debe contar con una alta disponibilidad mecánica y operacional.

## **2.2. Bases teóricas**

En el año de 1947 se crea oficialmente la ISO, la serie de normas ISO 9000 aparece en 1987 presentando los requisitos para que las organizaciones pudieran satisfacer las necesidades de sus clientes y entregar productos o servicios conforme a sus expectativas.

“Hasta 1994 las normas de la ISO serie 9000, consideraban que el mantenimiento no se constituía como actividad objeto de las empresas, dado a que estas no sean exclusivamente dirigidas para este segmento del mercado. A partir de la revisión hecha en 1994, el mantenimiento pasó a ser reconocido por la ISO, como un requisito de control del proceso, habiendo sido literalmente citado conforme es indicado a continuación: identificar aquellas características de proyecto que son críticas para el funcionamiento apropiado y seguro de la maquinaria (por ejemplo: requisitos de operación, almacenamiento, manipulación, mantenimiento y disposición después del uso” (Comité de Estudio de Sistemas de Calidad NBR ISO 9000, 1994, p. 3).

Para más detalle (véase en el anexo nº2 de la página141).

En base a la Norma ISO 9001-2008 se da a conocer un diagrama conocido como ciclo de trabajo de mantenimiento, cuyo objetivo de la función mantenimiento debe ser el aumento de la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos, minimizando los costos y garantizando un trabajo con seguridad y calidad (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera y Crespo, 2012).

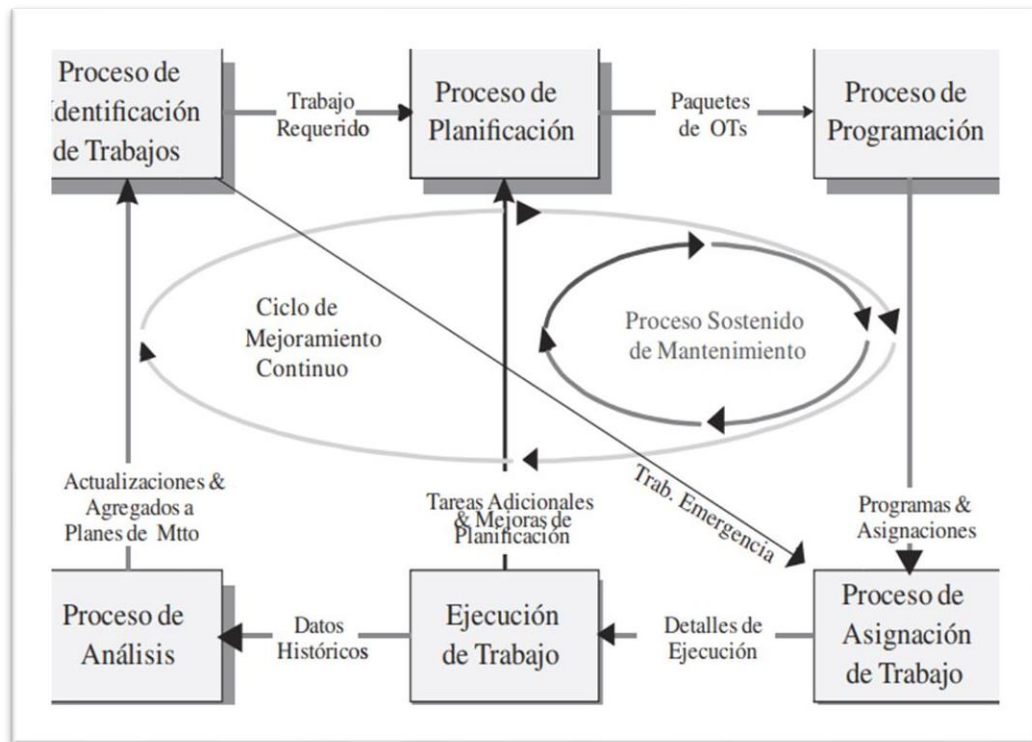


Figura 1. Ciclo de trabajo de mantenimiento.

Fuente: "Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo", por Viveros et al. 2012, p. 2.

### 2.2.1. El mantenimiento

“Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento” (García, 2003, p. 1).

“En consecuencia, un buen mantenimiento no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente; su primera prioridad es *prevenir* fallas y, de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas” (Prando, 1996, p. 27).

### **2.2.2. Evolución del mantenimiento**

Desde la aparición de las maquinas en distintas empresas, con ello la aparición y evolución del mantenimiento ha sido una parte muy esencial.

Para Alberto Mora Gutiérrez (2009) menciona que:

“El progreso del mantenimiento como área de estudio permite distinguir varias generaciones evolutivas, en relación con los diferentes objetivos que se observan en las áreas productivas o de manufactura (y en mantenimiento) a través del tiempo. El análisis se lleva a cabo en cada una de estas etapas, que muestran las empresas en función de sus metas de producción para ese momento. La clasificación generacional relaciona las áreas de mantenimiento y producción en términos de evolución” (p.3).

Por lo mencionado, Alberto Mora, considera la evolución del mantenimiento como una necesidad y competitividad del producto.

“Realizar una evaluación o diagnostico a la situación inicial, con el objetivo de encontrar una mejor estrategia o dirección, analizando problemas comunes o críticos, hallando un método o proceso de mantenimiento adecuado para un mejor resultado de los indicadores” (Viveros, et al, 2012, p. 4;5).

“Asegurar la disponibilidad planeada al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones y las normas de seguridad” (Prando, 1996, p. 28).

**Tabla 1.** Evolución histórica del mantenimiento

		Producción - Manufactura		Mantenimiento e ingeniería en fábricas	
Etapa	Sucede aproximadamente	Orientado hacia ...	Necesidad específica	Orientado 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 los 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: CMD: Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad. Tomado de Mora, A., 2009, p. 11



### **2.2.3. Propósito del mantenimiento**

Tiene como propósito conservar operativo y eficiente un activo fijo, el cual engloba un conjunto de actividades necesarias para mantener un equipo o instalación en funcionamiento y restablecer su funcionamiento a condiciones predeterminadas. Por lo tanto, el mantenimiento incide en la cantidad y calidad de la producción. (Prando, 1996).

### **2.2.4. Importancia del mantenimiento**

“Es importante ya que actúa directamente sobre la producción y la productividad de las empresas, lograr y mantener mejoras en la eficiencia, la calidad y reducción de costos, optimizando así la competitividad de las empresas.

No se debe tomar al mantenimiento como un costo adicional, tener presente que esta actividad estará desde el momento en que se diseña y monta una planta industrial o que se modifica y/o reacondiciona total o parcialmente” (Prando, 1996).

### **2.2.5. Tipos de mantenimiento**

Tradicionalmente existen 5 tipos de mantenimiento los cuales se crearon conforme a su necesidad en el transcurso de tiempo.

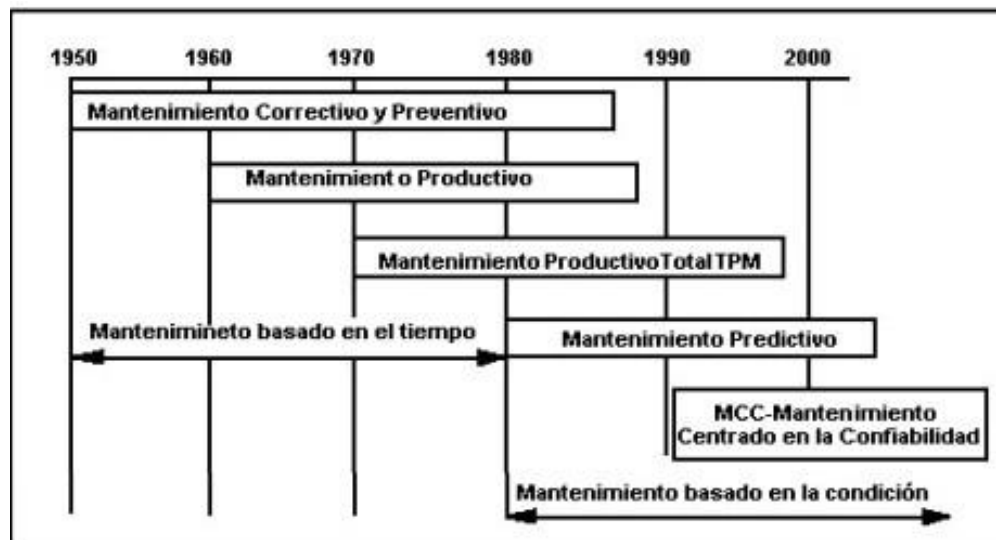


Figura 2. Evolución de los tipos de mantenimiento.

Fuente: “La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento”, por Mesa, Ortiz y Pinzón, 2006, p. 156.

Inicialmente no existía mantenimiento, por lo cual una maquina trabajaba hasta quedar inoperativa y ser reemplazada por una nueva, se conoce como etapa de regresión.

**a). Mantenimiento correctivo:**

“Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos” (García, 2003, p.17).

**b). Mantenimiento preventivo:**

“Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno” (García, 2003, p.17).

La implementación de este mantenimiento, se deben contar con cierta cantidad de información los cuales ayudan a conocer el estado de los equipos evitando así un aumento en los mantenimientos correctivos.

Las fases del Mantenimiento preventivo son:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

**c). Mantenimiento en uso o productivo:**

Este tipo de mantenimiento es uno de los más básico en un equipo el cual consiste en una serie de tareas elementales que normalmente se realiza de forma diaria (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve.

Este tipo de mantenimiento es la base del TPM.

**d). Mantenimiento productivo total (TPM):**

El objetivo principal es mantener la eficiencia de las máquinas para mejorar la productividad con la intervención de todo el personal.

Con la finalidad de tener: cero accidentes, cero defectos y cero perdidas.

Está orientado a la mejora de la efectividad global de las operaciones, en vez de prestar atención a mantener los equipos funcionando (Torres, 2005).

**e). Mantenimiento cero horas (overhaul):**

Para la aplicación de este mantenimiento, se debió realizar análisis de costos por mantenimiento con un análisis de costos de producción, dado ello en este mantenimiento se realizan tareas de reparaciones mayores con la finalidad de obtener un equipo “nuevo”, es decir dejarlo a cero horas de trabajo, asegurado el buen funcionamiento de todos sus componentes.

**f). Mantenimiento predictivo:**

Es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza; La selección de la maquinaria para ser incluida en estos programas, depende de un análisis de su criticidad, su costo, la confiabilidad esperada y el impacto de su falla, es el más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y técnicos.

“Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables,

representativas de tal estado y operatividad” (García, 2003, p.17).

**g). Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM):**

“El Mantenimiento Basado en Fiabilidad (Reliability Centered Maintenance), es una técnica más dentro de las posibles para poder elaborar un Plan de Mantenimiento.

Los aportes de esta metodología son:

- Mayor conocimiento en la comprensión del funcionamiento de los equipos.
- Estudia las posibilidades de fallo que puede tener un equipo y desarrollar mecanismos para evitarlas, ya sean producidas por el propio equipo o por actos operacionales.
- Permite la elaboración de planes garantizando su funcionamiento dentro de los parámetros permitidos.

Las fases de esta metodología son:

- Determinar los fallos funcionales de los sistemas que componen cada uno de los equipos.
- Determinación de los modos de fallos funcionales.
- Estudio de las consecuencias de una falla.
- Determinación de medidas preventivas que eviten o amortigüen los efectos de las fallas.
- Selección de las tareas de mantenimiento para cada sistema.

- Determinación de las frecuencias óptimas para cada tarea.
- Agrupación de las tareas de mantenimiento.
- Redacción de procedimientos de mantenimiento.

Reducir las averías a cero es prácticamente imposible, así se aplique un buen plan de mantenimiento, un buen plan de mantenimiento se basa también en el buen uso diario del equipo. (García, 2003).

#### **2.2.6. Análisis de modo y efecto de falla (AMEF):**

Es una herramienta principal utilizada en el RCM, se recurre a un alto costo y dedicación por parte del área de planificación y control, por lo cual solo está dirigido a los equipos con criticidad alta.

Este análisis tiene como objetivo crear una tabla describiendo por completo el problema. Para la creación de estos documentos, el encargado del área de planificación y logística en conjunto con el jefe de mantenimiento y los supervisores llevaran un control de análisis e inspección, de los procedimientos e informar en reuniones el avance de los mismos.

##### **a). - Descripción de los ítems:**

Al tomar un equipo como muestra, se debe tener conocimiento que sus divisiones, es decir, su partes o componentes con los cuales este compuesto para poder analizar todas sus causas y/o daños colaterales, y luego ver las secuencias de su funcionamiento, ver los componentes con los cuales está asociado para realizar una función como sistema.

**b). - Determinar los modos de fallo:** Con ayuda de los reportes, se documentarán los modos de fallo ya ocurridos. En base a su funcionamiento también se pueden archivar o documentar los posibles modos de fallo que aún no ocurren.

**c). - Efectos de fallo:** Para cada uno de los modos de fallo identificados (los potenciales y los ya ocurridos) debemos determinar los efectos que genera. Con efectos me refiero a la consecuencia en el cliente o procesos posteriores.

**d). - Determinación de las causas:** Para cada uno de estas fallas, debemos determinar las causas que la generan.

Este paso es muy importante porque, al encontrar la causa por la cual se presentan los riesgos potenciales, será más probable que la actividad genere buenos resultados.

**e). - Identificar controles:** Al tener sus causas, el manejo de sus controles nos será mucho más fácil ya que debemos de prevenir dichos actos, actividades o maniobras operaciones los cuales genero esa falla.

### **2.2.7. Modelos de mantenimiento**

Estos tipos de mantenimiento se aplican en conjunto o en combinación, es decir para un mantenimiento se necesitará de 2 o más tipos de estos, ósea que no son directamente aplicables de forma individual.

Según García (2003), la mezcla de estos tipos de mantenimiento da como resultados a los modelos de mantenimiento:

## Tabla 2. Modelos de mantenimiento

Fuente: Adaptado de García, S., 2003, p. 19, 20, 21 y 22.

### **2.2.8. Planeamiento**

La planeación es el proceso mediante el cual se determinan los elementos necesarios para realizar una tarea, antes del momento en que se inicie el trabajo. La programación tiene que ver con la hora o el momento específico y el establecimiento de fases o etapas de los



trabajos planeados junto con las órdenes para efectuar el trabajo, su monitoreo, control y el reporte de su avance.

La planeación y la programación son los aspectos más importantes de una correcta administración del mantenimiento. Una planeación y programación eficaces contribuyen de manera significativa a lo siguiente:

- La reducción de costos de mantenimiento.
- Mejor utilización de la fuerza de trabajo de mantenimiento al reducir demoras e interrupciones.
- Mejora la calidad del trabajo de mantenimiento al adoptar los mejores métodos y procedimientos

Un programa confiable debe tomar en consideración lo siguiente:

- Todos los materiales necesarios para la orden de trabajo están en el almacén (no, el mantenimiento de trabajo no debe programarse).
- Estimaciones realistas y lo que probablemente sucederá. Flexibilidad en el programa (el Asistente de equipos debe entender que se necesita flexibilidad, especialmente en el mantenimiento; el programa se revisa y actualiza con frecuencia).

### **2.2.9. Procesos de mantenimiento**

Es el conjunto de pasos o procedimientos que se ejecutarán para realizar una reparación, conservación con el fin de extender la vida útil de un componente o equipo. En resumen, es la aplicación de todas las bases teóricas mencionadas anteriormente.

#### **a). - Análisis de la situación actual**

Es el primer y más importante paso que da inicio a un proceso de mantenimiento, es necesario realizar una evaluación de la situación inicial, dicho análisis debe estar dentro los

procedimientos en el plan de mantenimiento, en caso contrario no se encuentre, con más razón, es decir, que se tendrá que analizar las causas y magnitud de los daños al equipo como la seguridad al personal mecánico, impacto ambiental, costo por reparación, costo de producción, etc.

Para este análisis se deberá contar con toda la información posible, planificación, historial de fallas, programación y ejecución para su reparación, así como los indicadores de gestión de mantenimiento.

#### **b). - Jerarquización de equipos**

Según García, 2003, clasifica y se jerarquizará todos las fallas o mantenimientos en orden decreciente.

Según el nivel de criticidad:

- **Critico:** Se deberá aplicar los modelos de mantenimiento programados, sin considerar el modelo correctivo, ya que lo que se quiere llegar a evitar es la falla del equipo y realizar trabajos correctivos; se aplicara el modelo condicional, sistemático y de alta disponibilidad.
- **Importante:** Se tomará en consideración el costo de parada con respecto a la producción, si este es alto, se tomará como nivel crítico; si el costo de producción es bajo, se tomará en cuenta el costo de reparación.

Considerar si es rentable o no dejar de producción para realizar un mantenimiento ante de la ocurrencia de la falla o si es rentable realizar un mantenimiento correctivo “después de” la ocurrencia de la falla.

➤ **Prescindible:**

Se aplicará un modelo no programado, un modelo correctivo.

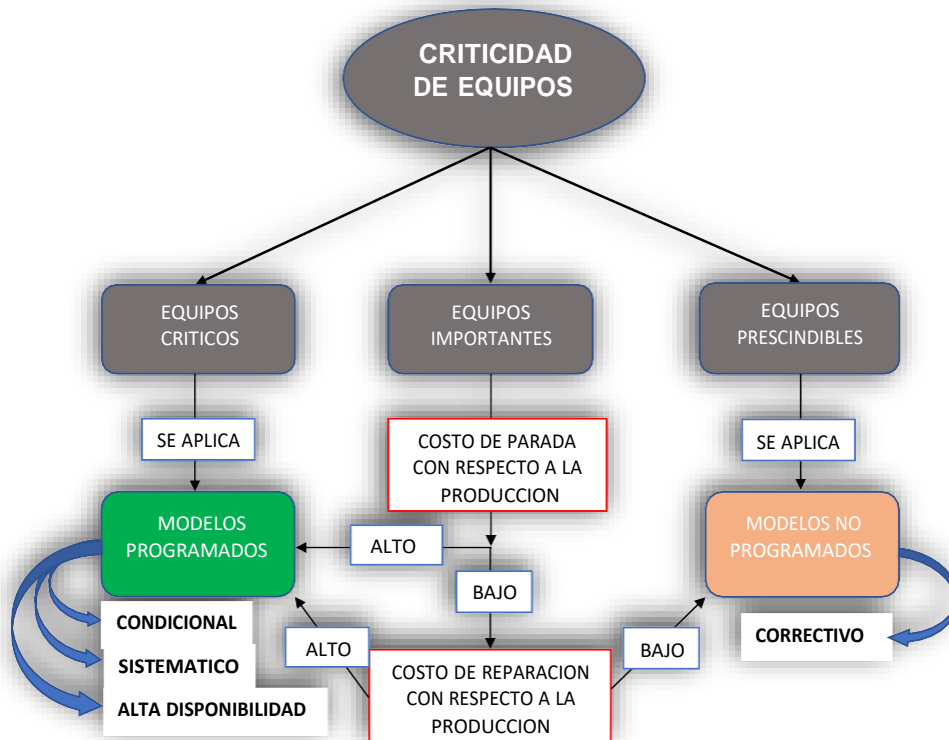


Figura 3. Criticidad de equipos.

Fuente: Adaptado de “Organización y gestión integral de mantenimiento”, por García, S., 2003, p. 26 y 27.

**c). - Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto**

Una vez que se tenga la lista jerarquizada de equipos, se realizara un análisis e inspección visual diaria a los equipos críticos o con criticidad alta.

Los equipos que se tenga como criticidad media o semi críticos, serán inspeccionados moderadamente no necesariamente diarios, pueden ser 1 o 2 veces por semana o cada 100 horas

de trabajo o en cada mantenimiento preventivo ya es dependiendo la evaluación de cada área.

Para estos 2 niveles de criticidad, la inspección previa antes de la operación de equipos, permite conocer el estado actual del equipo, las deficiencias y en algunos casos previniendo un impacto mayor tras ocurrir una falla funcional, analizando la causa-raíz e incluso un mejoramiento en los procedimientos trabajos cuando el equipo se encuentre en mantenimiento.

Por último, se tienen los equipos no críticos o de criticidad baja, a estos también se les asigna una inspección visual con la diferencia de no realizar una intervención prolongada y posponerla hasta su mantenimiento, en el caso de que un equipo no tenga área de trabajo u operador, se procederá a la intervención inmediata donde no afecte la programación de producción.

#### **d). - Diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios**

En base a los reportes diarios y el historial de cada equipo se aplicará una metodología y procedimientos de trabajos de mantenimiento, en su mayoría serán mantenimiento preventivo programado.

“También se ha definido como un método que identifica las funciones de un sistema y la forma en que esas funciones pueden fallar, estableciendo a priori tareas de mantenimiento preventivo aplicables y efectivas” (Viveros et al 2012, p. 133)

Los trabajos correctivos en su mayoría serán para las fallas funcionales a los cuales no se interviene de forma prolongada, o

son postergadas al finalizar la producción del día, o en “tiempos muertos”.

**e). - Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos**

Para este proceso, se deberá contar ya con el análisis de la falla potencial y los recursos para su reparación, la distribución de personal y equipos, la intervención del equipo debe ser de la forma más planificada, delegando actividades a cada personal de mantenimiento para no afectar su disponibilidad, así como la producción en el área.

**f). - Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento**

Este control permite realimentar y optimizar el diseño de los planes de mantenimiento mejorando de este modo su eficacia y eficiencia.

**g). - Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos**

Para determinar el fin de la vida útil de un equipo o componente, se deben manejar muchas variables.

Para componentes o partes un equipo, en su mayoría intervienen los manuales de fabricante y los diagnósticos hechos por el personal de mantenimiento. Esta decisión es mucho más fácil, ya que mientras el equipo pueda trabajar hasta que su cambio llegue a la empresa, área o unidad de trabajo no afectara en gran magnitud como sería el caso de renovar un equipo.

Para la renovación de un equipo, intervienen más factores, este equipo puede estar trabajando con deficiencias o fallas funcionales, pero para la toma de esta decisión en primer lugar

se deberá contar con un equipo de reemplazo, o solicitar la preparación de uno, el cual tarda meses. No todas las empresas tienen equipos para reemplazar, ya que esto sería una pérdida como activo.

Para saber si un equipo está en la parte final de su vida útil y necesita una renovación se deberá tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Análisis de tasa de fallas.
- Costos de piezas de recambio.
- Tiempos de reparación en el lugar.
- Costos de los componentes a reparar.
- Vida útil de sus principales componentes.

No obstante, cada equipo tiene un promedio de horas de vida útil, por lo tanto, al estar próximo a tiempo de funcionamiento ya se está pensando en renovar dicho equipo; lo difícil es considerarlo mucho antes del promedio de su vida útil.

#### **2.2.10. Análisis de criticidad**

El objetivo de realizar un análisis de criticidad es determinar una jerarquía de procesos, sistemas o equipos, los cuales se les da prioridad para su reparación o solución inmediata ya que estos influyen en gran parte a una producción.

No todos los equipos tienen la misma prioridad, esto va a depender de la cantidad de trabajo que se tenga pendiente, costo, el impacto ambiental, el riesgo de seguridad o la frecuencia con que se da esta falla. Para un análisis de criticidad se requiere un estudio del historial

de los equipos, una selección de métodos adecuados y estandarizados en donde se llegue a una solución rápida y eficiente evitando paradas prolongadas y sus demás efectos.

Santiago García, 2003, propone una división con los cuales se puede diferenciar de niveles de importancia o criticidad:

- ✓ Equipos críticos.
- ✓ Equipos importantes
- ✓ Equipos prescindibles

Además de ello utiliza este criterio para conocer cómo influye en cada equipo, sistema o proceso:

- ✓ Seguridad y medio ambiente.
- ✓ Producción.
- ✓ Calidad.
- ✓ Mantenimiento.

Tabla 3. Análisis de criticidad

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRITICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al plan de producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta la producción, pero es recuperable (no llega a afectar clientes o plan de producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste medio en mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en la producción.	No afecta la calidad.	Bajo coste de mantenimiento.

Fuente: Tomado de García S., 2003, p. 25.

Para la aplicación de un análisis de criticidad se debe tener una necesidad de fijar prioridades complejas, administrar recursos escasos, y casos donde se ponga en riesgo la producción, calidad del producto y/o costo por reparación.



**a). - Lista jerarquizada:**

Para la creación de una Lista Jerarquizada se tomará en cuenta:

- ✓ **Establecimiento de criterios:** Elegir entre seguridad, medio ambiente, costos de reparación y mantenimiento, producción, tiempo promedio de reparación.
- ✓ **Selección del método o modelos de mantenimiento:** Correctivo, condicional, sistemático, de alta disponibilidad.
- ✓ **Aplicación del procedimiento:** Esto dependerá del método o modelo que se aplicará.

**b). - Matriz de criticidad:**

La matriz de criticidad tiene un código de colores que permite identificar la menor o mayor intensidad de riesgo relacionado con el Valor de Criticidad de la instalación, sistema o equipo.

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Figura 4. Matriz de criticidad.

Fuente: "Guide to the Reliability - Centered Maintenance (RCM)", por SAE International JA1012, 2014, p. 38.

Esta matriz está conformada por 2 tipos de categorías:

- ✓ **Categorías de frecuencias:** Para realizar la determinación de esta categoría se tomará en cuenta la cantidad de fallas en un periodo de estudio (normalmente se toma por año), el cual se basa en los historiales de equipo, manuales de equipo, opinión de expertos, fabricantes y/o estudios realizados en el lugar de trabajo.
  
- ✓ **Categorías de consecuencias:** Para tener conocimiento del objeto de análisis se toma como referencia los criterios ya mencionados. para establecer en nivel de consecuencias, se diseña una tabla con cada uno de los criterios y sus niveles agregando valores, dependiendo la magnitud de falla.

**c). - Determinación de valores de los equipos críticos:**

El objetivo fundamental del análisis de criticidad es establecer una jerarquía de procesos, sistemas, equipos, donde estos se puedan subdividir para poder controlarlas de una mejor manera.

Para este control se deberá tener el impacto que tiene cada una de estas fallas, así como la recurrencia de la misma. Un equipo por la más mínima falla que se tenga, no puede estar parando muchas veces por el mismo motivo, para este caso se obtendrá de forma matemática los valores de la criticidad.

Los factores a tomar en cuenta para este análisis están dados en la siguiente tabla:

Tabla 4. Factores ponderados a ser evaluados

<b>Frecuencia de Fallas:</b>		<b>Costo de Mtto.:</b>	
Pobre mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual a 20000 \$	
Promedio 1 - 2 fallas/año	3		
Buena 0.5 - 1 fallas/año	2	Inferior a 20000 \$	
Excelente menos de 0.5 fallas/año	1		
<b>Impacto Operacional:</b>		<b>Impacto en Seguridad Am</b>	
Perdida de todo el despacho	10		
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7	Afecta la segu interna	
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	e	
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción			
<b>Flexibilidad Operacional:</b>			
No existe opción de p función del rep			
Hay opció			
Fun			

Fuente: Tomado de Gerens, 2016. Citado en Carrillo y Escarcena, 2019, p. 33.

### 2.2.11. Costos de mantenimiento

Los costos que implican hacer mantenimiento, normalmente son costos fijos, en estos no se debe considerar los costos por fallas ya que ante ello se necesita un plan de mantenimiento que programe una parada para un cambio de componente o reparación, cuando un componente este en la fase final de su vida útil se debería programar para su mantenimiento así evitar una parada de equipo, disminución de producción diaria, daños colaterales a otros componentes, etc.

Cuando se programa un equipo, anterior a ello se debió realizar un informe detallado del estado del repuesto, componente o equipo, para que la administración y logística consideren ese gasto dentro de la valorización mensual.

“Hay que reconocer que entre menos gastamos en mantenimiento, más gastaremos en reparaciones, [...] debe saber que todo requiere

mantenimiento, y al final, siempre aparecerán gastos de mantenimiento o reparaciones por falta de hacerlo” (Widman, 2021, p. 1).

Los costos no son necesariamente las reparaciones o repuestos “consumibles” además de ello también debe entrar en consideración el pago al personal de mantenimiento, servicios de terceros, horas extras.

Muchas veces utilizar un componente original y certificado puede verse muy costoso, pero esta inversión asegurará una vida útil más prolongada, siempre y cuando se cumplan los procedimientos dados por el fabricante o proveedor.

#### **2.2.12. Plan de mantenimiento**

Se puede expresar como un documento o un conjunto de pasos a realizar partiendo de un análisis y modelado de resultados obtenidos en la ejecución de las actividades de mantenimiento, renovar continua y justificadamente la estrategia, la programación y planificación de actividades para garantizar la producción y resultados económicos al mínimo costo.

“Realizar una evaluación o diagnóstico a la situación inicial, con el objetivo de encontrar una mejor estrategia o dirección, analizando problemas comunes o críticos y hallando un método o proceso de mantenimiento para un mejor resultado de los indicadores” (Viveros et al., 2012, p. 4;5).

Las técnicas para la elaboración de un plan de mantenimiento tienen un fin en común, la productividad; diagnosticar, determinar los sistemas críticos y los procesos de mantenimiento adecuados para una mejor solución ante una avería o parada imprevista las cuales se deberá estar preparado para aplicar una solución inmediata con personal calificado y procedimientos que garanticen un buen funcionamiento hasta una

posterior reparación programada sin afectar otros componentes aledaños, la producción y los costos por mantenimiento excesivos; según García (2015), para la elaboración de un plan de mantenimiento se puede basar de 3 maneras:

**a). - Mantenimiento basado en instrucciones de fabricante:**

Es la forma más sencilla y habitual a la hora de elaborar un plan de mantenimiento, ya que el primer paso es recopilar todas las instrucciones técnicas de cada fabricante.

Luego, como segundo paso, cada fabricante elabora sus instrucciones de mantenimiento en distintos formatos, lo que complica en gran parte redactar un plan de mantenimiento con unas instrucciones en un formato único, es la forma más extendida de elaborar un plan, ya que:

- Asegura las garantías de los equipos que los fabricantes exigen, cumplir estrictamente lo indicado en el manual de operación y mantenimiento que ellos elaboran.
- Se tienen los conocimientos técnicos necesarios para elaborar un plan de mantenimiento basado en las instrucciones de los fabricantes además de ello, en su mayoría el técnico se limita a copiar lo que dice el fabricante.

Esta elaboración, también tiene algunos inconvenientes:

- Algunos fabricantes son poco rigurosos y en cambio otros piensan que sus equipos son los únicos de la planta.
- En su mayoría los fabricantes no suelen proponer tareas para un mantenimiento predictivo.

### **b). – Mantenimiento basado en Protocolos:**

Uno de los métodos menos usados, generalmente los protocolos son documentos donde se detalla los pasos a seguir para realizar una tarea de un equipo específico.

Estos equipos pueden agruparse por modelos genéricos de equipos o equipos-modelo, y deben realizarse una serie de tareas preventivas con independencia del quien sea el fabricante.

- Es un plan muy riguroso visto técnicamente.
- Utiliza los mismos criterios para equipos similares.
- Puede desarrollarse con rapidez y sin problemas durante el periodo de movilización, cuando se dispone de tiempo de sobra para llevarlo a cabo.
- Permite mantener las garantías de los fabricantes, ya que contienen las instrucciones propuestas por éstos.

Muchos de estos equipos tienen distintos modelos, pero al subdividirlos en componentes o sistemas se agrupan los cuales se tenga un mismo número de parte, marca, diseño, función o cualquier otra similitud que nos ayude a minimizar el listado de estas tareas de mantenimiento.

### **c). - Mantenimiento basado en análisis de fallos potenciales:**

Es sin duda el método más preciso al momento de determinar las tareas de mantenimiento preventivo para llevar a cabo en una instalación para optimizar los objetivos de disponibilidad, fiabilidad, coste y vida útil.

No obstante, la elaboración del plan basado en el análisis de fallos potenciales (siguiendo la metodología RCM o cualquier otra) presenta también una serie de inconvenientes:

- Es un análisis más profundo el cual no puede ser realizado por cualquier técnico.
- Se requiere tiempo y dedicación para llevarlo a cabo.
- Tiene un coste mayor en referencia a las técnicas anteriores.

### 2.2.13. Indicadores de gestión de mantenimiento a). -

#### Disponibilidad

Es el indicador más importante dentro de los KPI (Indicadores claves de desempeño), da a conocer que porcentaje del tiempo total se encuentra en óptimas condiciones para realizar su determinado trabajo.

“En consecuencia, la lectura de este indicador se transforma en un input para el siguiente nivel jerárquico (táctico), cuyas principales competencias apuntan a la eficaz asignación de los recursos disponibles (dinero, tiempo, personal de trabajo, etc.)” (Viveros et al., 2012, p. 4).

#### b). - Disponibilidad Mecánica

Es la probabilidad de que un sistema productivo, este en capacidad de cumplir su misión en un momento dado bajo condiciones determinadas.

$$\text{Disp. Mecánica} = \frac{HT - H_{ppM}}{HT} \dots\dots\dots (1)$$

Donde: HT: Horas totales.

HppM: Horas de parada por mantenimiento.

**c). - Disponibilidad Operacional**

Representa el porcentaje de tiempo que el equipo quedo a disponibilidad del área de operación para desempeñar su función en un periodo de análisis. Teniendo en cuenta el tiempo que el equipo está fuera de operación por paros programados y no programados.

$$\text{Disp. operacional} = \frac{HT - (HppM + HpO)}{HT} \dots\dots\dots (2)$$

Donde: HT: Horas totales.

HppM: Horas de parada por mantenimiento.

HpO: Horas de parada operacional.

**d). - Tiempo medio de reparación**

Mean time to repair (MTTR), Representa el tiempo promedio necesario para resolver una falla y reparar el activo que sufrió una avería, devolviéndole las condiciones normales de funcionamiento.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones}}{\text{Número de intervenciones}} \dots\dots\dots (3)$$

**e). - Tiempo medio ente falla**

Mean Time Before Failures (MTBF), Representa el tiempo promedio entre fallos de un sistema mecánico o eléctrico de un equipo, sin considerar las paradas por aspecto operacional.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de intervenciones}} \dots\dots\dots (4)$$



**f). - Utilización**

También llamado factor de servicio, es la relación expresada en porcentaje de las horas que un equipo se encuentra realizando su trabajo con relación a las horas totales.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Horas operativas}}{\text{Horas disponibles}} \dots\dots\dots (5)$$

**2.2.14. Equipos trackless**

El sistema trackless se refiere a la aplicación de equipos mecanizados de bajo perfil que se movilizan sobre llantas (sin oruga), los cuales están especialmente diseñadas para su uso en minera subterránea.

Estos equipos en su mayoría son accionados mediante un sistema hidráulico con el cual se genera una mayor fuerza, ya sea para el traslado, levantamiento de peso, o para la realización de perforaciones, con el paso de los años los equipos mineros se han ido actualizando con el fin de lograr una mejor productividad, pero siempre teniendo como base la energía hidráulica.

Existe una gran variedad de equipos utilizados en la minería subterránea, estos equipos van a depender, en primer lugar, del estudio de suelo o roca, ya que de ello se calcular las dimensiones máximas permitidas para la realización de labores, tajos, rampas, etc. Es decir que de acuerdo a las dimensiones se va trabajar con una variedad de equipos.

**a). - Equipos de perforación:**

Está compuesto por equipos electro-hidráulicos, como son los jumbos, existen muchos tipos, marcas y dimensiones el cual depende de la labor a perforar. Estos equipos contienen 2

motores, uno de combustión interna Diesel la cual le da el traslado al equipo, y movimiento de brazos mediante una bomba hidráulica acoplada al motor Diesel, y por otro lado un motor eléctrico de 440V que es utilizado para la perforación de los taladros en la labor (ver anexo n°4 de la página159).

Por otro lado, se encuentran los equipos manuales Jack Leg, estas se utilizan cuando las dimensiones de la labor no permitan equipos trackless, esto sucede mayormente en las mineras artesanales o ilegales.

**b). - Equipos de carga, transporte y descarga (LHD):**

- ✓ **LHD:** Los equipos LHD (load, haul, dump), son cargadores frontales de bajo perfil conocidos en la minería subterránea con el nombre de scoop o scooptram que realiza el trabajo de carga y acarreo mediante su cuchara o bucket, trasladando los diferentes tipos de minerales en distancias cortas (ver anexo n°3 de la página 142).

**c). - Equipo de sostenimiento:**

Son equipos que brindan la seguridad en el proceso de extracción del mineral, asegurando el techo y las cajas de las galerías, tienen como propósito dar solidez a las paredes del socavón y evitar que se derrumben o se cierren las galerías por efecto de las presiones internas de las rocas. Estos equipos realizan perforaciones verticales en techo y piso, también realizan perforaciones horizontales, el cual los hace muy versátiles en la perforación.

Luego de la colocación del shotcrete y el enmallado se realiza el aseguramiento mediante pernos helicoidales insertadas por los jumbos empernadores, estos equipos a diferencia de los equipos de perforación jumbos, constan de 2 vigas las cuales contienen perforadoras, una para el taladro y la otra de empuje e instalación del perno en la roca (ver anexo n°5 de la página 170).

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Indicadores**

Se define como “la relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, los cuales son observables ante una situación, las cuales definen un concepto dependiendo de su valor del objeto o fenómeno observado.

### **2.3.2. Gestión**

Gestión es asumir y llevar a cabo las responsabilidades sobre un proceso o actividades, esto puede ser empresarial o personal.

### **2.3.3. Diagnóstico**

El diagnóstico es identificar, reconocer una acción fuera de lugar.

### **2.3.4. Sistemas críticos**

Son aquellos sistemas que tienen de uno a más modos de fallas que pueden resultar en un evento catastrófico (fatalidades o colapsos de equipos).

### **2.3.5. Procesos**

Es un conjunto de pasos o fase coordinados para obtener un fin en común.

### **2.3.6. Confiabilidad**

Se define como la probabilidad de que un equipo desempeña satisfactoriamente las funciones para los cuales se diseña durante un periodo de tiempo específico bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno.

### **2.3.7. Mantenimiento**

Es el elemento que comprende a las personas que ofrecen y prestan servicio de conservación de equipos a los departamentos o empresas que producen bienes y servicios mediante los recursos de que disponen cuyo objetivo es incrementar su confiabilidad.

### **2.3.8. Mantenibilidad**

Se puede definir como la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos.

### **2.3.9. Implementación**

Una implementación es la realización de una aplicación, instalación o la ejecución de un plan, idea, modelo científico, diseño, especificación, estándar, algoritmo o política.

Distinguir siempre el término implementación de implantación, puesto que una implantación se realiza de forma impuesta u obligatoria al usuario sin importar su opinión; en cambio en la implementación se involucra al usuario en el desarrollo de lo que se está realizando).

### **2.3.10. Falla**

En un equipo pueden fallar las funciones principales: Que son aquellas para las que fue diseñado el equipo, o bien las funciones secundarias

que son las que cumplen funciones de apoyo a las principales o Funciones Terciarias son las que cumplen aspectos de estética.

#### **2.3.11. Maquinaria**

Es todo artefacto capaz de transformar un tipo de energía en otro.

#### **2.3.12. Lubricación**

La reducción de la fricción de dos superficies con deslizamiento relativo entre sí de tal manera que no se produzca daño en ellas: se intenta con ello que el proceso de deslizamiento sea con el rozamiento más pequeño posible. Para conseguir esto se intenta, siempre que sea posible, que haya una película de lubricante de espesor suficiente entre las dos superficies en contacto para evitar el desgaste.

### **2.4. Definición de términos básicos**

#### **2.4.1. Zonas**

Hace referencia al conjunto de labores.

#### **2.4.2. Labor**

Es referido hace el lugar o área donde se encuentran los frentes de trabajo (conjunto de frentes), su nombre específico (número o código) está determinado por los metros sobre el nivel del mar.

#### **2.4.3. Frente**

Es el espacio que es requerido para la perforación, dinamitado y extracción de tierra, ya sea para abrir caminos y/o la extracción de minerales.

#### **2.4.4. Operaciones**

Área similar a mantenimiento, encargado de proveer los insumos para el proceso de extracción de mineral (dinamitas, pernos de

sostenimiento, brocas de perforación, enmallado de frentes, shank de perforadoras, y el control y manejo de los operadores de los equipos).

#### **2.4.5. SCA**

Es el código inicial de la flota scoop “SC” y la sigla “A” para diferenciar los equipos de compañía (Horizonte), con los equipos de contratistas.

#### **2.4.6. JUA**

Es el código inicial de la flota jumbos “JU” tanto frontoneros como emperadores, y la sigla “A” para diferenciar los equipos de compañía (Horizonte), con los equipos de contratistas (Corimayo y otros).

#### **2.4.7. Guardia**

Personal de mantenimiento que trabaja en un turno determinado, existe 3 guardias en el área de mantenimiento (día, noche y días libres) los cuales van rotando cada 14 días.

#### **2.4.8. Shank**

Son adaptadores de vástago que une la perforadora con la barra de perforación.

### **III. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

El diseño del plan de mantenimiento mejora la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.

##### **3.1.2. Hipótesis específicas**

- El diagnóstico aplicado en el plan de mantenimiento mejora la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.
- Al Identificar los sistemas críticos se mejora en la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.
- Si se determina adecuadamente los procesos de mantenimiento entonces se mejora la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.

#### **3.2. Definición conceptual de las variables**

##### **3.2.1. Variable independiente:**

Plan de mantenimiento, toma como referencia a los pasos para su creación, de las cuales se extraen sus dimensiones: “Realizar una evaluación o diagnóstico a la situación inicial, con el objetivo de encontrar una mejor estrategia o dirección, analizando problemas comunes o críticos y hallando un método de mantenimiento adecuado para un mejor resultado de los indicadores” (Viveros et al., 2012, p. 4,5).

### **3.2.2. Variable dependiente:**

Disponibilidad de los equipos, “Se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir” (Mesa et al., 2006, p. 3).

### **3.3. Operacionalización de variables**



Tabla 5. Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
X: INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
PLAN DE MANTENIMIENTO	El plan de mantenimiento se evalúa tomando en cuenta los siguientes componentes diagnóstico, determinación de sistemas críticos y procesos de mantenimiento en el análisis de sus características medibles en tiempo e índices a través de los reportes semanales de los equipos trackless en la unidad y cartillas de mantenimiento	DIAGNÓSTICO	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS	MTBF (horas)	Técnicas de procesamiento de datos: Estadística descriptiva Hoja de cálculos Excel Gráficos Tablas	Hojas de datos: Reportes semanales de equipos trackless en la unidad
		DETERMINACIÓN DE SISTEMAS CRÍTICOS	CRITICIDAD	Índice de criticidad	Técnicas de procesamiento de datos: Estadística descriptiva Hoja de cálculos Excel Gráficos Tablas	Fichas de: Lista jerarquizada de criticidad
		PROCESOS DE MANTENIMIENTO	MANTENIBILIDAD DE EQUIPOS	MTRR (horas)	Técnicas de procesamiento de datos: Estadística descriptiva Hoja de cálculos Excel Gráficos Tablas	Fichas de: - Reportes semanales de equipos trackless en la unidad. - Cartillas de mantenimiento
Y: DEPENDIENTE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS	La disponibilidad de los equipos se evalúa tomando en cuenta las horas trabajadas analizando sus características medibles en tiempo a través de fichas de datos y horómetros de equipos	HORAS TRABAJADAS	DISPONIBILIDAD MECÁNICA	Disp. Mec (horas)	Técnicas de recolección de datos: Observación	Fichas de datos de: horómetros de los equipos (Diesel, eléctrico y percusión)

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1. Tipo y diseño de la investigación**

En el presente caso de estudio, se pretende que el diseño de un plan de mantenimiento genere un aumento en la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la unidad minera Parcoy.

“El tipo de investigación es tecnológica, ya que “está dirigida a descubrir y conocer que técnicas son eficaces y apropiadas (previo estudio de las técnicas) para operar” (Carrasco, 2006, p. 45).

El diseño de la investigación es Ex-Post-Facto ya que estas “Son investigaciones donde se examina los efectos que tiene una variable que ha actuado de manera normal u ordinaria. La variable independiente no se manipula, sino se observa y determina los efectos que ha tenido sobre la variable dependiente” (Espinoza, 2014, p. 95).

Así mismo esta investigación se orienta al enfoque cuantitativo, ya que según Hernández et. at. (2014), en este se emplea la recolección de datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer un diseño que mejore la disponibilidad de los equipos.

#### **4.1.1. Nivel de la investigación**

- El nivel de la investigación es experimental ya que “tiene como propósito manipular las variables que tienen relación causal para transformar el objeto de investigación. Su finalidad es crear conocimientos nuevos para mejorar el objeto” (Espinoza, 2014, p. 90). Se crean nuevos procedimientos de mantenimientos y programaciones preventivas disminuyendo las paradas correctivas en la labor (áreas de trabajo).

## **4.2. Método de investigación**

“Se utiliza un método experimental para buscar optimizar las variables para maximizar los resultados (Espinoza,2014, p. 107).

En los reportes de operaciones se analizará los altos índices de paradas imprevistas el cual se desea aplicar un plan de mantenimiento basado en la disponibilidad para poder mitigar y/o eliminar las fallas ocurridas en la operación mediante nuevas tareas de mantenimiento.

## **4.3. Población y muestra**

### **4.3.1. Población**

La población lo constituye los equipos trackless y los parámetros que se adjuntaran y almacenaran para realizar dicha investigación

Arias, Villasis y Miranda (2016), manifiesta que un “La población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra que cumple con una serie de criterios predeterminados" (p. 201).

Por su parte Castro (2003), expresa que "si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra" (p.69).

Tomando como población un total de 21 equipos trackless, divididos en 3 grupos en relación a sus tareas a realizar.

### **4.3.2. Muestra**

Para el presente caso de estudio, la muestra representa a la flota de los equipos trackless de la empresa CORIMAYO S.A.C. el cual se analizarán solo 21 equipos, ya que se dio un ingreso de 2 equipos nuevos en las últimas semanas, las cuales no tienen un historial extenso para realizar un análisis, pero al tratarse de un modelo similar a estudiar

se acoplará a los resultados obtenidos como son la generación de sistemas críticos y procedimientos de mantenimientos.

Para Hernández et al. (2014) lo define como: “Subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta” (p. 173).

#### 4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

La presente investigación se centrará en la zona de Retamas en el distrito de Parcoy, en la provincia de Patáz, en la región La Libertad en el proyecto minero PARCOY del Consorcio Minero Horizonte dirigido hacia la empresa contratista CORIMAYO S.A.C.

El estudio se realizó en un periodo de 29 semanas, desde el mes de setiembre 2020 hasta el mes de abril del 2021.



Figura 5. Provincias del departamento de La Libertad.

Fuente: <https://www.deperu.com/calendario/2320/creacion-politica-del-departamento-de-la-libertad>, 2021.



Figura 6. Distritos de la provincia de Patáz.

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito\\_de\\_Pataz](https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Pataz), 2021.

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

Una vez que se definió el diseño apropiado de la investigación y la muestra adecuada con el problema planteado, la siguiente etapa está relacionada con la definición de las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se incorporaran a lo largo de todo el proceso de investigación.

##### 4.5.1. Técnicas

"Una vez definido el diseño de la investigación será necesario definir las técnicas de recolección de datos para poder seleccionar los instrumentos adecuados que nos permitan obtener datos del objeto de investigación" (Espinoza, 2014, p. 110).

Se utilizará la técnica documental conformada por:

- Reporte de disponibilidad mecánica de la flota de los equipos trackless.

- Registro del tiempo medio entre fallas de los equipos trackless.
- Registro del tiempo medio de reparación de en los equipos.
- Recopilación de informes (de estado, mensual, urgente).
- Documentación de cartillas de mantenimiento de equipos.
- Registro de lectura de horómetros de los equipos.
- Registro de fallas comunes y/o críticas.

#### **4.5.2. Instrumentos**

“En una medición efectiva, el instrumento de recolección de datos debe representar a los indicadores de las variables que se pretende medir. Es decir, un instrumento apropiado debe tener los siguientes requisitos: validez y confiabilidad” (Espinoza, 2014, p. 133).

- Los instrumentos que se utilizaran para la recolección de datos son:
- Fichas técnicas de mantenimiento.
- Reportes diarios de equipos.
- Lecturas de horómetros diarios iniciales y finales en ambos turnos.
- Historial de indicadores como: la disponibilidad, tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación.

#### **4.6. Análisis y procesamiento de datos**

Esta recolección de datos, nos servirá para cumplir con uno de nuestros objetivos, la determinación de diagnósticos adecuados, con ayuda de una base de datos y el seguimiento a los equipos se podrá diagnosticar preventivamente las posibles fallas evitando un exceso de paradas correctivas.

Para el análisis y procesamiento de datos se aplicó software de cálculo como Microsoft Excel, para el análisis de estadística descriptiva, estadística inferencial, pruebas paramétricas, pruebas no paramétricas y análisis multivariado.

Se determinará los parámetros como son los índices de mantenimiento para el cálculo de disponibilidad por equipo y las causas al bajo porcentaje que tienen, expresarlas de tal forma que se encuentre un método adecuado para la intervención rápida a los equipos sin bajar tanto su disponibilidad, dando sustento a los 02 objetivos restantes de la investigación.

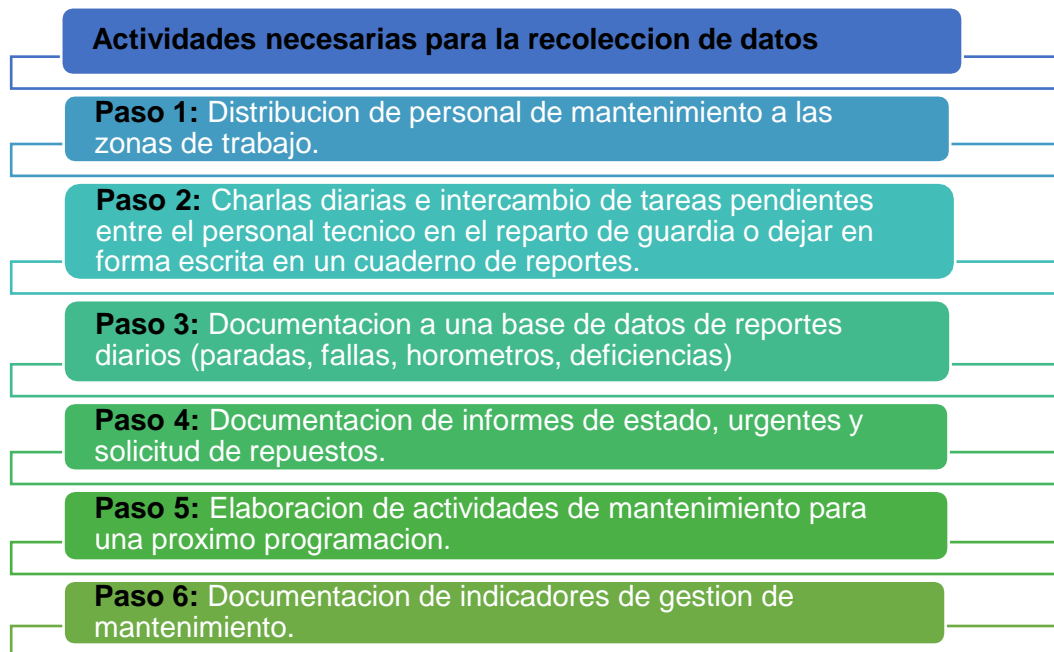


Figura 7. Actividades necesarias para la recolección de datos.

#### **4.6.1. Conformación de los equipos natural de trabajo**

##### **a). - Personal de mantenimiento**

El personal de mantenimiento se encuentra distribuida en 4 grupos de las 5 zonas que actualmente existen en la unidad minera. Esta distribución de personal va a depender del desempeño (M1, M2, M3, E1, E2), ubicación y sobre todo la cantidad de equipos en cada zona o labor.

Existen 4 zonas de explotación de mineral, y considerando una zona más al área de mantenimiento, tenemos:

- **Zona Milagros / Taller:** Está ubicado aproximadamente a 5 minutos del área de mantenimiento.
- **Zona Rosa:** Se encuentra a 20 minutos del área de mantenimiento.
- **Zona Balcom:** Se encuentra a 20 minutos del área de mantenimiento.
- **Zona Rumpuy:** Se encuentra a 40 minutos del área de mantenimiento.

##### **b). - Flota de equipos:**

Para cada uno de estos modelos de equipos existen manuales de partes, manuales de operación y manuales mantenimiento, los cuales el área de supervisión y el área técnica deben manejar para una correcta intervención.

Tabla 6. Flota de equipos trackless



#### **4.6.2. Intercambio de información en cambio de turno o guardia**

Para un manejo de actividades en el área, se debe mantener al personal constantemente informado de todo lo que sucede en su área de trabajo, las actividades realizadas y pendientes, así como los mantenimientos próximos que ya se encuentren programadas.

Uno de estas herramientas son la documentación de los reportes de forma escrita el cual se da conocimiento en los repartos de guardia.

Los repartos de guardia vienen a ser reuniones diarias que se dan a inicio de la jornada laboral, el cual se informa al personal de las actividades a realizar, se dan charlas de seguridad y el movimiento de equipos que estén programados a mantenimiento, y las paradas que se

dieron en el turno anterior, para realizar un seguimiento al equipo luego de su reparación.

A su vez también realiza el llenado de las hojas de gestión de seguridad.



Figura 8. Reunión de reparto de guardia.

#### **4.6.3. Documentación a una base de datos**

##### **a). - Reportes diarios**

Como siguiente paso, el área de planeamiento y control paso a la modificación del cuadro de reporte diario, por uno más detallado con todas observaciones de los equipos, detallando la ubicación del equipo, hora de parada inicial y final detallando el motivo o causa, horómetros de cada equipo y sus índices de gestión de mantenimiento diario (ver anexo n°6 de la página 172).

##### **b). - Cuadros de componentes mayores**

Uno de los mayores retos fue la creación del cuadro de componentes mayores, ya que, al no contar con un historial de

llegada de repuestos, componentes o accesorios para llevar un control de vida útil, se realizó un seguimiento y documentación mediante las guías de llegadas de componentes y su colocación al equipo correspondiente con su horómetro.

Al tratarse de componentes mayores, su falla funcional o total genera paradas significativas que afectan la disponibilidad del equipo, estando inoperativo no solo por horas sino también puede llegar a causar una parada por días hasta semanas, dependiendo la llegada de repuestos.

**c). - Creación de cuadro de perforadoras de los equipos jumbos**

La generación del cuadro de control de perforadoras se realiza de forma separada, ya que estos componentes muchas veces se pueden intercambiar entre los equipos (ver tablas 33 y 34 de las páginas 106 y 107).

**d). - Creación de cuadro de cables 440v de los equipos jumbos**

Así como el manejo de control de perforadoras, el control de cables 440v también se maneja de forma separada a los componentes mayores, ya que estos también pueden cambiarse dependiendo la necesidad de cada equipo.

En muchos casos el cambio de cable 440v se da por un accidente operacional, el cual conlleva a un bajo índice de megado, estos cables 440v alimentan al motor eléctrico de los jumbos que da paso a la operación de las perforadoras y al compresor eléctrico para el inflado de pernos de sostenimiento (en el caso de jumbos empernadores) (ver tabla 35, página 108).

#### **4.6.4. Documentación de informes**

La redacción de informes por parte del personal de mantenimiento contribuye en gran medida a la documentación de los equipos.

Anteriormente al plan de mantenimiento existían solo “informes”, con este diseño, se subdividieron estos informes llevando una numeración para un mejor control, junto a ello se creó un cuadro con los seguimientos de estos, ya que en estos informes iban incluidos pedidos de componentes para una reparación estos son:

##### **a). - Informes urgentes**

Al implementar diseño y contar diferentes modelos de informes se dio a conocer que la gran mayoría de estos informes son informes urgentes los cuales se dan por fallas en los equipos y falta de repuestos en el área de almacén y logística de mantenimiento (ver anexo n°7 de la página 173).

##### **b). - Informes mensuales**

Estos informes, como se dicen se emiten en forma mensual, junto a los pedidos por parte de logística con todo el abasto de insumos, siempre y cuando que el equipo no quede paralizado por este pedido, de lo contrario pasaría a ser de tipo urgente.

Estos informes se emiten si los componentes a solicitar no son recurrentes o de alto costo justificando su pedido, donde la central de abasto tiene tiempo a solicitar el componente (ver anexo n°8, página 176).

##### **c). - Informes de estado**

Estos informes se emiten después de una reparación considerable, donde se detallan los parámetros y el estado en el

cual queda el equipo. En pocas ocasiones estos informes se realizan ante un constante reporte de la misma falla, por ende, se realiza una investigación, estos son evaluados si se solicitará pedidos adicionales de componentes, aunque mayormente están enfocados solo a informar.

**d). - Informes de accidente**

La creación de estos informes se emite por accidentes en los cuales, los daños están relacionados con el equipo, justificando la parada (inoperatividad) o deficiencia y la solicitud de componentes para tener el equipo en óptimas condiciones.

Muchos de estos accidentes, producen daños tienen un tiempo de reparación de días o semanas (ver anexo n°9, página 178).

**4.6.5. Programación de mantenimientos**

Con todo lo mencionado en la sección anterior, la recopilación de esta información da paso a la creación de programaciones de mantenimientos, donde se realizan todas las reparaciones que presente el equipo, minimizando así las paradas correctivas que se puedan suscitar posteriormente.

La modificación de este cuadro de programación, por uno más detallado, justificando el tiempo de parada programada da a conocer las actividades que se realizarán en el mantenimiento.

En este cuadro también se lleva el control de filtros de todos los equipos, para los jumbos frontoneros y empernadores se lleva el control de los 3 sistemas mediante horómetros (Diesel, eléctrico y percusión) (Ver anexo n°10, 11 y 12 de las páginas 180, 181, 183 respectivamente).

#### **4.6.6. Documentación de indicadores de gestión de mantenimiento**

Como paso final de esta recepción de documentación se realizan los cálculos de los indicadores de gestión de mantenimiento KPI (Disponibilidad, MTTR, MTBF).

Este programa es enviado semanal y mensualmente a la compañía minera para las valorizaciones, en este programa se detallan todos los datos cuantitativos y cualitativos que se suscitaron en un periodo de tiempo.

Una vez plasmado los reportes diarios, estos van a ser documentados a un historial general con las paradas más relevantes.

Antes del diseño de este plan de mantenimiento se contaba con un historial poco detallado el cual era enviado semanalmente a la compañía minera para los fines correspondientes. En este historial se encontró todas las paradas de equipos y trabajos realizados.

La creación de este historial se da con el fin de documentar todas las actividades hechas en los equipos, para realizar un análisis con las fallas más comunes y/o críticas (ver anexo n°13 de la página 185).

#### **4.6.7. Análisis de disponibilidad mecánica (Disp. Mec.)**

Los datos obtenidos en los reportes diarios, se agruparon de forma semanal con el motivo de evitar una investigación muy extensa, dando la facilidad de poder analizar todos los equipos en un periodo de 29 semanas (aproximadamente 5 meses), en los cuales se detalla la disponibilidad de los equipos.

Al tomar los datos de la disponibilidad en forma semanal que son menores al 79%, eso quiere decir que estas paradas han influenciado

mucho, y pueden ser consideradas críticas (véase en las tablas n°42, 44 y 46 de las páginas 118, 121 y 124 respectivamente).

#### 4.6.8. Análisis del tiempo medio en reparación (MTTR)

Se analizó los datos de forma semanal. Estos datos se analizan de forma inversa a la disponibilidad ya que, a mayor número de horas, quiere decir que la reparación requirió más tiempo de lo permitido.

Los límites del MTTR están se definieron en juntas de gerencia, es donde se establecen metas cumplir normalmente basándose en otras empresas similares que tienen mejores índices de KPI, en este caso la empresa tiene como límites a:

Tabla 7. Límites del MTTR

LIMITES DEL MTTR		
EQUIPO	MINIMO (HRS)	MAXIMO (HRS)
SCOOPTRAM	3	6
JUMBOS FRONTONEROS	3	6
JUMBOS EMPERNADORES	3	6

Para ello tenemos los siguientes cuadros, según el tipo de flota:

Tabla 8. MTTR de scoop

MTTR SEMANAL DE SCOOP								
SEMANA/EQUIPOS	SCA-127	SCA-158	SCA-160	SCA-183	SCA-184	SCA-186	SCA-187	SCA-189
SEMANA 40 - 2020	4	6.45	3.165	0.5	2	2	3	3
SEMANA 41 - 2020	0.5	3	3.22	1	0.5	0.5	0.5	1
SEMANA 42 - 2020	2	2	1.4433	1	1	0.5	0.5	1
SEMANA 43 - 2020	1	1	16.744	16	0.5	1	2	1
SEMANA 44 - 2020	5	1	23.99	5	1	2	1	2
SEMANA 45 - 2020	23.99	11	16.794	7	0	2	2	0.5
SEMANA 46 - 2020	23.99	10	1.67	0.5	2.5	1	1	1.44
SEMANA 47 - 2020	23.99	3.33	2	1.25	1.5	0.5	1.75	2.88
SEMANA 48 - 2020	23.99	4	3	0.5	0.5	2.28	1.53	1.59
SEMANA 49 - 2020	23.99	1.58	2.4	1	0.5	0.5	1	3.29
SEMANA 50 - 2020	14.75	3	5.3	1	1	2	3	18
SEMANA 51 - 2020	4.17	1.53	0.5	1.5	4.25	1	0.5	9.33
SEMANA 52 - 2020	0.8	3	5.33	2	0.5	2.25	0.5	0.5
SEMANA 53 - 2020	0.7	0.5	17.25	2.2	0.9	0.5	1.33	1.35
SEMANA 01 - 2021	0.5	0.5	22.2	0.5	1.5	9.5	1	1.7
SEMANA 02 - 2021	1.25	0.5	4.5	1.13	4.5	5	12	4.5
SEMANA 03 - 2021	1.6	7.5	6.08	2	0.5	4.43	6.5	4.7
SEMANA 04 - 2021	1.5	0.5	1.25	0.8	3.5	4.4	2	2
SEMANA 05 - 2021	1.35	21.02	0.5	0.7	0.5	1	0.5	1.3
SEMANA 06 - 2021	3	15.25	5.3	1.5	2.8	1.2	1.85	0.85
SEMANA 07 - 2021	9	23.99	2.5	0.5	2.5	1.9	1	1
SEMANA 08 - 2021	23.99	20.02	1.65	0.5	1	1	0.5	0.5
SEMANA 09 - 2021	11.62	13	0.5	0.65	0.5	2	0.5	15
SEMANA 10 - 2021	0.5	0.8	0.5	1.15	2.58	2.05	9.3	3.9
SEMANA 11 - 2021	0.5	3	1.67	3.76	0.5	0.88	0.5	4.75
SEMANA 12 - 2021	1	0.5	15.21	0.5	3.75	1.4	2.25	7
SEMANA 13 - 2021	0.5	2	7.9	2.8	0.5	2.78	1	0.5
SEMANA 14 - 2021	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1.08	2	0.5
SEMANA 15 - 2021	0.5	11.9	3.27	1.48	5.95	0.93	0.7	1



Tabla 9. Análisis de MTTR de scoop

ANÁLISIS DEL MTTR DE SCOOP	
SEMANA/EQUIPOS	MOTIVO
SCA-127	<b>Semana 45 al 50 – 2020:</b> Mantenimiento programado: juego excesivo de pines y bocinas de articulación central.
SCA-158	<b>Semana 40 – 2021:</b> Cambios excesivos de neumáticos por rotura. <b>Semana 45 al 46 – 2020:</b> Fisura en el Z bar, juego excesivo del pin de cuchara y collet roto. <b>Semana 03 – 2021:</b> Se cambió 02 mangueras de levante / se cambió 02 mangueras de volteo / se desmontó el enfriador para lavado (presentaba calentamiento de motor) <b>Semana 05 al 09 – 2021:</b> Rotura de oring de diferencial delantero de freno de servicio/ se soluciona trabajando 24 horas y vuelve a fallas por las mismas causas.
SCA-160	<b>Semana 43 al 45 – 2020:</b> Falla de bomba hidráulica. se encuentra a la espera del repuesto. <b>Semana 53 - 2020 al 03 – 2021:</b> Rotura de pin y collet de dirección, sonido anormal en la bomba de implementos / Fuga de aceite por filtro de transmisión / Cambio de bomba tándem, baja presión de la bomba hidráulica / Fuga de aceite por tapa de balancín / Fuga de aire por manguera de turbo. <b>Semana 12 – 2021:</b> Falla en el joystick de implementos / Juego excesivo en la chumacera de la articulación central / Pernos rotos por oxidación en el soporte de la caja (puente posterior).
SCA-183	<b>Semana 43 – 2020:</b> Rotura de cruceta articulación central, chumacera y mangueras / Calibración de válvulas motor Diesel por exceso de consumo de combustible. <b>Semana 45 – 2020:</b> Rotura de cruceta de cardan delantero, cambio de mangueras de levante dañados (mala instalación)
SCA-186	<b>Semana 01 – 2021:</b> Sonido en mando final de la posición 03 (P-03) (entra a evaluación).
SCA-187	<b>Semana 03- 2021:</b> Rotura de labio de shark. <b>Semana 10- 2021:</b> Módulo de control electrónico (ECM) dañado
SCA-189	<b>Semana 51 – 2020:</b> Contaminación de aceite transmisión con aceite motor / Rotura de faja de alternador / rotura de neumático P-01 <b>Semana 12 – 2021:</b> Rotura de labio de cuchara / Rotura de neumático P-01.

Tabla 10. MTTR de jumbos frontoneros

MTTR SEMANAL DE JUMBOS FRONTONEROS							
SEMANA/EQUIPOS	JUA-54	JUA-60	JUA-67	JUA-71	JUA-76	JUA-87	JUA-89
SEMANA 40 - 2020	2.00	2.00	2.00	6.00	1.00	1.00	1.00
SEMANA 41 - 2020	0.50	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00
SEMANA 42 - 2020	8.00	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	1.00
SEMANA 43 - 2020	0.50	2.00	1.00	7.00	1.00	1.00	2.00
SEMANA 44 - 2020	1.00	24.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00
SEMANA 45 - 2020	2.00	24.00	3.00	1.00	2.00	2.00	0.50
SEMANA 46 - 2020	1.50	16.90	1.20	1.83	2.32	0.87	0.50
SEMANA 47 - 2020	2.06	1.25	0.72	0.50	2.83	1.00	1.00
SEMANA 48 - 2020	1.42	1.33	0.90	1.53	10.33	0.75	1.00
SEMANA 49 - 2020	2.50	0.50	1.46	0.50	1.00	0.50	2.17
SEMANA 50 - 2020	13.50	0.50	1.75	0.50	3.25	1.00	1.00
SEMANA 51 - 2020	23.99	6.66	1.25	2.50	1.00	1.20	13.50
SEMANA 52 - 2020	23.99	2.50	2.80	16.15	1.33	1.20	1.50
SEMANA 53 - 2020	23.99	0.30	2.23	1.43	0.50	0.50	2.52
SEMANA 01 - 2021	23.99	1.43	0.75	2.50	1.67	3.03	2.00
SEMANA 02 - 2021	23.99	0.90	1.30	1.50	1.10	0.75	3.00
SEMANA 03 - 2021	23.99	14.53	12.00	0.75	0.50	0.20	1.83
SEMANA 04 - 2021	23.99	0.50	0.75	4.47	0.50	1.28	1.50
SEMANA 05 - 2021	23.99	0.50	1.83	1.32	0.50	0.50	0.63
SEMANA 06 - 2021	8.00	0.50	5.00	1.87	11.78	0.50	0.50
SEMANA 07 - 2021	0.50	5.00	4.33	2.34	23.99	1.73	0.50
SEMANA 08 - 2021	1.75	1.33	1.25	0.50	20.99	1.40	1.50
SEMANA 09 - 2021	0.50	0.50	2.50	1.10	0.80	0.93	0.50
SEMANA 10 - 2021	0.70	2.46	2.80	1.05	2.08	2.33	1.50
SEMANA 11 - 2021	0.77	0.75	1.43	1.25	1.00	1.17	0.50
SEMANA 12 - 2021	0.63	1.37	0.99	1.00	4.08	2.25	0.80
SEMANA 13 - 2021	2.03	2.43	4.00	0.77	0.83	0.90	1.24
SEMANA 14 - 2021	1.00	1.65	4.50	1.10	0.50	0.50	0.90
SEMANA 15 - 2021	0.80	0.50	7.58	3.70	0.50	1.37	0.80

Tabla 11. Análisis del MTTR de jumbos frontoneros

ANÁLISIS DEL MTTR SEMANAL DE SCOOP	
SEMANA/EQUIPOS	MOTIVOS
JUA-54	<p><b>Semana 42 – 2020:</b> Falla en el contactor del sistema eléctrico de arranque Diesel / Falla de contactor y rectificador de sistema de arranque de power pack / Corto circuito de cables de tablero eléctrico principal.</p> <p><b>Semana 50 - 2020 al 06 – 2021:</b> Juego excesivo de pines y bocina en viga y articulación central / Deficiencia en barrido de agua / Problemas eléctricos de arranque de motor</p>
JUA-60	<p><b>Semana 44 al 46 – 2020:</b> Fuga de aceite excesivo en la unidad de giro 360°.</p> <p><b>Semana 51 – 2020:</b> Falla en bomba de posicionamiento / estandarización de mangueras.</p> <p><b>Semana 03 – 2021:</b> Reparación del tubo telescópico (rajado)</p>
JUA-67	<p><b>Semana 03 – 2021:</b> Rajadura en el apoyo frontal de viga (trabajos de soldadura).</p> <p><b>Semana 15 – 2021:</b> Rotura de neumático P-01, Problema con la línea de alimentación del motor Diesel.</p>
JUA-71	<p><b>Semana 43 – 2020:</b> Falla en potenciómetro de aceleración.</p> <p><b>Semana 52 – 2020:</b> Juego excesivo en pines y bocinas del brazo de boom.</p>
JUA-76	<p><b>Semana 48 – 2020:</b> Bajo megado de cable 440v.</p> <p><b>Semana 06 al 08 – 2021:</b> Fuga excesiva de aceite en la unidad de giro 360°</p>
JUA-89	<p><b>Semana 51 – 2020:</b> Problemas eléctricos en arranque de motor Diesel.</p>

Tabla 12. MTTR de jumbos empernadores

MTTR SEMANAL DE EMPERNADORES					
SEMANA/EQUIPOS	JUA-37	JUA-44	JUA-56	JUA-91	JUA-96
SEMANA 40 - 2020	8.00	1.00	4.00	1.00	1.00
SEMANA 41 - 2020	3.00	0.50	2.00	3.00	2.00
SEMANA 42 - 2020	1.00	7.00	3.00	5.00	1.00
SEMANA 43 - 2020	1.00	0.50	2.00	24.00	1.00
SEMANA 44 - 2020	3.00	3.00	1.00	16.00	1.00
SEMANA 45 - 2020	9.00	3.00	1.00	0.50	3.00
SEMANA 46 - 2020	1.83	1.00	1.70	2.50	2.50
SEMANA 47 - 2020	0.75	2.00	0.80	1.80	1.75
SEMANA 48 - 2020	1.42	2.00	0.93	1.92	1.10
SEMANA 49 - 2020	3.50	0.50	0.96	0.63	1.63
SEMANA 50 - 2020	18.54	2.00	2.83	2.00	1.88
SEMANA 51 - 2020	23.33	1.00	2.70	1.77	1.29
SEMANA 52 - 2020	19.99	1.00	1.70	1.08	1.58
SEMANA 53 - 2020	1.70	2.00	1.55	1.15	1.20
SEMANA 01 - 2021	1.30	2.00	3.33	2.08	6.70
SEMANA 02 - 2021	23.99	3.00	8.50	1.30	0.93
SEMANA 03 - 2021	23.99	1.00	2.45	2.00	1.20
SEMANA 04 - 2021	23.99	2.00	1.60	1.58	1.92
SEMANA 05 - 2021	23.99	2.00	4.17	0.30	2.00
SEMANA 06 - 2021	4.30	8.00	1.10	8.67	2.68
SEMANA 07 - 2021	16.89	3.00	1.25	2.33	1.42
SEMANA 08 - 2021	23.99	3.00	1.58	1.07	1.42
SEMANA 09 - 2021	23.99	1.00	0.90	3.00	1.79
SEMANA 10 - 2021	13.58	23.00	0.50	2.15	2.08
SEMANA 11 - 2021	1.50	24.00	8.54	1.00	1.03
SEMANA 12 - 2021	0.75	24.00	23.99	0.60	2.03
SEMANA 13 - 2021	1.43	22.00	8.33	2.35	1.50
SEMANA 14 - 2021	0.50	1.00	0.50	2.63	1.93
SEMANA 15 - 2021	2.50	9.00	6.40	1.38	1.53

Tabla 13. Análisis del MTTR de jumbos empernadores

ANÁLISIS DEL MTTR SEMANAL DE SCOOP	
SEMANA/EQUIPOS	MOTIVOS
JUA-37	<p><b>Semana 40 2020:</b> Sistema de parqueo - sistema eléctrico / Perdida de fuerza en percusión y avance de perforadora.</p> <p><b>Semana 45 – 2020:</b> Equipo inoperativo por accidente: choque de viga, rotura de la base de porta perno y stinge doblado.</p> <p><b>Semana 50 al 52 – 2020:</b> Falla en la bomba de posicionamiento Diesel.</p> <p><b>Semana 02 al 05 – 2021:</b> Equipo en stand by, inoperativo, se retiró chumacera para el Jua-56.</p> <p><b>Semana 07 al 10 – 2021:</b> Queda inoperativo, se saca perforadora hc-50 (H050A00F11), se coloca al Jua-96 / Deficiencia de perforación.</p>
JUA-44	<p><b>Semana 42 – 2020:</b> Evaluación para cambio de motor Diesel / Desgaste de manguera del tubo telescópico/ Regulación de tubo telescópico.</p> <p><b>Semana 06 – 2021:</b> Rotura de perno de base del cilindro de pivot por oxidación.</p> <p><b>Semana 10 al 15 – 2021:</b> Falla en arranque de motor Diesel, se solicita motor (914) nuevo.</p>
JUA-56	<p><b>Semana 02 – 2021:</b> Rayadura en la viga telescópica / Rotura de pernos de base de mordaza / Rotura de cable de avance de perforadora / Cambio de chumacera delantera por sonido extraño.</p> <p><b>Semana 11 al 13 – 2021:</b> Falla en el eje diferencial delantero, problema con mando final de la Posición 01 (P-01).</p> <p><b>Semana 15 – 2021:</b> Trabajos de soldadura en articulación central y soporte de mangueras en 1<sup>er</sup> y 2<sup>do</sup> tramo de perforación.</p>
JUA-91	<p><b>Semana 43 al 44 – 2020:</b> Calibración de motor Diesel / Falla en sistema de perforación / Falla de la bomba principal power pack y perforadora HC50.</p> <p><b>Semana 06 – 2021:</b> Cambio de cable 440 por bajo megado / Falla en selector de marcha.</p>
JUA-96	<p><b>Semana 01 – 2021:</b> Mantenimiento preventivo programado 50 horas perforadora / Estandarización de mangueras.</p>

#### 4.6.9. Análisis de tiempo medio entre falla (MTBF)

En el análisis del tiempo medio entre fallas se registra la cantidad de horas que un equipo estuvo sin presentar fallas o paradas por mantenimiento, no se consideran las paradas por fallas operacionales.

Los límites del MTBF son definidos en las juntas de gerencia, es donde se establecen metas cumplir, normalmente se basan en otras empresas similares que tienen mejores índices de KPI, para esta investigación la empresa tiene como límites:

Tabla 14. Límites del MTBF

LIMITES DEL MTBF		
EQUIPO	MINIMO (HRS)	MAXIMO (HRS)
SCOOPTRAM	20	40
JUMBOS FRONTONEROS	60	80
JUMBOS EMPERNADORES	60	80

La flota de Scoop, al contar con un solo sistema (Diesel), este es requerido constantemente para su funcionamiento. A diferencia con los jumbos empernadores y frontoneros, al contar con 3 sistemas (Diesel, eléctrico y percusión), no utiliza los 3 constantemente para la realización de sus funciones.

Mayormente en este análisis se definen las fallas comunes o recurrentes que existen en el área, sin embargo, pueden llegar a afectar considerablemente a la disponibilidad de la flota de equipos.

De este modo, se analizarán todos los datos obtenidos de los siguientes cuadros:

Tabla 15. MTBF de scoop

MTBF SEMANAL DE SCOOP								
SEMANA/EQUIPOS	SCA-127	SCA-158	SCA-160	SCA-183	SCA-184	SCA-186	SCA-187	SCA-189
SEMANA 40 - 2020	12.67	21.33	28.05	82.2	59.1	95	68	29.2
SEMANA 41 - 2020	47	35.33	14.78	91	92.1	81	77	53.7
SEMANA 42 - 2020	13.17	28.67	25	94.2	88.6	84	66.9	41
SEMANA 43 - 2020	31.2	80.8	5.06	11.7	101.3	108	24.57	73
SEMANA 44 - 2020	2.9	53.1	0	42.6	85	50.6	81.7	97.9
SEMANA 45 - 2020	0.32	15.3	9.18	31.25	93.7	43.65	89.1	113.6
SEMANA 46 - 2020	0	5.94	22.67	72.5	87.7	102.3	21.08	24.68
SEMANA 47 - 2020	0	38.7	21.02	42.5	93.6	95.1	40.11	43.4
SEMANA 48 - 2020	0	48.1	37.6	85.4	89.9	33.57	25.46	52.8
SEMANA 49 - 2020	0	25.83	9.4	66.5	83.2	77.7	63	16.88
SEMANA 50 - 2020	4.55	23.94	38.1	82.6	16.65	44.05	67.6	1.28
SEMANA 51 - 2020	23.75	57.85	86.7	32.5	63.2	80.8	72.4	18.3
SEMANA 52 - 2020	35.1	95.8	34.4	29.17	69.8	92.8	16.6	87.5
SEMANA 53 - 2020	36.3	104.5	8.32	67.6	75.4	78.9	34.15	31.67
SEMANA 01 - 2021	29.8	88.6	2.87	90.4	92.6	23.27	40.75	85.9
SEMANA 02 - 2021	30.3	109	17.25	36.1	96.2	94.9	36.75	83
SEMANA 03 - 2021	11.55	48.05	50.65	100.1	94.6	14.66	42.85	21.8
SEMANA 04 - 2021	84.8	103.3	48.25	104.6	74.7	101.3	85.9	99
SEMANA 05 - 2021	27.8	0	107.3	94.3	97.4	106.4	76.7	50.9
SEMANA 06 - 2021	30.2	3.2	95.5	48.35	93	93.8	23.87	92
SEMANA 07 - 2021	9.53	2.14	112.2	84.2	49.65	56.3	75.1	102.7
SEMANA 08 - 2021	0	0.14	46.1	100.9	26.47	56.07	89.5	110.2
SEMANA 09 - 2021	5.73	107.4	114.2	51.85	71.8	116.17	73.6	38.55
SEMANA 10 - 2021	33.8	121	115.7	35.7	29.4	57.35	30.45	29.25
SEMANA 11 - 2021	22.1	117.6	39.3	23.7	38.85	27.8	39.55	19.2
SEMANA 12 - 2021	64.8	128.8	6.2	114	76.9	29.95	71.9	128
SEMANA 13 - 2021	36.2	107.2	31.9	75.9	78.1	19.54	24.87	127.1
SEMANA 14 - 2021	57.7	78	66.9	96	31.2	31.93	63	115.8
SEMANA 15 - 2021	29.1	15	8.52	14.18	9.17	23	63.5	28.17

Tabla 16. MTBF de jumbos frontoneros

MTBF SEMANAL DE JUMBOS FRONTONEROS							
SEMANA/EQUIPOS	JUA-54	JUA-60	JUA-67	JUA-71	JUA-76	JUA-87	JUA-89
SEMANA 40 - 2020	15.80	20.86	12.73	4.31	12.45	12.30	23.77
SEMANA 41 - 2020	58.40	61.00	2.93	26.67	18.83	21.34	25.47
SEMANA 42 - 2020	2.42	36.44	5.02	41.31	42.80	57.95	48.40
SEMANA 43 - 2020	41.40	34.16	8.65	13.19	15.78	11.39	20.94
SEMANA 44 - 2020	46.20	0.00	8.57	13.78	21.35	18.50	33.47
SEMANA 45 - 2020	21.00	0.00	28.20	73.37	45.00	19.59	75.20
SEMANA 46 - 2020	45.70	5.37	9.35	29.41	16.94	14.32	74.70
SEMANA 47 - 2020	18.95	7.58	7.99	54.37	17.80	78.32	28.00
SEMANA 48 - 2020	15.12	21.46	7.51	26.61	17.83	44.20	87.38
SEMANA 49 - 2020	18.30	55.01	9.71	51.00	61.00	46.70	49.82
SEMANA 50 - 2020	17.34	21.73	17.85	62.80	31.10	65.11	63.98
SEMANA 51 - 2020	0.00	28.18	21.93	31.45	19.63	72.49	61.42
SEMANA 52 - 2020	0.00	23.67	11.58	7.07	59.37	41.29	32.39
SEMANA 53 - 2020	0.00	68.10	25.02	17.23	60.28	73.63	14.76
SEMANA 01 - 2021	0.00	26.22	15.12	65.45	16.19	20.48	71.26
SEMANA 02 - 2021	0.00	23.11	46.60	18.29	22.34	73.70	38.44
SEMANA 03 - 2021	0.00	17.47	34.90	26.15	55.30	88.80	27.14
SEMANA 04 - 2021	0.00	28.90	8.90	19.89	56.02	21.30	27.43
SEMANA 05 - 2021	0.48	77.10	17.96	13.91	56.88	80.92	20.70
SEMANA 06 - 2021	28.54	80.10	38.88	23.83	0.00	80.75	81.40
SEMANA 07 - 2021	39.40	86.60	3.28	11.24	0.00	28.60	85.73
SEMANA 08 - 2021	19.03	20.49	14.97	25.77	11.40	30.77	97.92
SEMANA 09 - 2021	30.19	85.20	7.00	65.14	26.45	22.32	88.95
SEMANA 10 - 2021	27.21	15.12	16.00	14.97	20.18	28.17	27.15
SEMANA 11 - 2021	23.17	46.33	12.77	26.17	46.85	32.54	68.15
SEMANA 12 - 2021	10.20	26.42	7.79	9.21	11.17	45.76	101.00
SEMANA 13 - 2021	29.25	27.38	12.43	25.57	19.32	44.98	16.85
SEMANA 14 - 2021	22.05	42.34	3.55	17.69	55.94	82.65	26.95
SEMANA 15 - 2021	20.50	60.70	6.83	6.10	30.50	21.93	64.50



Tabla 17. MTBF de jumbos empernadores

MTBF SEMANAL DE EMPERNADORES					
SEMANA/EQUIPOS	JUA-37	JUA-44	JUA-56	JUA-91	JUA-96
SEMANA 40 - 2020	2.20	22.00	15.72	28.75	15.13
SEMANA 41 - 2020	18.83	8.15	70.75	11.08	35.45
SEMANA 42 - 2020	21.80	14.77	12.10	7.60	32.31
SEMANA 43 - 2020	17.23	36.20	20.37	0.35	10.40
SEMANA 44 - 2020	13.15	8.50	24.46	0.86	16.50
SEMANA 45 - 2020	12.07	9.95	62.92	53.70	13.48
SEMANA 46 - 2020	15.73	18.90	10.20	62.75	24.90
SEMANA 47 - 2020	28.35	41.70	60.10	15.15	12.55
SEMANA 48 - 2020	29.45	12.98	10.20	25.43	13.25
SEMANA 49 - 2020	34.15	48.60	11.29	31.70	5.06
SEMANA 50 - 2020	1.05	28.20	11.03	23.46	8.68
SEMANA 51 - 2020	10.33	14.68	14.07	9.90	9.63
SEMANA 52 - 2020	2.30	23.70	24.91	20.99	39.75
SEMANA 53 - 2020	24.80	21.73	19.05	13.70	12.14
SEMANA 01 - 2021	10.10	46.80	11.21	10.07	64.50
SEMANA 02 - 2021	5.60	29.05	22.81	12.98	19.90
SEMANA 03 - 2021	0.00	21.13	26.97	17.94	8.75
SEMANA 04 - 2021	0.00	16.35	13.92	20.93	6.61
SEMANA 05 - 2021	5.68	64.60	13.89	68.40	17.13
SEMANA 06 - 2021	16.50	72.40	26.43	12.78	13.77
SEMANA 07 - 2021	0.00	17.88	19.73	14.62	11.73
SEMANA 08 - 2021	0.00	18.45	10.00	10.50	13.65
SEMANA 09 - 2021	0.00	72.80	17.40	19.74	12.23
SEMANA 10 - 2021	8.38	0.00	59.66	33.49	28.63
SEMANA 11 - 2021	7.38	0.00	6.31	71.69	15.17
SEMANA 12 - 2021	25.35	0.00	0.00	36.10	12.28
SEMANA 13 - 2021	11.07	5.20	38.13	23.89	83.40
SEMANA 14 - 2021	22.40	18.65	44.70	17.20	24.43
SEMANA 15 - 2021	0.00	6.10	37.50	14.34	15.68

En estos cuadros de datos del MTBF, no se detallarán las causas de un bajo MTBF, sino que estas se llevarán directamente al análisis de causa, efecto y modos de falla, agrupándolas con causas obtenidas en el análisis de disponibilidad y MTTR.

#### 4.6.10. Análisis de causa, efecto y modos de falla (AMEF)

Para la realización de una lista jerarquizada de criticidad, se realizará un análisis de criticidad para determinar los sistemas y subsistemas críticos.

Para ello se deberá tomar en cuenta los siguientes datos, los cuales estuvieron basados en investigaciones que corresponden a mis antecedentes.

En la tesis de Carrillo y Escarcena (2019), detalla estas constantes para la realización de un análisis de criticidad:

Matemáticamente sería:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$
$$C = \text{Frecuencia} \times [(\text{Flexibilidad operacional} * \text{Imp. producción} * \text{MTTR}) + \text{Costo Rep.} + \text{Imp. Seg.} + \text{Imp. Amb.}]$$

- **Frecuencia:** Es el número de eventos o fallas en un determinado tiempo, para esta investigación se tomará como tiempo a las 29 semanas donde se evaluaron los datos (ver anexos n°16, 17, 18 de las páginas 192, 198 y 205).

MAYOR A 12 FALLAS	6
ENTRE 6 – NO MAYOR A 12 FALLAS	4
ENTRE 4 – NO MAYOR A 6 FALLAS	3
ENTRE 2 – NO MAYOR A 4 FALLAS	2
MENOR A 2 FALLAS	1

- **Consecuencia:** Viene a ser la suma de los impactos que ocasiona ya sea en los costos de reparación, impacto en la seguridad y medio ambiente, y la flexibilidad operacional.
- **Flexibilidad operacional:** Posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables.

No hay disponibilidad de repuesto	4
Hay función de repuesto compartido	2
Puede funcionar de forma ineficiente	1

- **Impacto producción:** Indica el nivel de interrupción de una producción.

PARADA INMEDIATA DEL PRODUCCION	10
IMPACTA EN NIVELES DE PRODUCCION	5
NO AFECTA A LA PRODUCCION	1

- **Costo de reparación (Costo Rep.):** Gastos destinados en la reparación, se medirá en rangos.

MAYOR O IGUAL A 50000 SOLES	9
ENTRE 30 000 - 50000 SOLES	6
ENTRE 15000 - 30000 SOLES	4
ENTRE 5 000 - 15000 SOLES	3
ENTRE 0 - 5000 SOLES	1

- **Impacto en la seguridad (Imp. Seg.):** Enfocado en la integridad del personal, y no a la máquina.

PRODUCE MUERTE	10
PRODUCE DAÑO INCAPACITANTE	8
PRODUCE LESION LEVE	4
NO PRODUCE DAÑO ALGUNO A LA PERSONA	1

- **Impacto ambiental (Imp. Amb.):** Daños causados al medio ambiente o lugar de trabajo.

<b>PROVOCA IMPACTO QUE VIOLA LAS NORMAS AMBIENTALES</b>	<b>8</b>
<b>PROVOCA UN IMPACTO QUE NO VIOLA NORMAS LEGALES</b>	<b>6</b>
<b>PROVOCA MEDIANO IMPACTO</b>	<b>4</b>
<b>PROVOCA LEVE IMPACTO</b>	<b>2</b>
<b>NO PROVOCA NINGUN IMPACTO</b>	<b>0</b>

- **Tiempo promedio para reparar:** Es el promedio de paradas por sistema y modelo de equipo (ver anexos n°16, 17, 18 de las páginas 192, 198 y 205).

<b>DE 7 DIAS A MÁS</b>	<b>6</b>
<b>DE 4 – NO MAYOR A 7 DIAS</b>	<b>4</b>
<b>DE 2 – NO MAYOR A 4 DIAS</b>	<b>3</b>
<b>MENOR A 2 DIAS</b>	<b>2</b>

Para la determinación de los sistemas y subsistemas no basamos en los manuales de equipos, y en los reportes diarios, donde se analiza la falla, a que sistema pertenece y por último que componente es afectado (ver anexo n°3, 4 y 5, página 142, 159 y 170).

Tabla 18. Criticidad de subsistemas de scoop

CRITICIDAD DE SISTEMAS EN LA FLOTA SCOOP												
SISTEMA	SUBSISTEMA	FRECUENCIA DE FALLA	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	IMPACTO EN PRODUCCION	TIEMPO MEDIO DE REPARACION	IMPACTO EN SEGURIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO POR COSTO DE MANTENIMIENTO	CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD	
MOTOR	INYECCION	2	4	5	2	1	2	3	46	92	CRITICO	
	ADMISIÓN	1	4	5	2	1	2	1	44	44	SEMI CRITICO	
	ALIMENTACIÓN	1	4	5	2	1	2	1	44	44	SEMI CRITICO	
	ESCAPE	1	2	1	2	4	4	1	13	13	NO CRITICO	
	LUBRICACIÓN	1	2	1	2	1	4	1	10	10	NO CRITICO	
	ENFRIAMIENTO	1	2	5	2	4	2	1	27	27	SEMI CRITICO	
	TRANSMISIÓN	1	4	5	3	8	4	3	75	75	CRITICO	
TREN DE FUERZA	MANDOS FINALES	1	4	5	2	8	2	3	53	53	SEMI CRITICO	
	EJES DIFERENCIALES	1	4	5	6	8	2	4	134	134	CRITICO	
	LINEA CARDÁNICA	2	4	5	3	4	2	3	69	138	CRITICO	
	NEUMÁTICOS	2	1	5	2	8	2	3	23	46	SEMI CRITICO	
SISTEMA HIDRÁULICO	BOMBA HIDRÁULICA	2	4	5	3	8	4	3	75	150	CRITICO	
	MANGUERAS Y CONEXIONES HIDRÁULICAS	1	1	5	2	4	4	1	19	19	NO CRITICO	
	TANQUE HIDRÁULICO	1	2	5	2	1	4	1	26	26	NO CRITICO	
SISTEMA ELECTRICO	ARRANQUE MOTOR	1	2	10	2	1	0	1	42	42	SEMI CRITICO	
	SENSORES, BOBINAS, POTENCIOMETROS, INTERRUPTORES, RELE Y LUCES	2	1	5	2	4	0	1	15	30	NO CRITICO	
	TABLERO / ECM	1	4	10	2	4	0	3	87	87	CRITICO	

	LUBRICACIÓN	1	2	1	2	1	2	1	8	8	NO CRITICO
ESTRUCTURA	CUCHARA	1	2	5	2	1	0	1	22	22	NO CRITICO
	BOOM	1	4	5	2	1	0	1	42	42	SEMI CRITICO
	Z BAR	1	4	5	4	1	0	1	82	82	CRITICO
	ARTICULACIÓN CENTRAL	1	2	10	6	1	0	1	122	122	CRITICO
	CILINDROS	1	4	5	2	4	0	1	45	45	SEMI CRITICO
	CABINA DE OPERADOR	1	2	5	2	4	0	1	25	25	NO CRITICO

Tabla 19. Criticidad de subsistemas de jumbos fronteros

CRITICIDAD DE SISTEMAS EN FLOTA JUMBOS FRONTEROS											
SISTEMA	SUBSISTEMA	FRECUENCIA DE FALLA	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	IMPACTO EN PRODUCCION	TIEMPO MEDIO DE REPARACION	IMPACTO EN SEGURIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO POR COSTO DE MANTENIMIENTO	CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD
MOTOR	INYECCIÓN	1	4	5	6	4	8	4	136	136	CRITICO
	ADMISIÓN	1	4	5	2	4	4	4	52	52	SEMI CRITICO
	ALIMENTACIÓN	1	4	5	2	1	4	3	48	48	SEMI CRITICO
	ESCAPE	1	2	5	2	1	6	3	30	30	NO CRITICO
	LUBRICACIÓN	2	4	5	2	4	8	3	55	110	CRITICO
	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	1	4	5	2	4	2	3	49	49	SEMI CRITICO
TREN DE FUERZA	LINEA CARDÁNICA	2	2	5	2	4	0	1	25	50	SEMI CRITICO
	NEUMÁTICOS	2	2	1	2	4	0	1	9	18	NO CRITICO
	POWER SHIFT	1	4	5	2	8	4	4	56	56	SEMI CRITICO
SISTEMA HIDRÁULICO	UNIDAD DE GIRO 360	1	4	5	6	8	6	4	138	138	CRITICO
	DIRECCIÓN, FRENOS SERVICIO Y PARQUEO	1	4	5	2	8	4	3	55	55	SEMI CRITICO
	ESTABILIZADOR DE GATOS HIDRÁULICOS	1	2	1	2	4	6	3	17	17	NO CRITICO
	TANQUE HIDRÁULICO	1	2	5	2	1	8	1	30	30	NO CRITICO

	BOMBA HIDRÁULICA POWER PACK	1	4	5	2	1	6	4	51	51	SEMI CRITICO
SISTEMA ELÉCTRICO	MOTOR ELÉCTRICO POWER PACK	1	4	5	2	1	2	3	46	46	SEMI CRITICO
	SENSORES, BOBINAS, POTENCIOMETROS, INTERRUPTORES, RELE Y LUCES	1	2	5	2	1	2	1	24	24	NO CRITICO
	PARQUEO Y ARRANQUE	2	4	5	2	4	2	1	47	94	CRITICO
	TABLEROS	1	2	5	2	4	0	3	27	27	SEMI CRITICO
	CABLE REEL	1	2	5	2	8	0	3	31	31	SEMI CRITICO
SISTEMA DE PERFORACION	VIGA DE PERFORACIÓN	2	2	5	2	8	4	3	35	70	CRITICO
	PERFORADORA	2	4	5	2	4	6	4	54	108	CRITICO
	COLUMNA DE PERFORACIÓN	2	4	5	2	4	8	4	56	112	CRITICO
ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN CENTRAL	1	4	5	6	4	0	4	128	128	CRITICO
	CABINA DE OPERADOR	1	2	5	2	4	2	3	29	29	NO CRITICO
SISTEMA AIRE - AGUA	BOMBA DE AGUA	2	4	5	2	1	4	3	48	96	CRITICO
	COMPRESOR DE AIRE	1	4	5	2	1	2	3	46	46	SEMI CRITICO
	LUBRICACIÓN DE PERFORADORA	1	2	5	2	1	6	3	30	30	NO CRITICO



Tabla 20. Criticidad de subsistemas de jumbos empernadores.

CRITICIDAD DE SISTEMAS EN FLOTA JUMBO EMPERNADORES											
SISTEMA	SUBSISTEMA	FRECUENCIA DE FALLA	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	IMPACTO EN PRODUCCION	TIEMPO MEDIO DE REPARACION	IMPACTO EN SEGURIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO POR COSTO DE MANTENIMIENTO	CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD
MOTOR	INYECCIÓN	1	4	5	6	4	8	4	136	136	CRITICO
	ADMISIÓN	2	4	5	2	4	4	4	52	104	CRITICO
	ALIMENTACIÓN	1	4	5	2	1	4	3	48	48	SEMI CRITICO
	ESCAPE	2	2	5	2	1	6	3	30	60	SEMI CRITICO
	LUBRICACIÓN	2	4	5	2	4	8	3	55	110	CRITICO
	ENFRIAMIENTO	1	4	5	2	4	2	3	49	49	SEMI CRITICO
TREN DE FUERZA	MANDOS FINALES	1	4	1	6	4	2	3	33	33	NO CRITICO
	EJES DIFERENCIALES	1	4	1	6	4	2	4	34	34	NO CRITICO
	LINEA CARDÁNICA	2	2	5	3	4	0	1	35	70	CRITICO
	NEUMÁTICOS	4	2	1	2	4	0	1	9	36	NO CRITICO
SISTEMA HIDRÁULICO	UNIDAD DE GIRO 360	1	4	5	2	8	6	4	58	58	SEMI CRITICO
	DIRECCION, FRENOS SERVICIO Y PARQUEO	1	4	5	2	8	4	3	55	55	SEMI CRITICO
	ESTABILIZADOR DE GATOS HIDRÁULICOS	1	2	1	2	4	6	3	17	17	NO CRITICO
	BOMBA POWER PACK	1	4	5	4	1	4	4	89	89	CRITICO
	TANQUE HIDRÁULICO	1	2	5	2	1	8	1	30	30	NO CRITICO
SISTEMA ELÉCTRICO	MOTOR ELECTRICO POWER PACK	2	4	5	2	1	2	3	46	92	CRITICO

	SENSORES, BOBINAS, POTENCIOMETROS, INTERRUPTORES, RELE Y LUCES	1	2	5	2	1	2	1	24	24	NO CRITICO
	PARQUEO Y ARRANQUE	2	2	5	2	4	2	1	27	54	SEMI CRITICO
	TABLEROS	2	2	5	2	4	0	3	27	54	SEMI CRITICO
	CABLE REEL	2	2	5	2	8	0	3	31	62	SEMI CRITICO
SISTEMA PERFORACIÓN	VIGA EMPERNADO	2	2	5	2	8	4	3	35	70	CRITICO
	VIGA DE PERFORACIÓN	2	2	5	2	8	4	3	35	70	CRITICO
	INTERCAMBIADOR DE BARRAS	3	2	5	2	4	2	1	27	81	CRITICO
	PERFORADORA	3	4	5	3	4	6	4	74	222	CRITICO
	COLUMNA DE EMPERNADO Y PERFORACION	2	4	5	2	4	8	4	56	112	CRITICO
ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN CENTRAL	1	4	5	2	4	0	4	48	48	SEMI CRITICO
	CABINA DE OPERADOR	1	2	5	2	4	2	3	29	29	NO CRITICO
SISTEMA AIRE - AGUA	BOMBA DE AGUA	2	4	5	2	1	4	3	48	96	CRITICO
	COMPRESOR DE AIRE	1	4	5	2	1	2	3	46	46	SEMI CRITICO
	LUBRICACIÓN DE PERFORADORA	1	2	5	2	1	6	3	30	30	NO CRITICO

**4.6.11.Determinación de funciones principales de los sistemas**

**a). – Funciones de los sistemas para los Scoop:**

Tabla 21. Funciones de los sistemas en Scoop

<b>SISTEMA</b>	<b>FUNCION PRINCIPAL</b>
<b>MOTOR</b>	Generar movimiento mecánico (rotación) a partir de la transformación de una energía del combustible, para ser distribuida a los distintos sistemas de una máquina.
<b>TREN DE FUERZA</b>	Transmitir o direccionar el movimiento producido por el motor, hacia una bomba hidráulica, hacia los ejes diferenciales, y hacia una caja de transmisión.
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>	Trasmitir el caudal generado por la bomba hidráulica hacia todos los componentes hidráulicos.
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	Encargado de conectar y llevar la energía eléctrica a cada componente de la maquina desde las baterías, controladas desde la cabina de operador.
<b>ESTRUCTURA</b>	Parte de un equipo encargada de proteger y ser el lugar donde se apoyan los demás componentes de la máquina para unirse a ellas.

**b). – Funciones de los sistemas para jumbos frontoneros:**

Tabla 22. Funciones de los sistemas en jumbos frontoneros

<b>SISTEMA</b>	<b>FUNCION PRINCIPAL</b>
<b>MOTOR</b>	Generar movimiento mecánico (rotación) a partir de la transformación de una energía del combustible, en estos equipos se utiliza solo para el desplazamiento de la maquina
<b>TREN DE FUERZA</b>	Transmitir o direccionar el movimiento producido por el motor, hacia los ejes diferenciales, y hacia una caja de transmisión para el cambio de velocidades
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>	Trasmitir el caudal generado por la bomba hidráulica hacia todos los componentes hidráulicos
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	Encargado de conectar y llevar la energía eléctrica a cada componente de la maquina desde las baterías, controladas desde la cabina de operador
<b>SISTEMA DE PERFORACIÓN</b>	Encargo de realizar o dar soporte de perforación
<b>ESTRUCTURA</b>	Parte de un equipo encargada de proteger y ser el lugar donde se apoyan los demás componentes de la máquina para unirse a ellas
<b>SISTEMA AIRE-AGUA</b>	Proporciona presión adecuada mediante aire o agua

**c). – Funciones de los sistemas para jumbos empernadores:**

Tabla 23. Funciones de los sistemas en jumbos empernadores

<b>SISTEMA</b>	<b>FUNCION PRINCIPAL</b>
<b>MOTOR</b>	Generar movimiento mecánico (rotación) a partir de la transformación de una energía del combustible, en estos equipos se utiliza solo para el desplazamiento de la maquina y movimiento de brazos de viga a una baja presión.
<b>TREN DE FUERZA</b>	Transmitir o direccionar el movimiento producido por el motor, hacia los ejes diferenciales, y hacia una caja de transmisión para el cambio de velocidades
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>	Trasmitir el caudal generado por la bomba hidráulica hacia todos los componentes hidráulicos
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	Encargado de conectar y llevar la energía eléctrica a cada componente de la maquina desde las baterías, controladas desde la cabina de operador
<b>SISTEMA DE PERFORACIÓN</b>	Encargo de realizar o dar soporte de perforación y empernado de barras para el sostenimiento
<b>ESTRUCTURA</b>	Parte de un equipo encargada de proteger y ser el lugar donde se apoyan los demás componentes de la máquina para unirse a ellas
<b>SISTEMA AIRE AGUA</b>	Proporciona presión adecuada mediante aire o agua

**4.6.12.Determinación de funciones de los subsistemas críticos**

**a). - Funciones de subsistemas críticos para scoop (S)**

Tabla 24. Funciones de subsistemas scoop

SCOOP					
CÓDIGO DE SISTEMA	SISTEMA	SUBSISTEMA	CÓDIGO	FUNCIONES PRINCIPALES	CÓDIGO DE FUNCIONES PRINCIPALES
1	MOTOR	INYECCIÓN	A	Inyecta combustible al motor.	S.1.A
		TRANSMISIÓN	B	Encargado de enviar el torque de salida a otros sistemas.	S.1.B
2	TREN DE FUERZA	EJES DIFERENCIALES	C	Encargado de dar direccional el toque hacia los mandos finales para el traslado del equipo.	S.2.C
		LÍNEA CARDÁNICA	D	Transmitir el torque de un punto a otro.	S.2.D
3	SISTEMA HIDRÁULICO	BOMBA HIDRÁULICA	E	Generar presión hidráulica a todo el sistema, compuesta en 3 cuerpos (levante y volteo, dirección, frenos).	S.3.E
4	SISTEMA ELÉCTRICO	TABLERO / ECM	F	Encargado de controlar todo el sistema eléctrico desde la cabina de operador	S.4.F
5	ESTRUCTURA	Z BAR	G	Permite dar giro o inclinación a la cuchara	S.5.G
		ARTICULACIÓN CENTRAL	H	encargado de dar giro de dirección al equipo.	S.5.H

**b). – Funciones de subsistemas críticos para jumbos frontoneros (F)**

Tabla 25. Funciones de subsistemas jumbos frontonero

FRONTONERO					
CÓDIGO DE SISTEMA	SISTEMA	SUBSISTEMA	CÓDIGO	FUNCIONES PRINCIPALES	CÓDIGO DE FUNCIONES PRINCIPALES
1	MOTOR	INYECCIÓN	A	Inyecta combustible al motor.	F.1.A
		LUBRICACIÓN	B	Distribuir aceite a partes móviles del motor.	F.1.B
2	SISTEMA HIDRÁULICO	UNIDAD DE GIRO 360°	C	Encargado de dar giro a la viga de perforación.	F.2.C
3	SISTEMA ELÉCTRICO	PARQUEO Y ARRANQUE	D	Dar paso a la activación de válvulas para el avance del equipo.	F.3.D
4	SISTEMA DE PERFORACIÓN	VIGA DE PERFORACIÓN	E	Encargado de guiar y dirigir la perforadora para poder realizar la perforación de la roca.	F.4.E
		PERFORADORA	F	Realizar la percusión, rotación y avance a una determinada presión de trabajo.	F.4.F
		COLUMNA DE PERFORACIÓN	G	Encargado del sostenimiento y posicionamiento; de las vigas de perforación y viga de empernado.	F.4.G
5	ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN CENTRAL	H	Encargado de dar giro de dirección al equipo.	F.5.H
6	SISTEMA AIRE AGUA	BOMBA DE AGUA	I	Proporcionar suministro de agua a alta presión al sistema.	F.6.I

**c). - Funciones de subsistemas críticos para jumbos empernadores (E)**

Tabla 26. Funciones de subsistemas jumbo empernador

EMPERNADOR					
CÓDIGO DE SISTEMA	SISTEMA	SUBSISTEMA	CÓDIGO	FUNCIONES PRINCIPALES	CÓDIGO DE FUNCIONES PRINCIPALES
1	MOTOR	INYECCIÓN	A	Inyecta combustible al motor.	E.1.A
		ADMISIÓN	B	Proveer aire limpio al motor.	E.1.B
		LUBRICACIÓN	C	Distribuir aceite a partes móviles del motor.	E.1.C
2	TREN DE FUERZA	LÍNEA CARDANICA	D	Transmitir torque de un punto a otro.	E.2.D
3	SISTEMA HIDRÁULICO	BOMBA POWER PACK	E	Generar presión hidráulica hacia el sistema hidráulico.	E.3.E
4	SISTEMA ELÉCTRICO	MOTOR ELÉCTRICO POWER PACK	F	Alimentar a la bomba power pack.	E.4.F
5	SISTEMA DE PERFORACIÓN	VIGA DE EMPERNADO	G	Encargado de guiar y dirigir la perforadora para poder colocar los pernos para el sostenimiento.	E.5.G
		VIGA DE PERFORACIÓN	H	Encargado de guiar y dirigir la perforadora para poder realizar la perforación de la roca.	E.5.H
		INTERCAMBIADOR DE BARRAS	I	Encargado de direccionar y colocar los pernos a la perforadora de empernado.	E.5.I
		COLUMNA DE EMPERNADO Y PERFORACIÓN	J	Encargado del sostenimiento y posicionamiento; de las vigas de perforación y viga de empernado.	E.5.J
		PERFORADORA	K	Realizar la percusión, rotación y avance a una determinada presión de trabajo.	E.5.K
6	SISTEMA AIRE-AGUA	BOMBA DE AGUA	L	Proporcionar suministro de agua a alta presión al sistema.	E.6.L



#### 4.6.13. Modos de falla en subsistemas

##### a). – Modos de falla en subsistemas críticos de scoop

Tabla 27. Modos de falla en subsistemas de scoop

SCOOP		
CÓDIGO DE FUNCIONES PRINCIPALES	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE MODO DE FALLA
S.1.A	Descalibración de inyectores.	S.1.A.1
	Inyectores obstruidos.	S.1.A.2
S.1.B	Contaminación de aceite motor con aceite hidráulico.	S.1.B.3
	Desgaste de dientes en cremallera	S.1.B.4
S.2.C	Desgaste de discos de freno de servicio.	S.1.C.5
	Descalibración del piñón de ataque.	S.1.C.6
	Fuga interna por el pistón de freno de servicio.	S.1.C.7
	Electroválvula no energizada del freno de parqueo.	S.1.C.8
S.2.D	Rotura de pernos de cruceta.	S.1.D.9
	Rotura de rodamientos de chumacera.	S.1.D.10
S.3.E	Fuga interna en el cuerpo de levante y volteo	S.1.E.11
	Fuga interna en el cuerpo de dirección.	S.1.E.12
	Fuga interna en el cuerpo de frenos de servicio.	S.1.E.13
	Filtros obstruidos	S.1.E.14
	Desgaste de alabes por cavitación en cualquiera de los cuerpos	S.1.E.15
S.4.F	Penetración de humedad al ECM.	S.1.F.16
	No realiza el enlace con el equipo	S.1.F.17
	Corto circuito	S.1.F.18
S.5.G	Rajadura por sobrefuerzo	S.1.G.19
	Desgaste de pines y bocinas	S.1.G.20
S.5.H	Desgaste de pines y bocinas	S.1.H.21

**b). – Modos de falla en subsistemas críticos de jumbos frontoneros**

Tabla 28. Modos de falla en subsistema jumbo frontonero

JUMBO FRONTONERO		
CÓDIGO DE FUNCIONES PRINCIPALES	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE MODO DE FALLA
F.1.A	Descalibración de inyectores.	F.1.A.22
	Inyectores obstruidos.	F.1.A.23
F.1.B	Fundición de motor.	F.1.B.24
F.2.C	Fuga interna de aceite hidráulico	F.1.C.25
	desgaste de alojamientos en el soporte de la unidad de giro.	F.1.C.26
	Fuga externa de aceite hidráulico	F.1.C.27
F.3.D	Bobinas no energizadas	F.1.D.28
	Sensor de presión de ejes diferenciales descalibrado	F.1.D.29
F.4.E	Desgaste prematuro de los pernos de cables.	F.1.E.30
	Desajuste de alojamientos de insertos de la mesa.	F.1.E.31
	Rotura de placa deslizante de la perforadora.	F.1.E.32
	Rotura de pernos de centralizador.	F.1.E.33
	Rotura de cable de avance o retorno.	F.1.E.34
	Recalentamiento motor de avance.	F.1.E.35
	Desgaste de las lanas.	F.1.E.36
F.4.F	Desgaste en los sellos de agua.	F.1.F.37
	Desgaste del shank.	F.1.F.38
	Desperfecto en el sistema hidráulico.	F.1.F.39
	Desgaste de diafragmas (falla del diafragma por regulación incorrecta).	F.1.F.40
	Desgaste de componentes internos.	F.1.F.41
F.4.G	Desajuste de los pernos de sincronización.	F.1.G.42
	Desgaste en el Cilindro hidráulico de extensión de viga empernado.	F.1.G.43
	Desgaste en el Cilindro hidráulico de extensión de viga perforación.	F.1.G.44
	Desgaste en el Cilindro hidráulico de pivot doble vástago.	F.1.G.45
F.5.H	Desgaste de pines y bocinas.	F.1.H.46
F.6.I	Baja presión de agua de mina.	F.1.I.47
	Bobinas no energizadas.	F.1.I.48

**c). – Modos de fallas en subsistemas críticos de jumbos empernadores**

Tabla 29. Modos de falla en subsistema jumbo empernador

EMPERNADOR		
CÓDIGO DE FUNCIONES PRINCIPALES	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE MODO DE FALLA
E.1.A	Descalibración de inyectores.	E.1.A.49
	Inyectores obstruidos.	E.1.A.50
E.1.B	filtro de admisión obstruidos.	E.1.B.51
	Baja presión de turbo.	E.1.B.52
E.1.C	Fundición de motor.	E.1.C.53
E.2.D	Rotura de pernos de cruceta.	E.1.D.54
	Rotura de rodamientos de chumacera.	E.1.D.55
E.3.E	Aceite contaminado.	E.1.E.56
	Filtros obstruidos.	E.1.E.57
	Corto circuito en el colector.	E.1.E.58
E.4.F	desgaste de contactores o relays.	E.1.F.59
E.5.G	Desgaste prematuro de los Sprokets.	E.5.G.60
	Desajuste de alojamientos de insertos de la mesa.	E.5.G.61
	Rotura de placa deslizante de la perforadora.	E.5.G.62
	Rotura de pernos de centralizador.	E.5.G.63
	Rotura de cadena.	E.5.G.64
	Desgaste de las laines.	E.5.G.65
	Recalentamiento motor de avance.	E.5.G.66
E.5.H	Desgaste prematuro de los Sprokets	E.5.H.67
	Desajuste de alojamientos de insertos de la mesa.	E.5.H.68
	Rotura de placa deslizante de la perforadora.	E.5.H.69
	Rotura de pernos de centralizador.	E.5.H.70
	Rotura de cadena.	E.5.H.71
	Desgaste de las laines.	E.5.H.72
E.5.I	Falla del sistema de rotación del intercambiador de barras.	E.5.I.73
	No extensión adecuada eje central y lateral.	E.5.I.74
	Desgaste en los guidores de pernos.	E.5.I.75
E.5.J	Desajuste de los pernos de sincronización	E.5.J.76
	Desgaste en el Cilindro hidráulico de extensión de viga empernado.	E.5.J.77
	Desgaste en el Cilindro hidráulico de extensión de viga perforación.	E.5.J.78
	Desgaste en el Cilindro hidráulico de pivot doble vástago.	E.5.J.79

E.5.K	Desgaste en los sellos de agua.	E.5.K.80
	Desgaste del shank.	E.5.K.81
	Desperfecto en el sistema hidráulico.	E.5.K.82
	Desgaste de diafragmas (falla del diafragma por regulación incorrecta).	E.5.K.83
	Desgaste de componentes internos.	E.5.K.84
E.6.L	Baja presión de agua de mina.	E.5.L.85
	bobinas no energizadas.	E.5.L.86

#### 4.6.14. Efectos de falla en subsistemas críticos

##### a). - Efectos de falla en subsistemas críticos de scoop

Tabla 30. Efectos de falla en subsistemas scoop

SCOOP	
CODIGO DE MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA
S.1.A.1	Humo, baja potencia, perdida de fuerza
S.1.A.2	Perdida de fuerza, emanación de humo, perdida de fuerza
S.1.B.3	Fuga de aceite por el arrancador, para de motor, deficiencia de aceite en caja de transmisión, ruido en la bomba de transmisión
S.1.B.4	Arranque deficiente, consumo de bendix de arrancador
S.2.C.5	Estancamiento de mandos finales
S.2.C.6	Rotura de dientes de piñón de ataque
S.2.C.7	Desgaste de discos de freno de servicio
S.2.C.8	Arrastre de mandos finales
S.2.D.9	Roturas de mangueras cercanas, rotura de protector de caja de transmisión
S.2.D.10	Rotura de pernos de cruceta
S.3.E.11	Perdida de presión en el sistema de levante y volteo
S.3.E.12	Perdida de presión en el sistema de dirección
S.3.E.13	Perdida de presión en el sistema de frenos
S.3.E.14	Recalentamiento de bomba de implementos
S.3.E.15	Rotura de cuerpos de la bomba de implementos
S.4.F.16	Corto circuito
S.4.F.17	Parada de equipo
S.4.F.18	Parada en todo el sistema eléctrico
S.5.G.19	Parada de equipo por seguridad, giro descontrolado de cuchara
S.5.G.20	Juego excesivo en cuchara, caída leve de cuchara
S.5.H.21	Juego excesivo en la articulación central, sobreesfuerzo de los cilindros de dirección

**b). - Efectos de falla en subsistemas críticos de jumbos frontoneros**

Tabla 31. Efectos de falla en subsistemas jumbo frontonero

JUMBOS FRONTONEROS	
CODIGO DE MODO DE FALLA	EFEECTO DE FALLA
F.1.A.22	Humo, baja potencia, perdida de fuerza
F.1.A.23	Perdida de fuerza, emanación de humo, perdida de fuerza
F.1.B.24	Parada de equipo
F.2.C.25	Perdida de precisión en posicionamiento de viga de perforación
F.2.C.26	Riesgo de caída de unidad de giro
F.2.C.27	Perdida de precisión en posicionamiento de viga de perforación
F.3.D.28	No arranque de motor eléctrico
F.3.D.29	No energiza bobinas
F.4.E.30	Inmovilización de la perforadora
F.4.E.31	Sujeción imperfecta de la perforadora
F.4.E.32	Detención del deslizamiento de perforadora
F.4.E.33	Salida de bocina de centralizador
F.4.E.34	Inmovilización de la perforadora
F.4.E.35	No hay avance de la perforadora
F.4.E.36	Avance lento o nulo de perforadora
F.4.F.37	Contaminación de sistema hidráulico con agua
F.4.F.38	Imposibilidad de uso de la perforadora
F.4.F.39	Se reduce el tiempo de vida de la perforadora
F.4.F.40	Pérdida de la amortiguación interna de la perforadora
F.4.F.41	Pérdida de las funciones de la perforadora
F.4.G.42	Des configuración del sistema de 3 tiempos
F.4.G.43	Raspado de los ejes impidiendo su normal función de expansión
F.4.G.44	Raspado de los ejes impidiendo su normal función de expansión
F.4.G.45	Desconfiguración del sistema de 3 tiempos
F.5.H.46	Juego excesivo en la articulación central, sobreesfuerzo de los cilindros de dirección
F.6.I.47	Lubricación deficiente en el barrido de perforación
F.6.I.48	Paralización de perforación

**b). - Efectos de falla en subsistemas críticos de jumbos empernadores**

Tabla 32. Efectos de falla en subsistemas jumbo empernador

JUMBOS EMPERNADORES	
CODIGO DE MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA
E.1.A.49	Humo, baja potencia, perdida de fuerza
E.1.A.50	Perdida de fuerza, emanación de humo, perdida de fuerza
E.1.B.51	Recalentamiento, emanación de humo
E.1.B.52	Recalentamiento, emanación de humo
E.1.C.53	Parada de equipo
E.2.D.54	Roturas de mangueras cercanas, rotura de protector de caja de transmisión
E.2.D.55	Rotura de pernos de cruceta
E.3.E.56	Destrucción de los componentes
E.3.E.57	Obstrucción del sistema hidráulico
E.3.E.58	No hay alimentación eléctrica en el equipo
E.4.F.59	No arrancan los motores eléctricos
E.5.G.60	Inmovilización de la perforadora
E.5.G.61	Sujeción imperfecta de la perforadora
E.5.G.62	Detención del deslizamiento de perforadora
E.5.G.63	Salida de bocina de centralizador
E.5.G.64	Inmovilización de la perforadora
E.5.G.65	No hay avance de la perforadora
E.5.G.66	Avance lento o nulo de perforadora
E.5.H.67	Inmovilización de la perforadora
E.5.H.68	Sujeción imperfecta de la perforadora
E.5.H.69	Detención del deslizamiento de perforadora
E.5.H.70	Salida de bocina de centralizador
E.5.H.71	Inmovilización de la perforadora

E.5.H.72	No hay avance de la perforadora
E.5.I.73	Rotación de la perforadora nula o lenta
E.5.I.74	Raspado de los ejes impidiendo su normal función de expansión
E.5.I.75	Des configuración del sistema de carrusel
E.5.J.76	Des configuración del sistema de 3 tiempos
E.5.J.77	Raspado de los ejes impidiendo su normal función de expansión
E.5.J.78	Raspado de los ejes impidiendo su normal función de expansión
E.5.J.79	Des configuración del sistema de 3 tiempos
E.5.K.80	Contaminación de sistema hidráulico con agua
E.5.K.81	Imposibilidad de uso de la perforadora
E.5.K.82	Se reduce el tiempo de vida de la perforadora
E.5.K.83	Pérdida de la amortiguación interna de la perforadora
E.5.K.84	Pérdida de las funciones de la perforadora
E.6.L.85	Lubricación deficiente en el barrido de perforación
E.6.L.86	Paralización de perforación

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados descriptivos

#### 5.1.1. Diagnósticos adecuados

Para la determinación de diagnósticos adecuados se generaron distintos cuadros de reportes diarios, semanales y de control de componentes entre ellos tenemos:

- **Cuadros de reportes diarios (véase en el anexo n°6, de la página 172).**
- **Cuadro de reportes semanales (véase en el anexo n°13, de la página 185).**
- **Control de perforadoras:**

Tabla 33. Frecuencia de mantenimiento de perforadoras

MODELO DE PERFORADORA	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO GENERAL (HRS)	EQUIPO QUE CORRESPONDE
HLX5	600	DD311/DD210
HC50	400	DS311 / MUKY FRONT FACE / SMALL BOLTER 99
HC20	800	DS311
HC28	800	SMALL BOLTER 99



Tabla 34. Control de perforadoras

EQUIPO	MODELO DE PERFORADORA	NUMERO DE SERIE	HORAS ACUMULADAS	HOROMETRO DE INSTALACION	FECHA DE INSTALACION	HOROMETRO ACTUAL	HORAS ACUMULADAS	HORAS TRABAJADAS POR DIA	DIAS PARA SU MANTTO	FECHA DE PROYECCION DE CAMBIO	DESCRIPCION
JUA-37	HC-50	H050A00F11	0	1147.46	11/12/2020	1188.77	41.31	0.5	1117	5/04/2024	
	HC-20	H020 B00099	0	819.5	13/02/2020	1188.77	369.27	0.5	861	24/07/2023	
JUA-44	HC-50	H050 A01527	121.42	859	10/03/2021	859	121.42	1.3	214	15/10/2021	SE ENVIARA A LIMA PARA SU REPARACION
	HC-20	H020 B00130	0	467	28/01/2020	859	392	1.3	314	23/01/2022	
JUA-54	HLX5	S048132	0	3872	30/10/2019	4476	604	1.3	-3	12/03/2021	
JUA-56	HC-50	H050 A01267	0	3230	23/02/2021	3277.2	47.2	1.3	271	27/09/1900	
	HC-20	H020 016141	0	2073	.....	3277.2	1204.2	1.3	-311	8/05/2020	EXISTE UN INFORME DEL DIA 03/08/20 EL CUAL DETALLA: QUE LA PERFORADORA YA CONTABA CON 825 HRS Y SE REQUERIA SU CAMBIO
JUA-60	HLX5	J048122	0	7202	9/03/2021	7234.55	32.55	5	113	6/07/2021	
JUA-67	HC-50	H050A00162	0	2165.7	9/07/2020	179.4	208.6	0.8	239	9/11/2021	SE CAMBIO HOROMETRO A LAS 2194.9, SE COLOCO UN HOROMETRO CON 0 HRS DE INICIO
JUA-71	HLX5	C048222	0	5379.1	23/12/2020	5649.37	270.27	3.1	106	29/06/2021	
JUA-76	HLX5	B048184	0	4054	23/09/2020	4646.54	592.54	2.9	3	18/03/2021	
JUA-87	HLX5	E048214	0	1302.5	23/09/2021	1816.42	513.92	2.7	32	16/04/2021	
JUA-89	HLX5	J048246	0	1733.1	17/12/2020	668.4	400.8	4.4	45	29/04/2021	SE CAMBIO HOROMETRO: H. DAÑADO: 2020.5 POR UN H.NUEVO: 555.0, EL DIA 16/02/21
JUA-91	HC-50	H050 A02389	403.3	169	10/03/2021	188.6	422.9	1.3	-18	25/02/2021	
	HC-50	H050 A01723	128.32	143.14	14/11/2020	188.6	173.78	1.3	174	5/09/2021	
JUA-96	HC-50	H050 A01666	0	269.5	8/03/2021	290.3	20.8	1.5	253	23/11/2021	
	HC-28	H028 A00197	0	0	19/08/2020	290.3	290.3	1.5	340	18/02/2022	

- **Control de cables 440v**

Tabla 35. Control de cables 440V para jumbos

CONTROL DE CABLE 440V								
EQUIPO	FECHA DE INSTALACION	HOROMETRO DE INSTALACION	ESTADO	HOROMETRO ACTUAL	HORAS TRABAJADA	DAÑOS O CORTES	OBSERVACIONES	CONDICION DEL ULTIMO PEDIDO
JUA-37	11/02/2021	557.9	USADO	66.9			SE COLOCA CABLE QUE SALE DEL JUA-67	NO SOLICITADO
JUA-44	17/12/2021	2820.9	USADO	3160.9			LLEGO EL DIA 10/10/20 PARA EL JUA-54, PERO SE INSTALA AL JUA-44	<b>SOLICITADO MES DE ABRIL</b>
JUA-54	3/02/2021	6498	<b>NUEVO</b>	6761.5	263.5			<b>ENVIADO MES DE ENERO</b>
JUA-56	10/10/2020	7767.5	<b>NUEVO</b>	8335	567.5			NO SOLICITADO
JUA-60	2/02/2021	10146.4	<b>NUEVO</b>	10583	436.6	03 CORTES PEQUEÑOS		<b>ENVIADO MES DE ENERO</b>
JUA-67	3/02/2021	4958.2	USADO	5050.1		BAJO AISLAMIENTO	SE COLOCA EL CABLE QUE SALE DEL JUA-76	<b>RECLAMAR A COMPAÑIA</b>
JUA-71	29/08/2021	525.3	USADO	1634.6		BAJO AISLAMIENTO	SE COLOCA CABLE QUE SALE DEL JUA-91, LUEGO DE SER SOLICITADO UNO DE ALMACEN DE COMPAÑIA PARA EL JUA-91 (08/08/20)	NO SOLICITADO
JUA-76	1/02/2021	6611	<b>NUEVO</b>	6765.2	154.2			<b>ENVIADO MES DE ENERO</b>
JUA-87	9/02/2021	3198	USADO	3502.3		BAJO AISLAMIENTO, SE	SE COLOCA EL CABLE QUE SALIO DEL JUA-91	<b>SOLICITADO MES DE ABRIL</b>
JUA-89	8/10/2021	2112.3	USADO	3123			SE COLOCA EL CABLE QUE SALE DEL JUA-37, LLEGA UN CABLE NUEVO PARA ESE EQUIPO CON GUIA 0004-00068	NO SOLICITADO
JUA-91	8/02/2021	401.3	<b>NUEVO</b>	641.88	240.58			<b>ENVIADO MES DE ENERO</b>
JUA-96	18/08/2020	0	<b>NUEVO</b>	1032	1032		AUN TIENE EL QUE VINO CON SU EQUIPO	NO SOLICITADO
JUA-91	20/03/2021	.....	<b>NUEVO</b>			.....	<b>SE ENTREGO A COMPAÑIA COMO PAGO POR EL CORTE DEL CABLE DEL EQUIPO JUA-95</b>	.....

### 5.1.2. Determinación de sistemas críticos

Con la creación de reportes diarios como primer objetivo, se determinaron los sistemas y subsistemas en cada equipo, lo que conlleva a lo siguiente:

- **Sistemas críticos para la flota scoop:**

Tabla 36. Resultados de sistemas críticos scoop

CRITICIDAD DE SISTEMAS EN FLOTA SCOOP			
SISTEMA	SUBSISTEMA	CRITICIDAD TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD
MOTOR	SISTEMA DE INYECCION	92	CRITICO
	SISTEMA DE ADMISION	44	SEMI CRITICO
	ALIMENTACION	44	SEMI CRITICO
	SISTEMA DE ESCAPE	13	NO CRITICO
	SISTEMA DE LUBRICACION	10	NO CRITICO
	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	27	SEMI CRITICO
	TRANSMISION	75	CRITICO
TREN DE FUERZA	MANDOS FINALES	53	SEMI CRITICO
	EJES DIFERENCIALES	134	CRITICO
	LINEA CARDANICA	138	CRITICO
	NEUMATICOS	46	SEMI CRITICO
SISTEMA HIDRAULICO	LEVANTE Y VOLTEO, DIRECCION, FRENOS	150	CRITICO
	MANGUERAS Y CONEXIONES HIDRAULICAS	19	NO CRITICO
	TANQUE HIDRAULICO	26	NO CRITICO
SISTEMA ELECTRICO	ARRANQUE MOTOR	42	SEMI CRITICO
	SENSORES, BOBINAS, RELE LUCES, POTENCIOMETROS, INTERRUPTORES	30	NO CRITICO
	TABLERO / ECM	87	CRITICO
	LUBRICACION	8	NO CRITICO
ESTRUCTURA	SOLDADURA EN CUCHARA	22	NO CRITICO
	SOLDADURA EN BOOM	42	SEMI CRITICO
	SOLDADURA EN Z BAR	82	CRITICO
	SOLDADURA EN ARTICULACION CENTRAL	122	CRITICO
	SOLDADURA EN CILINDROS	45	SEMI CRITICO
	SOLDADURA EN CABINA DE OPERADOR	25	NO CRITICO

- **Sistemas críticos para la flota jumbos frontoneros:**

Tabla 37. Resultados de sistemas críticos jumbo frontonero

CRITICIDAD DE SISTEMAS EN FLOTA JUMBOS FRONTONEROS			
SISTEMA	SUBSISTEMA	CRITICIDAD TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD
MOTOR	INYECCIÓN	136	CRITICO
	ADMISIÓN	52	SEMI CRITICO
	ALIMENTACIÓN	48	SEMI CRITICO
	ESCAPE	30	NO CRITICO
	LUBRICACIÓN	110	CRITICO
	ENFRIAMIENTO	49	SEMI CRITICO
TREN DE FUERZA	LÍNEA CARDÁNICA	50	SEMI CRITICO
	NEUMÁTICOS	18	NO CRITICO
	POWER SHIFT	56	SEMI CRITICO
SISTEMA HIDRÁULICO	UNIDAD DE GIRO 360	138	CRITICO
	SISTEMA DE DIRECCIÓN, FRENOS SERVICIO Y PARQUEO	55	SEMI CRITICO
	ESTABILIZADOR DE GATOS HIDRÁULICOS	17	NO CRITICO
	TANQUE HIDRÁULICO	30	NO CRITICO
	BOMBA POWER PACK	51	SEMI CRITICO
SISTEMA ELÉCTRICO	MOTOR ELÉCTRICO POWER PACK	46	SEMI CRITICO
	SENSORES, BOBINAS, POTENCIÓMETROS, INTERRUPTORES, RELÉ Y LUCES	24	NO CRITICO
	SISTEMA ELÉCTRICO PARQUEO Y ARRANQUE	94	CRITICO
	TABLEROS	27	SEMI CRITICO
	CABLE REEL	31	SEMI CRITICO
SISTEMA DE PERFORACIÓN	SISTEMA DE VIGA DE PERFORACIÓN	70	CRITICO
	PERFORADORA	108	CRITICO
	COLUMNA DE EMPERNADO Y PERFORACIÓN	112	CRITICO
ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN CENTRAL	128	CRITICO
	CABINA DE OPERADOR	29	NO CRITICO
SISTEMA AIRE - AGUA	BOMBA DE AGUA	96	CRITICO
	COMPRESOR DE AIRE	46	SEMI CRITICO
	LUBRICACIÓN DE PERFORADORA	30	NO CRITICO

- **Sistemas críticos para la flota jumbos empernadores:**

Tabla 38. Resultados de sistemas críticos jumbo empernador

CRITICIDAD DE SISTEMAS EN FLOTA JUMBO EMPERNADORES			
SISTEMA	SUBSISTEMA	CRITICIDAD TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD
MOTOR	INYECCIÓN	136	CRITICO
	ADMISIÓN	104	CRITICO
	ALIMENTACIÓN	48	SEMI CRITICO
	ESCAPE	60	SEMI CRITICO
	LUBRICACIÓN	110	CRITICO
	ENFRIAMIENTO	49	SEMI CRITICO
TREN DE FUERZA	MANDOS FINALES	33	NO CRITICO
	EJES DIFERENCIALES	34	NO CRITICO
	LÍNEA CARDÁNICA	70	CRITICO
	NEUMÁTICOS	36	NO CRITICO
SISTEMA HIDRÁULICO	UNIDAD DE GIRO 360	58	SEMI CRITICO
	DIRECCIÓN, FRENOS SERVICIO Y PARQUEO	55	SEMI CRITICO
	ESTABILIZADOR DE GATOS HIDRÁULICOS	17	NO CRITICO
	BOMBA POWER PACK	89	CRITICO
	TANQUE HIDRÁULICO	30	NO CRITICO
SISTEMA ELÉCTRICO	MOTOR ELÉCTRICO POWER PACK	92	CRITICO
	SENSORES, BOBINAS, RELÉ, LUCES, POTENCIÓMETROS, INTERRUPTORES	24	NO CRITICO
	SISTEMA ELÉCTRICO PARQUEO Y ARRANQUE	54	SEMI CRITICO
	TABLEROS	54	SEMI CRITICO
	CABLE REEL	62	SEMI CRITICO
SISTEMA PERFORACIÓN	VIGA DE EMPERNADO	70	CRITICO
	VIGA DE PERFORACIÓN	70	CRITICO
	INTERCAMBIADOR DE BARRAS	81	CRITICO
	PERFORADORA	222	CRITICO
	COLUMNA DE EMPERNADO Y PERFORACIÓN	112	CRITICO
ESTRUCTURA	ARTICULACIÓN CENTRAL	48	SEMI CRITICO
	CABINA DE OPERADOR	29	NO CRITICO
SISTEMA AIRE - AGUA	BOMBA DE AGUA	96	CRITICO
	COMPRESOR DE AIRE	46	SEMI CRITICO
	LUBRICACIÓN DE PERFORADORA	30	NO CRITICO

### 5.1.3. Determinación de procesos de mantenimiento

Una vez hallado los sistemas y subsistemas críticos, se evaluó las causas, efectos y los procedimientos de mantenimientos a realizar para disminuir el exceso de paradas correctivas y por ende la elevación de la disponibilidad, como resultado se obtuvo:

- **Procedimientos de mantenimiento para scoop:**

Tabla 39. Procedimiento de mantenimiento scoop

SCOOP					
SISTEMA	SUBSISTEMA	FUNCIONES EN SUBSISTEMAS	CODIGO DE MODO DE FALLA	TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS A EJECUTAR
1	A	1	S.1.A.1	mantenimiento predictivo	Cambio de inyectores para su calibración
		2	S.1.A.2	mantenimiento predictivo	Cambio de inyectores para su calibración
	B	3	S.1.B.3	mantenimiento preventivo	Cambio de reten de compartimiento motor- convertidor, limpieza y rellenado de aceites
		4	S.1.B.4	mantenimiento preventivo	Desacoplamiento motor-convertidor, giro o cambio de volante
2	C	5	S.2.C.5	mantenimiento predictivo	Cambio de paquete de discos
		6	S.2.C.6	mantenimiento predictivo	Cambio de piñón de ataque, calibración y pruebas de reparación
		7	S.2.C.7	mantenimiento predictivo	Cambio de paquete de discos
		8	S.2.C.8	mantenimiento correctivo	Cambio de electroválvula, verificar continuidad
	D	9	S.2.D.9	mantenimiento predictivo	Cambio de pernos y cruceta periódicamente
		10	S.2.D.10	mantenimiento preventivo	Cambio de pernos y cruceta periódicamente
3	E	11	S.3.E.11	mantenimiento preventivo	Reparación o cambio de bomba de implementos

		12	S.3.E.12	mantenimiento preventivo	Reparación o cambio de bomba de implementos
		13	S.3.E.13	mantenimiento preventivo	Reparación o cambio de bomba de implementos
		14	S.3.E.14	mantenimiento preventivo	Reparación o cambio de cuerpos de bomba de implementos
		15	S.3.E.15	mantenimiento preventivo	Reparación o cambio de cuerpos de bomba de implementos
4	F	16	S.4.F.16	mantenimiento preventivo	Cambio de ECM
		17	S.4.F.17	mantenimiento correctivo	Verificar pines de chupones de enlace
		18	S.4.F.18	mantenimiento correctivo	Verificar continuidad del cableado eléctrico
5	G	19	S.5.G.19	mantenimiento correctivo	Trabajos de soldadura en la sección afectada
		20	S.5.G.20	mantenimiento preventivo	Cambio de pines y bocinas, limpieza de líneas de engrase
		21	S.5.H.21	mantenimiento preventivo	Cambio de pines y bocinas, limpieza de líneas de engrase

- **Procedimientos de mantenimiento para jumbos frontoneros:**

Tabla 40. Procedimiento de mantenimiento jumbo frontonero

JUMBOS FRONTONEROS					
SISTEMA	SUBSISTEMA	FUNCIONES EN SUBSISTEMAS	CODIGO DE MODO DE FALLA	TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS PARA PREVENIR
1	A	22	F.1.A.22	mantenimiento predictivo	Cambio de inyectores para su calibración
		23	F.1.A.23	mantenimiento predictivo	Cambio de inyectores para su calibración
	B	24	F.1.B.24	mantenimiento preventivo	Verificación del nivel de lubricante. Seguimiento del estado del aceite.
2	C	25	F.2.C.25	mantenimiento preventivo	Cambio de kit de sellos
		26	F.2.C.26	mantenimiento preventivo	Cambio de pernos de sujeción Colocación de insertos en los alojamientos
		27	F.2.C.27	mantenimiento preventivo	Cambio de kit de sellos
3	D	28	F.3.D.28	mantenimiento correctivo	Cambio de bobinas, verificar continuidad
		29	F.3.D.29	mantenimiento correctivo	Verificar calibración de sensor, cambio del componente
4	E	30	F.4.E.30	mantenimiento correctivo	Cambio de pernos de cable de avance o retorno.
		31	F.4.E.31	mantenimiento preventivo	Inspeccionar la meza antes y después de cada frente
		32	F.4.E.32	mantenimiento preventivo	Inspeccionar la meza antes y después de cada frente.
		33	F.4.E.33	mantenimiento preventivo	Realiza un limpiado y engrase.
		34	F.4.E.34	mantenimiento preventivo	Cambio de cable de avance o retorno. Verificar el correcto ajustar antes de cada frente.



		35	F.4.E.35	mantenimiento preventivo	Realiza un limpiado y engrase.
		36	F.4.E.36	mantenimiento correctivo	Cambio de bomba Hidráulica.
	F	37	F.4.F.37	mantenimiento correctivo	Cambio de los sellos de agua.
		38	F.4.F.38	mantenimiento preventivo	Verificar el estado del shank adapter
		39	F.4.F.39	mantenimiento predictivo	Chequear el estado del aceite periódicamente
		40	F.4.F.40	mantenimiento preventivo	Verificar que las presiones sean las adecuadas antes de cada frente de trabajo
		41	F.4.F.41	mantenimiento preventivo	Inspección de partes y mantenimiento general
		G	42	F.4.G.42	mantenimiento preventivo
	43		F.4.G.43	mantenimiento preventivo	Realiza limpieza, engrase antes y después de los frentes de trabajo.
	44		F.4.G.44	mantenimiento preventivo	Realiza limpieza, engrase antes y después de los frentes de trabajo.
	45		F.4.G.45	mantenimiento preventivo	Regular antes de cada frente de trabajo los pernos de sincronización.
5	H	46	F.5.H.46	mantenimiento preventivo	Barrenado de alojamientos, embocinado y limpieza de puntos de engrase
6	J	47	F.6.I.47	mantenimiento correctivo	Regular presión de agua antes de cada frente de trabajo
		48	F.6.I.48	mantenimiento correctivo	Limpieza o cambio de bobinas

- **Procedimientos de mantenimiento para jumbo empernador:**

Tabla 41. Procedimiento de mantenimiento jumbo empernador

JUMBOS EMPERNADORES					
SISTEMA	SUBSISTEMA	FUNCIONES EN SUBSISTEMAS	CODIGO DE MODO DE FALLA	TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS PARA PREVENIR
1	A	49	E.1.A.49	mantenimiento predictivo	Cambio de inyectores para su calibración
		50	E.1.A.50	mantenimiento predictivo	Cambio de inyectores para su calibración
	B	51	E.1.B.51	mantenimiento preventivo	Cambio de filtros de admisión periódicamente
		52	E.1.B.52	mantenimiento preventivo	Cambio de turbo
	C	53	E.1.C.53	mantenimiento preventivo	Verificación del nivel de lubricante. Seguimiento del estado del aceite.
2	D	54	E.2.D.54	mantenimiento predictivo	Cambio de pernos y crucetas periódicamente
		55	E.2.D.55	mantenimiento predictivo	Cambio de pernos y crucetas periódicamente
3	E	56	E.3.E.56	mantenimiento preventivo	Limpieza de tanque y cambio de aceites hidráulicos periódicamente
		57	E.3.E.57	mantenimiento preventivo	Cambio de filtros hidráulicos periódicamente
		58	E.3.E.58	mantenimiento correctivo	Verificar continuidad de sistema eléctrico en el colector
4	F	59	E.4.F.59	mantenimiento correctivo	Verificar funcionamiento de contactores y relays
5	G	60	E.5.G.60	mantenimiento correctivo	Cambio de Sprokets.
		61	E.5.G.61	mantenimiento preventivo	Inspeccionar la meza antes y después de cada frente
		62	E.5.G.62	mantenimiento preventivo	Inspeccionar la meza antes y después de cada frente.
		63	E.5.G.63	mantenimiento preventivo	Realiza un limpiado y engrase.
		64	E.5.G.64	mantenimiento preventivo	Verificar el correcto ajustar antes de cada frente

				Realiza un limpiado y engrase.
	65	E.5.G.65	mantenimiento preventivo	Realiza un limpiado y engrase.
	66	E.5.G.66	mantenimiento correctivo	Cambio de bomba hidráulica
	67	E.5.H.67	mantenimiento correctivo	Cambio de cable de avance o retorno
	68	E.5.H.68	mantenimiento preventivo	Inspeccionar la meza antes y después de cada frente
	69	E.5.H.69	mantenimiento preventivo	Inspeccionar la meza antes y después de cada frente.
	70	E.5.H.70	mantenimiento preventivo	Realiza un limpiado y engrase.
	71	E.5.H.71	mantenimiento preventivo	Verificar el correcto ajustar antes de cada frente Realiza un limpiado y engrase.
	72	E.5.H.72	mantenimiento preventivo	Realiza un limpiado y engrase.
	73	E.5.I.73	mantenimiento correctivo	Cambio de bomba y engrase.
	74	E.5.I.74	mantenimiento preventivo	Realiza limpieza, engrase antes y después de los frentes de trabajo.
	75	E.5.I.75	mantenimiento preventivo	Regular antes de cada frente de trabajo los pernos de sincronización.
	76	E.5.J.76	mantenimiento preventivo	Regular antes de cada frente de trabajo los pernos de sincronización.
	77	E.5.J.77	mantenimiento preventivo	Realiza limpieza, engrase antes y después de los frentes de trabajo.
	78	E.5.J.78	mantenimiento preventivo	Realiza limpieza, engrase antes y después de los frentes de trabajo.
	79	E.5.J.79	mantenimiento preventivo	Regular antes de cada frente de trabajo los pernos de sincronización.
	80	E.5.K.80	mantenimiento correctivo	Cambio de los sellos de agua.
	81	E.5.K.81	mantenimiento preventivo	Verificar el estado del shank adapter
	82	E.5.K.82	mantenimiento predictivo	Chequear el estado del aceite periódicamente
	83	E.5.K.83	mantenimiento preventivo	Verificar que las presiones sean las adecuadas antes de cada frente de trabajo
	84	E.5.K.84	mantenimiento preventivo	Inspección de partes y mantenimiento general
6	85	E.6.L.85	mantenimiento correctivo	Regular presión de agua antes de cada frente de trabajo
	86	E.6.L.86	mantenimiento correctivo	Limpieza o cambio de bobinas

## 5.2. Resultados estadísticos

### 5.2.1. Disponibilidad mecánica en scoop

Tabla 42. Disponibilidad mecánica de scoop

DISPONIBILIDAD SEMANAL DE SCOOP								
SEMANA/EQUIPOS	SCA-127	SCA-158	SCA-160	SCA-183	SCA-184	SCA-186	SCA-187	SCA-189
SEMANA 40 - 2020	74.44%	78.89%	74.68%	69.18%	75.83%	75.83%	72.01%	76.46%
SEMANA 41 - 2020	73.45%	81.07%	82.38%	95.54%	82.86%	83.63%	85.83%	94.15%
SEMANA 42 - 2020	75.96%	82.61%	93.60%	95.39%	85.54%	95.83%	83.75%	88.10%
SEMANA 43 - 2020	75.54%	84.45%	61.13%	51.33%	79.39%	95.24%	83.05%	95.14%
SEMANA 44 - 2020	76.90%	84.05%	0.04%	90.18%	85.19%	93.55%	85.95%	94.64%
SEMANA 45 - 2020	42.28%	77.48%	34.55%	78.08%	88.10%	87.30%	84.64%	94.74%
SEMANA 46 - 2020	0.04%	31.55%	86.31%	95.83%	87.80%	93.75%	89.29%	93.30%
SEMANA 47 - 2020	0.04%	79.07%	92.26%	88.39%	84.94%	90.48%	91.12%	81.85%
SEMANA 48 - 2020	0.04%	74.88%	80.95%	87.60%	85.86%	90.87%	93.10%	93.50%
SEMANA 49 - 2020	0.04%	79.67%	90.26%	95.24%	85.83%	93.95%	91.67%	80.26%
SEMANA 50 - 2020	50.02%	77.02%	84.52%	95.83%	86.35%	94.05%	94.35%	21.46%
SEMANA 51 - 2020	83.15%	78.60%	92.26%	94.20%	88.77%	88.10%	95.83%	77.39%
SEMANA 52 - 2020	85.36%	79.50%	81.85%	92.14%	85.83%	95.54%	85.60%	89.29%
SEMANA 53 - 2020	85.25%	78.25%	67.93%	95.83%	87.33%	80.17%	95.00%	93.58%
SEMANA 01 - 2021	85.54%	80.68%	21.13%	95.83%	89.94%	76.79%	94.64%	95.42%
SEMANA 02 - 2021	81.55%	85.83%	77.50%	83.78%	89.82%	95.83%	84.82%	84.23%
SEMANA 03 - 2021	87.29%	87.50%	90.77%	94.64%	98.75%	80.48%	90.77%	85.83%
SEMANA 04 - 2021	88.64%	89.93%	82.14%	95.36%	82.74%	90.06%	95.83%	94.64%
SEMANA 05 - 2021	87.38%	0.04%	95.83%	89.76%	95.83%	95.24%	95.83%	89.70%
SEMANA 06 - 2021	92.86%	26.81%	72.45%	94.05%	89.40%	90.95%	93.33%	95.24%
SEMANA 07 - 2021	63.11%	13.31%	94.64%	82.44%	93.45%	93.57%	86.61%	91.07%
SEMANA 08 - 2021	0.04%	2.42%	81.37%	93.45%	89.88%	90.77%	95.83%	94.64%
SEMANA 09 - 2021	78.87%	90.64%	92.26%	93.87%	94.64%	94.64%	95.83%	68.16%
SEMANA 10 - 2021	89.83%	91.36%	90.89%	91.79%	90.89%	87.26%	90.00%	87.44%
SEMANA 11 - 2021	78.13%	95.83%	91.67%	92.86%	86.43%	89.58%	93.75%	90.18%
SEMANA 12 - 2021	0.04%	93.24%	95.83%	37.23%	95.83%	95.54%	93.69%	94.94%
SEMANA 13 - 2021	0.04%	94.83%	94.64%	87.02%	89.40%	95.83%	73.76%	93.45%
SEMANA 14 - 2021	89.54%	95.83%	83.04%	95.83%	55.96%	94.17%	81.55%	88.69%
SEMANA 15 - 2021	88.69%	75.77%	82.80%	92.32%	77.62%	87.32%	95.42%	94.05%

Grafico N°1. - Disponibilidad promedio de scoop

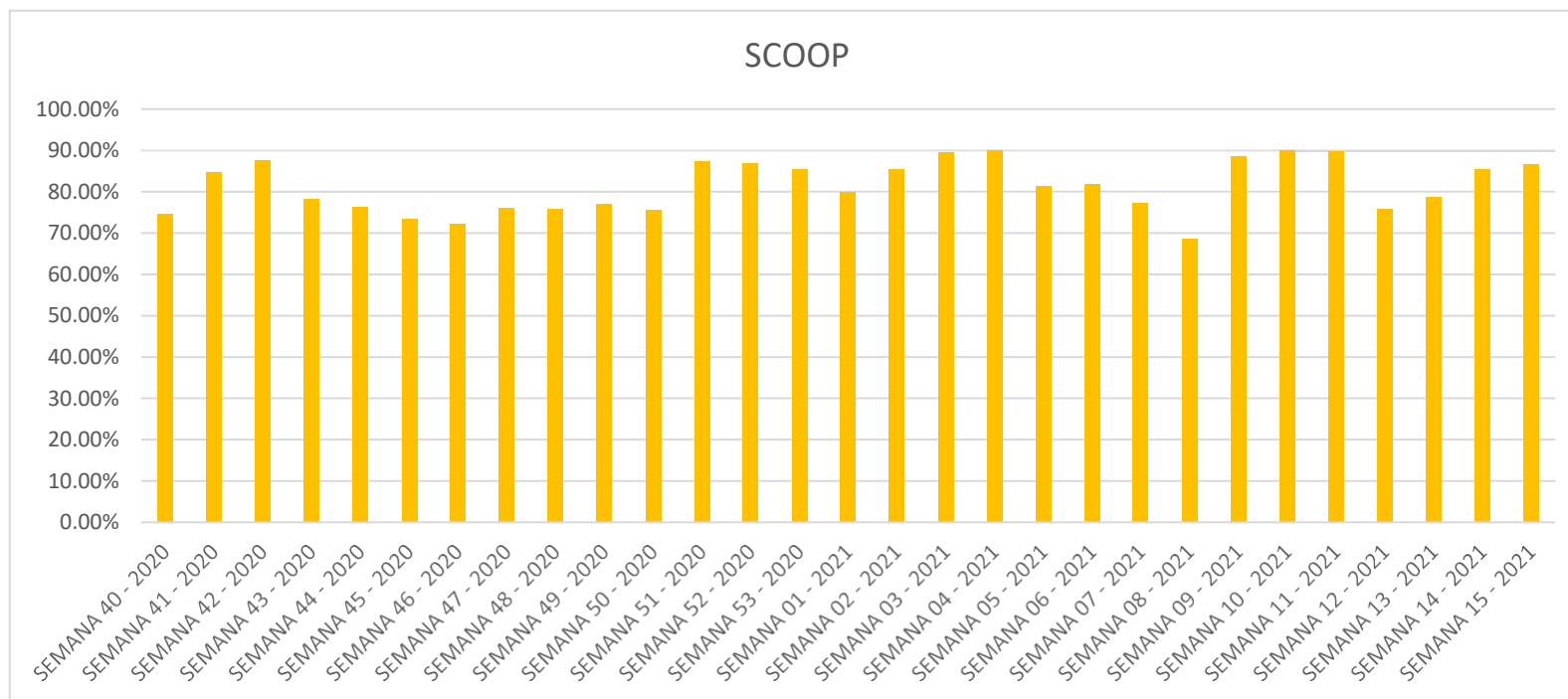


Tabla 43. Análisis de la disponibilidad mecánica de scoop

ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE SCOOP	
EQUIPOS	MOTIVO
SCA-127	<p><b>Semana 45 al 50 – 2020:</b> Mantenimiento programado, fuego excesivo en pines y bocinas de articulación central.</p> <p><b>Semana 07 al 13 – 2021:</b> Fuga de petróleo por bomba de inyección / falla de bomba de inyección.</p>
SCA-158	<p><b>Semana 46 – 2020:</b> Fisura en el Z bar, juego excesivo del pin de cuchara, collet roto.</p> <p><b>Semana 05 al 08 – 2021:</b> Rotura de oring de diferencial delantero de freno de servicio/ se soluciona trabajando 24 horas y vuelve a fallas por las mismas causas.</p>
SCA-160	<p><b>Semana 43 al 45 – 2020:</b> Falla de bomba hidráulica. se encuentra a la espera del repuesto.</p> <p><b>Semana 01 – 2021:</b> Rotura de pin y collet de dirección, sonido anormal en la bomba de implementos.</p>
SCA-183	<p><b>Semana 43 – 2020:</b> Rotura de cruceta articulación central, chumacera y mangueras.</p>
SCA-184	<p><b>Semana 14 – 2021:</b> Fuga de aceite por oring de manguera de cilindro de levante izquierdo/ se realizan trabajos correctivos en cuchara y link, juego excesivo en pines y bocinas en los puños de cuchara/ Se realiza mantenimiento preventivo programado 2000 horas.</p>
SCA-189	<p><b>Semana 50 – 2020:</b> Reparación de joystick de marcha, equipo queda inoperativo por contaminación de aceite de motor hacia la transmisión.</p>

## 5.2.2. Disponibilidad mecánica en jumbos frontoneros

Tabla 44. Disponibilidad mecánica de jumbos frontoneros

DISPONIBILIDAD SEMANAL DE JUMBOS FRONTONEROS							
SEMANA/EQUIPOS	JUA-54	JUA-60	JUA-67	JUA-71	JUA-76	JUA-87	JUA-89
SEMANA 40 - 2020	73.75%	87.50%	83.67%	89.13%	82.83%	93.06%	62.53%
SEMANA 41 - 2020	75.83%	89.14%	88.39%	89.58%	83.30%	90.87%	91.52%
SEMANA 42 - 2020	56.71%	95.43%	85.96%	92.66%	83.35%	74.40%	83.33%
SEMANA 43 - 2020	82.15%	86.31%	84.08%	83.93%	82.79%	92.14%	94.94%
SEMANA 44 - 2020	75.54%	6.85%	89.99%	91.32%	77.65%	93.87%	92.32%
SEMANA 45 - 2020	79.29%	0.00%	82.86%	91.07%	78.86%	91.07%	95.24%
SEMANA 46 - 2020	79.94%	34.23%	87.14%	90.75%	76.61%	90.48%	95.54%
SEMANA 47 - 2020	81.96%	90.97%	88.56%	77.98%	78.10%	80.54%	84.82%
SEMANA 48 - 2020	81.47%	92.66%	86.35%	83.11%	65.18%	94.94%	95.24%
SEMANA 49 - 2020	81.96%	86.71%	89.13%	95.83%	81.24%	84.52%	94.54%
SEMANA 50 - 2020	80.48%	88.99%	87.86%	95.54%	81.50%	95.24%	90.48%
SEMANA 51 - 2020	0.04%	83.75%	84.23%	93.87%	84.52%	95.42%	88.39%
SEMANA 52 - 2020	0.04%	92.86%	77.08%	50.02%	84.17%	94.40%	87.02%
SEMANA 53 - 2020	0.04%	95.58%	91.25%	92.25%	82.17%	95.42%	86.42%
SEMANA 01 - 2021	0.04%	93.27%	94.58%	94.35%	87.26%	73.16%	91.07%
SEMANA 02 - 2021	0.04%	91.55%	94.64%	85.71%	89.88%	95.39%	92.26%
SEMANA 03 - 2021	0.04%	71.08%	88.69%	88.39%	96.13%	95.71%	90.77%
SEMANA 04 - 2021	0.04%	94.94%	93.93%	87.86%	95.83%	92.80%	93.15%
SEMANA 05 - 2021	5.39%	91.07%	77.20%	91.90%	82.56%	95.83%	93.75%
SEMANA 06 - 2021	89.88%	95.54%	92.86%	92.50%	0.08%	86.90%	95.54%
SEMANA 07 - 2021	95.83%	89.29%	88.10%	86.49%	0.04%	92.74%	87.50%
SEMANA 08 - 2021	88.99%	88.33%	94.02%	82.14%	50.02%	90.30%	95.83%
SEMANA 09 - 2021	89.11%	95.83%	92.68%	91.25%	91.90%	92.26%	95.83%
SEMANA 10 - 2021	95.24%	88.51%	95.83%	93.33%	94.35%	87.98%	93.75%
SEMANA 11 - 2021	94.64%	94.94%	93.27%	80.66%	84.82%	94.64%	76.20%
SEMANA 12 - 2021	92.38%	90.42%	91.73%	92.74%	86.73%	93.45%	95.36%
SEMANA 13 - 2021	93.27%	91.49%	76.19%	95.18%	94.35%	94.76%	81.01%
SEMANA 14 - 2021	94.76%	93.87%	77.50%	93.87%	81.55%	77.39%	94.23%
SEMANA 15 - 2021	89.29%	95.83%	81.49%	87.02%	95.83%	93.39%	95.36%

Grafico N°2. - Disponibilidad promedio de jumbos frontoneros

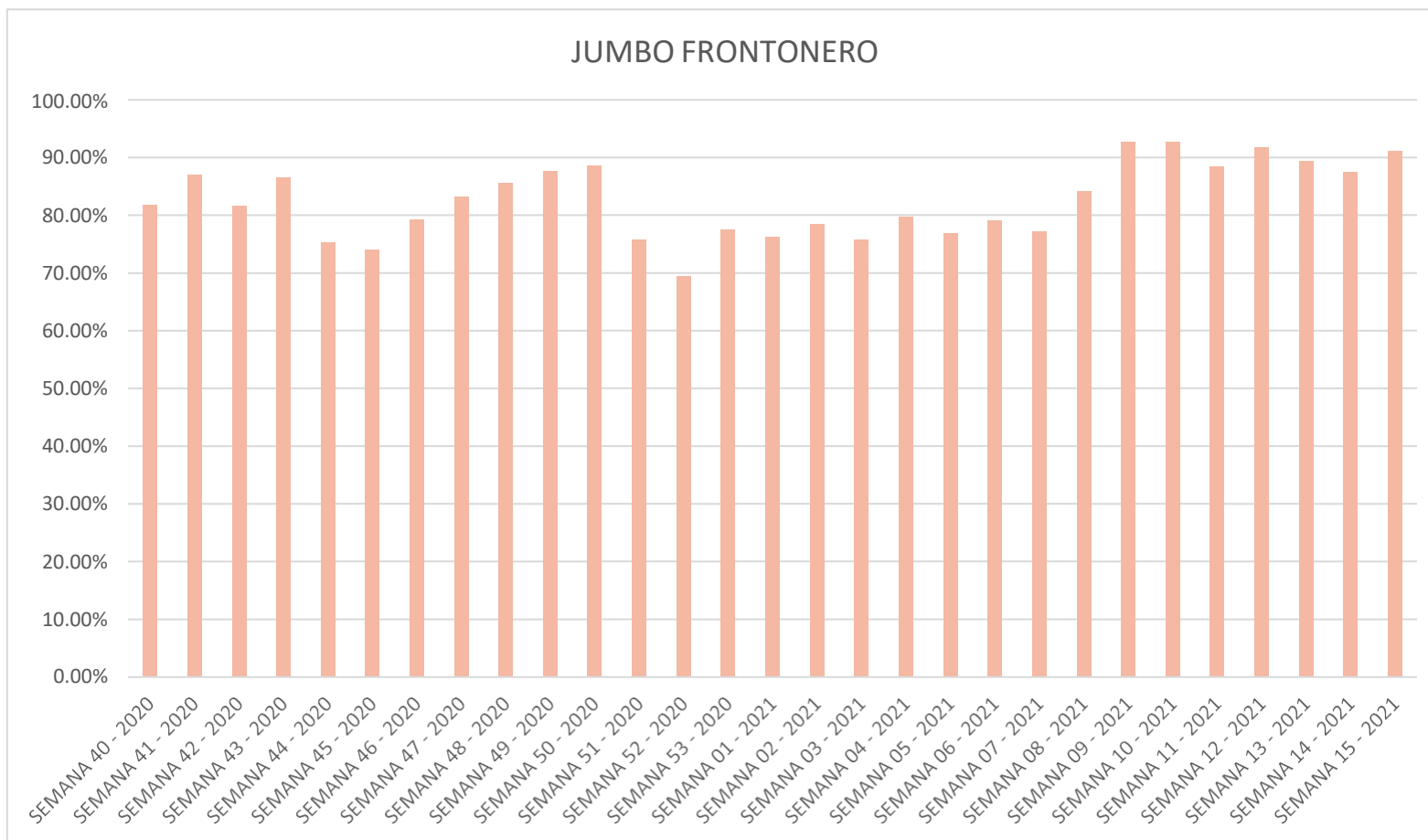




Tabla 45. Análisis de disponibilidad de jumbos frontoneros

ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD DE JUMBOS FRONTONEROS	
EQUIPOS	MOTIVOS
JUA-54	<p><b>Semana 42 – 2020:</b> Falla en el contactor del sistema eléctrico de arranque Diesel / Falla de contactor y rectificador de sistema de arranque de power pack / Corto circuito de cables de tablero eléctrico principal.</p> <p><b>Semana 51 del 2020 al 05 del 2021:</b> Juego excesivo de pines y bocina en viga y articulación central.</p>
JUA-60	<p><b>Semana 44 al 46 – 2020:</b> Fuga de aceite excesivo en la unidad de giro 360°.</p>
JUA-71	<p><b>Semana 52 – 2020:</b> Juego excesivo en pines y bocinas del brazo de boom.</p>
JUA-76	<p><b>Semana 48 – 2020:</b> Fuga de aceite por unidad de giro 360° / Rotura de cable de alimentación 440v.</p>
JUA-89	<p><b>Semana 40 – 2020:</b> Mantenimiento de 250 horas compresor y 50 horas perforadora.</p>

### 5.2.3. Disponibilidad mecánica en jumbos empernadores

Tabla 46. Disponibilidad de jumbos empernadores

DISPONIBILIDAD SEMANAL DE EMPERNADORES					
SEMANA/EQUIPOS	JUA-37	JUA-44	JUA-56	JUA-91	JUA-96
SEMANA 40 - 2020	74.32%	74.79%	81.49%	90.83%	83.99%
SEMANA 41 - 2020	78.35%	75.78%	79.58%	86.51%	83.75%
SEMANA 42 - 2020	85.14%	68.80%	75.54%	80.06%	85.04%
SEMANA 43 - 2020	86.37%	80.83%	75.24%	21.95%	75.92%
SEMANA 44 - 2020	81.73%	77.90%	75.42%	9.86%	81.67%
SEMANA 45 - 2020	81.55%	76.61%	75.24%	80.05%	86.88%
SEMANA 46 - 2020	85.12%	80.24%	81.37%	95.35%	90.48%
SEMANA 47 - 2020	85.94%	80.15%	70.18%	87.48%	77.98%
SEMANA 48 - 2020	79.83%	81.86%	73.50%	87.55%	91.60%
SEMANA 49 - 2020	71.07%	84.05%	81.85%	87.60%	86.90%
SEMANA 50 - 2020	24.83%	80.94%	76.90%	86.01%	86.01%
SEMANA 51 - 2020	29.76%	82.56%	78.99%	86.31%	88.69%
SEMANA 52 - 2020	61.62%	75.12%	81.75%	87.44%	92.08%
SEMANA 53 - 2020	91.42%	82.50%	82.75%	67.08%	92.83%
SEMANA 01 - 2021	95.06%	89.88%	84.94%	89.12%	95.83%
SEMANA 02 - 2021	68.57%	89.26%	86.74%	89.05%	95.83%
SEMANA 03 - 2021	0.42%	91.46%	83.57%	92.86%	89.29%
SEMANA 04 - 2021	0.42%	85.95%	81.07%	92.68%	87.08%
SEMANA 05 - 2021	41.31%	84.94%	85.98%	95.65%	89.88%
SEMANA 06 - 2021	92.86%	85.37%	85.60%	79.79%	87.86%
SEMANA 07 - 2021	5.10%	86.19%	87.38%	80.06%	85.63%
SEMANA 08 - 2021	0.04%	88.69%	90.60%	91.37%	88.69%
SEMANA 09 - 2021	0.04%	95.83%	91.23%	85.44%	88.63%
SEMANA 10 - 2021	79.11%	0.04%	93.83%	90.30%	88.69%
SEMANA 11 - 2021	92.56%	0.04%	57.33%	95.24%	92.14%
SEMANA 12 - 2021	95.12%	0.04%	0.04%	91.37%	86.96%
SEMANA 13 - 2021	92.86%	20.86%	95.83%	92.74%	86.55%
SEMANA 14 - 2021	95.24%	94.52%	88.69%	87.98%	89.17%
SEMANA 15 - 2021	93.45%	85.71%	95.36%	93.75%	92.20%

Grafico N°3. - Disponibilidad promedio de jumbos empernadores

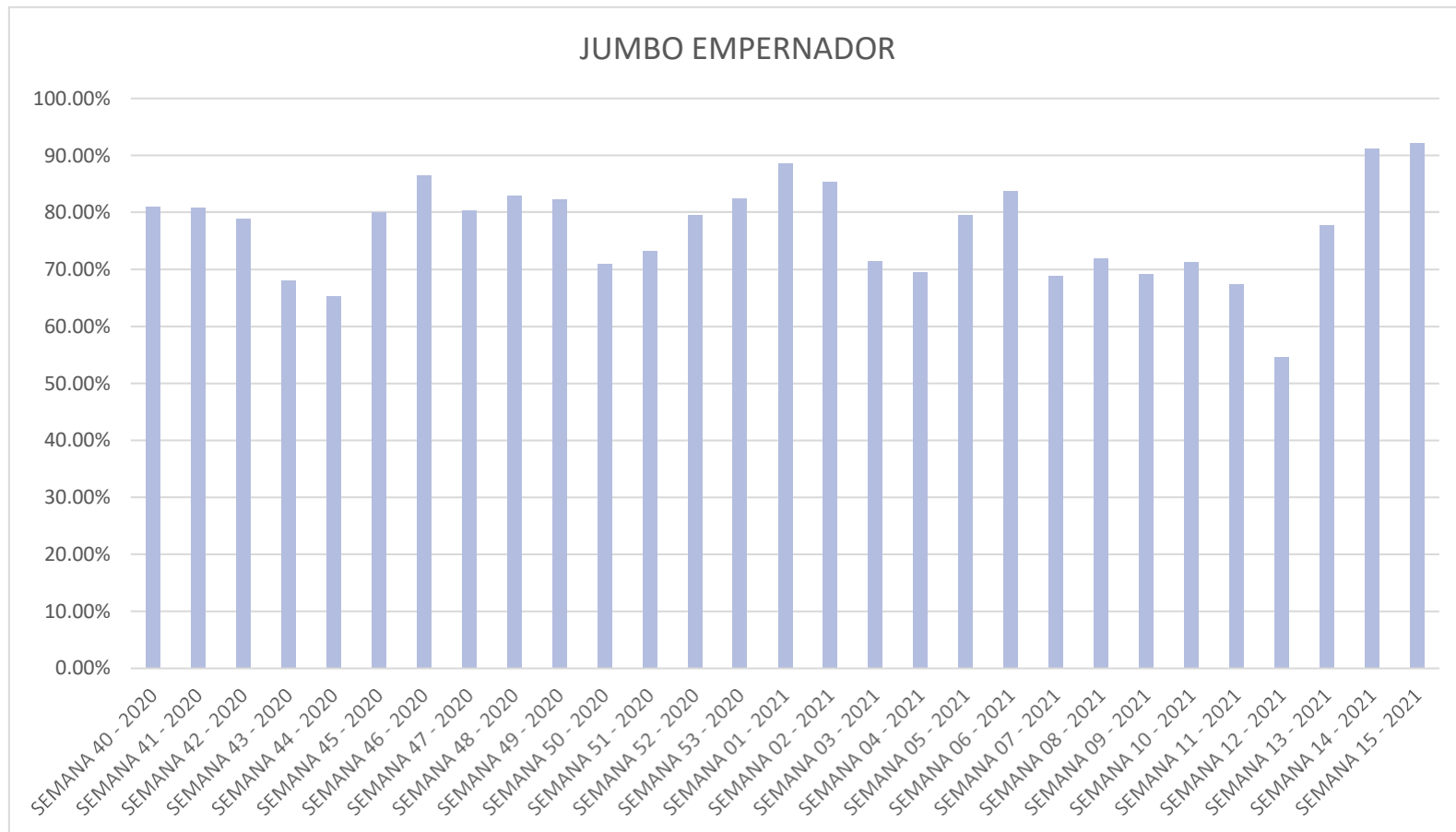


Tabla 47. Análisis de disponibilidad de jumbos empernadores

ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD DE JUMBOS EMPERNADORES	
EQUIPOS	MOTIVO
JUA-37	<p><b>Semana 40 – 2020:</b> Sistema de parqueo - sistema eléctrico / Perdida de fuerza en percusión y avance de perforadora.</p> <p><b>Semana 50 al 52 – 2020:</b> Falla en la bomba de posicionamiento Diesel.</p> <p><b>Semana 02 al 05 – 2021:</b> Equipo en stand by, inoperativo, se retiró chumacera para el Jua-56.</p> <p><b>Semana 07 al 09 – 2021:</b> Queda inoperativo, se saca perforadora hc-50 (H050A00F11), se coloca al Jua-96.</p>
JUA-44	<p><b>Semana 10 al 13 – 2021:</b> Falla en arranque de motor Diesel, se solicita motor (914) nuevo.</p>
JUA-56	<p><b>Semana 11 al 12 – 2021:</b> Falla en el eje diferencial delantero, problema con mando final de la Posición 01 (P-01).</p>
JUA-91	<p><b>Semana 43 al 44 – 2020:</b> Falla de la bomba principal Power Pack, baja presión de percusión en la perforadora hc-50.</p>

En el periodo de investigación realizada, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 48. Disponibilidad semanal promedio por flota

PROMEDIO SEMANAL DE DISPONIBILIDAD POR FLOTA			
SEMANA	SCOOP	JUMBO FRONTONERO	JUMBO EMPERNADOR
SEMANA 40 - 2020	74.67%	81.78%	81.08%
SEMANA 41 - 2020	84.86%	86.95%	80.79%
SEMANA 42 - 2020	87.60%	81.69%	78.92%
SEMANA 43 - 2020	78.16%	86.62%	68.06%
SEMANA 44 - 2020	76.31%	75.36%	65.31%
SEMANA 45 - 2020	73.40%	74.06%	80.06%
SEMANA 46 - 2020	72.23%	79.24%	86.51%
SEMANA 47 - 2020	76.02%	83.27%	80.35%
SEMANA 48 - 2020	75.85%	85.56%	82.87%
SEMANA 49 - 2020	77.11%	87.71%	82.29%
SEMANA 50 - 2020	75.45%	88.58%	70.94%
SEMANA 51 - 2020	87.29%	75.75%	73.26%
SEMANA 52 - 2020	86.89%	69.37%	79.60%
SEMANA 53 - 2020	85.42%	77.59%	82.52%
SEMANA 01 - 2021	80.00%	76.25%	88.57%
SEMANA 02 - 2021	85.42%	78.50%	85.29%
SEMANA 03 - 2021	89.50%	75.83%	71.52%
SEMANA 04 - 2021	89.92%	79.79%	69.44%
SEMANA 05 - 2021	81.20%	76.82%	79.55%
SEMANA 06 - 2021	81.89%	79.04%	83.69%
SEMANA 07 - 2021	77.28%	77.14%	68.87%
SEMANA 08 - 2021	68.55%	84.23%	71.88%
SEMANA 09 - 2021	88.62%	92.70%	69.23%
SEMANA 10 - 2021	89.93%	92.71%	71.20%
SEMANA 11 - 2021	89.80%	88.45%	67.46%
SEMANA 12 - 2021	75.79%	91.83%	54.71%
SEMANA 13 - 2021	78.62%	89.46%	77.77%
SEMANA 14 - 2021	85.58%	87.59%	91.12%
SEMANA 15 - 2021	86.75%	91.17%	92.10%

Tabla 49. Comparación de disponibilidad mecánica promedio

FLOTA	DISPONIBILIDAD MECANICA PROMEDIO	
	HASTA LA SEMANA 10 - 2021	DESDE LA SEMANA 11 - 2021
SCOOP	80.98%	83.31%
JUMBO FRONTONERO	81.11%	89.70%
JUMBO EMPERNADOR	77.16%	76.63%
FLOTA TOTAL	79.75%	83.21%
AUMENTA	3.46%	

1. – Se diseñó un plan de mantenimiento mejorando la disponibilidad mecánica de los equipos trackless, a 5 semanas de su implementación se obtuvo un crecimiento de la disponibilidad en un 3.46% del total de la flota.

2. - Se elaboró de cuadros de reportes diarios, de control de componentes mayores permitiendo un diagnóstico adecuado, evitando el exceso de paradas correctivas en la labor.

3. - Se realizó un análisis de criticidad para determinar los sistemas y subsistemas críticos obteniendo un total de:

- 5 sistemas con un total de 24 subsistemas, obteniéndose 8 subsistemas críticos para la flota de scoop.
- 7 sistemas con un total de 27 subsistemas, obteniéndose 9 subsistemas críticos para la flota de jumbos frontoneros.
- 7 sistemas con un total de 30 subsistemas, obteniéndose 12 subsistemas críticos para la flota de jumbos empernadores.

4. – Se determinaron los procesos o tareas de mantenimientos disminuyendo la cantidad de paradas correctivas transformándolas en gran parte a preventivas o predictivas, obteniéndose:

- Para la flota de scoop se determinaron 21 modos y efectos de falla, por lo tanto, se determinó 21 actividades de mantenimiento siendo 6 predictivos, 11 preventivos y 4 correctivos.

- Para la flota de jumbos frontoneros se determinaron 27 modos y efectos de falla, por lo tanto, se determinó 27 actividades de mantenimiento siendo 3 predictivos, 17 preventivos y 4 correctivos.
- Para la flota de jumbos emperadores se determinaron 38 modos y efectos de falla, por lo tanto, se determinó 38 actividades de mantenimiento siendo 5 predictivos, 24 preventivos y 9 correctivos.

Se determinó por lo tanto un total de 86 actividades de mantenimiento de las cuales 14 son predictivas, 52 son preventivas y 17 son correctivas.

## **VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados**

Este diseño elevará la disponibilidad de los equipos trackless, aunque las causas de fallas sean infinitas, considerando las fallas operativas (mala operación o accidentes en las labores) (ver anexo n°9 en la página 178), se alimentará la base de datos, con los reportes diarios analizando la causa, modos y efectos, creando procedimientos de mantenimiento, evitando que estas fallas vuelvan a suscitarse de un mismo modo.

#### **6.1.1. Contrastación con la hipótesis general**

Diseñando este plan de mantenimiento se logra elevar la disponibilidad de los equipos trackless en la unidad. A pesar que se tuvo paradas considerables en la flota de jumbos emperradores en primeras semanas de su implementación, la disponibilidad mejoró en un 3.46%, al tratarse de diseño, este plan de mantenimiento se implementó en el área desde la semana 11 del año 2021, donde además de ello se produjo el ingreso de 2 equipos con reparación overhaul de la flota scooptram (no fueron considerados en el cálculo de la disponibilidad) se espera seguir con el aumento de la disponibilidad si se aplican de forma correcta.

A pesar de que hubo otras opciones para dividir las flotas de los equipos ya sea por modelo, más no por función, este estudio sería mucho extenso ya que en la unidad existen 11 modelos son distintos (R1600G, R1600H, R1300G, LH207, DS311, DD311, DD210, SS7T BOLT, SMALL BOLTER 99, MUKY FF, ROBOLT 05), y los componentes o repuestos no necesariamente son iguales unos de otros.



### **6.1.2. Contrastación con las hipótesis específicas**

Para la contrastación de las hipótesis específicas se tiene que:

1. - Con la aplicación de los diagnósticos adecuados determinados se logra reducir considerablemente las paradas correctivas, pasándolas como predictivas y preventivas, mejorando la disponibilidad en la unidad.
2. – Con la identificación de un total de 19 sistemas en las 3 flotas de los cuales se obtiene 81 subsistemas en total y obteniendo 29 subsistemas críticos se logra realizar un análisis de modos y efectos de fallas (ver tablas n°27 al 32, de las páginas 99 al 104), evitando así que estas vuelvan a suceder como mantenimientos correctivos y ser programadas y/o evitadas a tiempo, reduciendo su tiempo de parada, además de no afectar otros componentes (efecto de falla).
3. – Con la determinación de los 86 procesos de mantenimiento, (ver tablas n°39, 40 y 41, páginas 112, 114, 116) se logra reducir el tiempo de parada detectando fácilmente la falla, dando un buen mantenimiento mejorando y así el tiempo medio en fallas (MTBF) en los sistemas o subsistemas-

### **6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares**

En los antecedentes descritos en capítulo II, tomando como referencia a tesis nacionales e internacionales, entonces decimos que:

#### **6.2.1. Contrastación de resultados nacionales**

1. – En contraste con las conclusiones de Carrillo y Escarcena (2019), en su tesis titulada “Implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de sostenimiento BOLTER 88” en esta investigación selecciono actividades de mantenimiento adecuados en base a un análisis de criticidad para sus sistemas y subsistemas que ayudaron a detectar 13 fallas funcionales, 44 modos,

efectos de falla y 44 tareas de mantenimiento, que fueron necesarias para la elevación de la disponibilidad mecánica que dio como resultado en un 6.68%.

El procedimiento fue usado como guía para realizar el estudio de análisis de sistemas críticos efectos y modos de fallas los cuales fueron aplicados a los 3 tipos de flotas en la unidad.

2. – Así mismo esta investigación concuerda con Ramos (2017), en su tesis titulada “Diseño un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para motores cummins QSK78 en la Minera Antamina”, usando esta metodología donde se centra no en equipos, sino en un sistema que son los motores cummins, dividiéndolo en 7 sistemas más pequeños en donde obtiene como resultado 6 nuevas tareas de mantenimiento de un total de 29 problemas potenciales, haciendo el análisis mucho más detallado elevando su disponibilidad en un 5.02%, donde llega a la conclusión que un 27% de las fallas se dan el sistema de los motores cummins

3. – En contraste con la tesis de Osorio (2016), titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina Superdrill H600 de la empresa MAQPOWER S.A.C.”, elabora un plan desde la recolección de datos creando cuadros de control y registros detallados de trabajos de mantenimiento y repuestos que se utilizaran en distintos mantenimientos. Así mismo, en esta tesis desarrolló una mejora en los procesos de mantenimiento, reduciendo las horas de parada por mantenimiento y la elevación de la disponibilidad a un 93.14% superando su meta planteada de un 92%, al tratarse de un solo modelo de equipo (H600) y siendo un equipo pequeño hace más fácil su estudio, allí donde se imita la recolección de datos en cada falla y la creación de cuadros de control.

### **6.2.2. Contratación de resultados internacionales**

1. – En concordancia con esta investigación, Rubio (2019) en su tesis titulada “Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos del municipio de MOTAVITA”, utiliza solo el programa Ms Excel, lo que en nuestra unidad también se cuenta, creando todos los cálculos de indicadores de mantenimiento.

Su investigación logra reducir de 67% a 30% de paradas correctivas enfocándose al mejoramiento de la vida útil, disponibilidad y reducción de costos por mantenimiento.

2. – Por último, tomando en consideración el tiempo de producción diaria, las mineras trabajan en ambos turnos donde una parada de equipo afecta la producción diaria, semanal o mensual proyectada por la compañía.

Así mismo para Bucay y Carrillo (2018) en la tesis “Optimización de la gestión de mantenimiento basado en la disponibilidad operacional de equipos en la planta de pintura de la empresa CIAUTO Ambato-Ecuador”, está enfocado en la disponibilidad operacional de las maquinas ya que estas se necesitan constantemente en la producción, más que la disponibilidad mecánica, toma más relevancia a la disponibilidad operacional, elevándola de un 54.45% a un 86.88%.

En nuestro caso la disponibilidad operacional suele ser igual o menor que la disponibilidad mecánica, a excepciones donde ocurran accidentes o paradas por mala operación, es entonces donde la maquina debe estar operativa el momento que se requiera su uso.

## CONCLUSIONES

El diseño del plan de mantenimiento en los equipos trackless se hizo de acuerdo a las necesidades de la empresa mejorando la disponibilidad en 3.46% en las 5 semanas de su implementación, cumpliéndose el objetivo general.

- En la flota scoop aumentó de 80.98% a 83.31%.
- En la flota jumbos frontoneros aumentó de 81.11% a 89.70%.
- En flota de jumbos emperadores bajo de 77.16% a 76.63%.

### **Específicas:**

1. - Este diseño cuenta con un sistema de recolección de información o datos que permite llevar un registro detallado de los trabajos de correctivos de forma diaria, para analizarlas y convertirlas a mantenimiento preventivos o predictivos.

2. - La utilización de análisis de modos y efectos de falla es una herramienta importante para detectar de manera eficiente y eficaz los modos de falla jerarquizando los sistemas críticos según su importancia en la ocurrencia de falla en base a los efectos que produce en el equipo, llegando a determinar los siguientes subsistemas críticos:

- En la flota scoop se encontraron 8 subsistemas críticos.
- En la flota jumbos frontoneros se encontraron 9 subsistemas críticos.
- En la flota jumbos emperadores se encontraron 12 subsistemas críticos.

3. - Con el diseño plan de mantenimiento se mejoró el proceso de mantenimiento, por consecuencia se redujo las horas y la cantidad de parada correctivas en la labor, llegándose a implementar una lista de respuestas o tareas, en total se implementaron 86 tareas de mantenimiento.

## RECOMENDACIONES

1. – Al tener distintos equipos e infinidad de tipos de fallas, se recomienda al área de planeamiento realizar el seguimiento constante, para seguir alimentando la base de datos y las nuevas tareas de mantenimiento.
2. – Al área de logística, dar el soporte necesario con las solicitudes de componentes y repuestos para evitar paradas por falta de ello o programaciones innecesarias.
3. – Se recomienda realizar un mantenimiento tipo cero horas o una evaluación de CAPEX y OPEX para los equipos JUA-37 y JUA-44 de la flota de jumbos emperadores, ambos con una antigüedad de 7 años (desde el 2014) (ver tabla 6 de la página 67), ya que se vio un déficit en su disponibilidad a pesar de tener conocimiento de los sistemas críticos, no contribuyendo a un buen resultado de este diseño.
4. – Las capacitaciones al personal de operación del equipo deben ser constantes, sobre todo culturizarlos y concientizarlos en el uso correcto de las máquinas, muchas de las fallas son por manipulación errónea por parte de nuevos trabajadores.
5. – Realizar una programación a tiempo y la duración adecuada (va a depender de las actividades a realizar), donde las maquinas necesitan un mantenimiento preventivo detallado en cartillas de mantenimiento según sus horas de trabajo (ver anexo n°15 de la página 187), muchas veces no se cumple esta solicitud de equipos para mantenimiento ya que se tiene retrasos en la producción, estos equipos suelen pasarse de sus horas de mantenimiento recomendado por el fabricante (ver anexo n°14 de la página 186).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIAS G., VILLASÍS K. y MIRANDA N. El protocolo de investigación III: La población de estudio. 486755023011.pdf [en línea]. Revista Alergia México, vol. 63, núm. 2, abril-junio, 2016, pp. 201-206. [fecha de Consulta: 02 de noviembre de 2021]. ISSN: 0002-5151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- BUCAY J. y M. CARRILLO. Optimización de la gestión de mantenimiento basado en la disponibilidad operacional de equipos en la planta de pintura de la empresa CIAUTO Ambato-Ecuador. Proyecto técnico (título de ingeniero de mantenimiento). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018. 103 pp. [fecha de Consulta: 06 de setiembre de 2021]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/9825>
- CARRASCO S. Metodología de la investigación científica. 1° edición. Lima. Editorial San Marcos, 2005, 474 pp. ISBN: 9972-34-242-5 Disponible en: [https://kupdf.net/download/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-carrasco-diaz\\_59065f94dc0d60a122959e9d\\_pdf](https://kupdf.net/download/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-carrasco-diaz_59065f94dc0d60a122959e9d_pdf)
- CASTRO F. El proyecto de investigación y su esquema de elaboración. 2° edición. Caracas. Editorial Uyapar, 2003, 144 pp. ISBN: 980-6629-00-0 Disponible en: <http://190.169.28.21/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=22937>
- Creación Política del departamento de La Libertad. (2021). Recuperado 11 de septiembre de 2021, de DEPERU.com Disponible en: <https://www.deperu.com/calendario/2320/creacion-politica-del-departamento-de-la-libertad>
- Distrito de Pataz. (2021). Recuperado 11 de septiembre de 2021, de WIKIPEDIA. La enciclopedia libre. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito\\_de\\_Pataz](https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Pataz)
- ESCARCENA C. y R. CARRILLO. Implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de sostenimiento BOLTER 88. Tesis (título profesional de ingeniero mecánico). Lima: Universidad Nacional del Callao, 2019. 146 pp. [fecha de Consulta: 02 de setiembre de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/5582>

ESPINOZA C. Metodología de la investigación tecnológica. Pensando en sistemas. 2° edición. Huancayo. Editado por el autor, 2014, 206 pp. ISBN: 978-612-00-1667-1 Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1148/mit2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GARCÍA S. Organización y gestión integral de mantenimiento. Manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial. Madrid, Ediciones Díaz de Santos, S. A., 2003, 321 pp. ISBN: 84-7978-548-9 Disponible en: [https://www.academia.edu/41042547/Organizacion\\_y\\_gestion\\_integral\\_de\\_mante](https://www.academia.edu/41042547/Organizacion_y_gestion_integral_de_mante)

GARCÍA S. Técnicas de elaboración de planes de mantenimiento. Renovetec: Técnicas de elaboración de planes de mantenimiento [en línea]. DINAMO TÉCNICA N°17—OCTUBRE 2015. [fecha de consulta: 01 de noviembre de 2021]. ISSN 1575-9989 Disponible en: [Dialnet-Renovetec-5204906%.pdf](http://www.renovetec.com.pe/revistas/revista-17-octubre-2015/renovetec-5204906%.pdf)

GUIDE TO THE RELIABILITY-centered maintenance (RCM), SAE International JA 1012. [rcm\\_project\\_managersguide\\_2014.pdf](https://www.sae.org/standards/content/JA1012/rcm_project_managersguide_2014.pdf) [en línea]. [fecha de consulta: 13 de setiembre de 2021]. Disponible en: [https://reliabilityweb.com/assets/uploads/documents/8263/rcm\\_project\\_managersguide\\_2014.pdf](https://reliabilityweb.com/assets/uploads/documents/8263/rcm_project_managersguide_2014.pdf)

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., Y BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. 6ta ed. Ciudad de México, editorial: Mc Graw-Hill Interamericana, 2014, 634 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0 Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

MEDICI L. ISO 9000: Evolución hacia la calidad total. ISO 9000: Evolución hacia la calidad total [en línea]. ISSN 1856-8890 EISSN 2477-9660 - 2020. [fecha de consulta: 13 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/pcyt/article/view/3098>

MESA, D., ORTIZ, Y. y PINZÓN, M. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia Et Technica* [en línea]. 2006, XII (30), 155-160 [fecha de Consulta 05 de noviembre de 2021]. ISSN: 0122-1701. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491036>

MORA A. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. 1era edición. Ciudad de México, editorial: Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009, 528 pp. ISBN: 978-958-682-769-0 Disponible en: <https://elvisjgblog.files.wordpress.com/2019/11/mantenimiento-planeacion-ejecucion-y-control-alberto-mora-gutiérrez.pdf>

NICHO J. Diseño de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para motores cummins QSK78 en la Minera Antamina. Tesis (título profesional de ingeniero mecánico). Lima: Universidad Nacional del Callao, 2017. 344 pp. [fecha de Consulta: 05 de setiembre de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/4261>

OSORIO R. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina Superdrill H600 de la empresa MAQPOWER S.A.C. Tesis (título de ingeniero mecánico). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016. 111 pp. [fecha de Consulta: 06 de setiembre de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1657>

PRANDO R. Manual de gestión de mantenimiento a la medida. 5.º ed. Guatemala. Editorial Piedra Santa, 1996, 89 pp. ISBN: 84-8377-399-6. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/12527160/manual-gestion-de-mantenimiento-a-la-medida>

RUBIO W. Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos del municipio de MOTAVITA. Tesis (título de ingeniero mecánico). Tunja: Universidad Santo Tomás, 2019. 76 pp. [fecha de Consulta: 05 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/19188/2019williamrubio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- TORRES D. Mantenimiento, Su implementación y gestión. 1era edición.  
Córdoba, editorial: Universitas - Editorial Científica Universitaria, 2004,  
280 pp. ISBN: 978-987-9406-81-6 Disponible en:  
[https://isbn.cloud/9789879406816/mantenimiento-su-implementacion-  
y-gestion/](https://isbn.cloud/9789879406816/mantenimiento-su-implementacion-y-gestion/)
- VIVEROS, P. et al. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y  
sus principales herramientas de apoyo. 10-VIVEROS 21-1.indd [en  
línea]. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 21 N.º 1, 2013,  
pp. 125-138. [fecha de consulta: 28 de setiembre de 2021]. Disponible  
en: <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v21n1/art11.pdf>
- WIDMAN R. La importancia de planificar el mantenimiento y presupuestarlo.  
208.pdf - 2021. [fecha de consulta: 15 de setiembre de 2021]. Disponible  
en: <https://www.widman.biz/boletines/208.php>

# ANEXOS

## Anexo N°1: Matriz de consistencia

TITULO: 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							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACION			Metodologia	
			Variables y = f(x)	Dimensiones	Indicador	Tipo de investigacion	Tecnicas e instrumentos
<p><b>General</b></p> <p>¿Cuál es el plan mantenimiento a diseñar para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.?</p> <p><b>Especificos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo se determinará el diagnóstico adecuado en el plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy?</li> <li>• ¿Cómo se podrá identificar los sistemas críticos para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy?</li> <li>• ¿Cómo se determinará los procesos de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO Servicios Mineros S.A.C. en la U.M. Parcoy?</li> </ul>	<p><b>General</b></p> <p>Diseñar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.</p> <p><b>Especificos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el diagnóstico adecuado en el plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy</li> <li>• Identificar los sistemas críticos para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy</li> <li>• Determinar los procesos de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy</li> </ul>	<p><b>General</b></p> <p>El diseño del plan de mantenimiento mejora la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.</p> <p><b>Especificos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El diagnóstico aplicado en el plan de mantenimiento mejora la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.</li> <li>• Al identificar los sistemas críticos se mejora la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy.</li> <li>• Si se determina adecuadamente los procesos de mantenimiento, entonces se mejora la disponibilidad de los equipos trackless en la empresa CORIMAYO S.A.C. en la U.M. Parcoy</li> </ul>	<p><b>Dependiente</b></p> <p><b>DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS TRACKLESS</b></p>	<p><b>HORAS TRABAJADAS</b></p>	<p><b>DISPONIBILIDAD MECANICA</b></p>	<p><b>Según tipología:</b> Tecnologica (Carrasco, 2016)</p> <p><b>Según nivel:</b> Experimental (Espinoza, 2014)</p> <p><b>Según enfoque:</b> Cuantitativa (Carrasco, 2017).</p> <p><b>según diseño:</b> Ex-post-Facto (Espinoza, 2014).</p>	<p><b>Tecnicas de recoleccion de datos:</b> Observacion (Palomino et al. 2015)</p> <p><b>Tecnicas de procesamiento de datos:</b> Estadística descriptiva Hoja de calculos Excel Graficos Tablas</p> <p><b>Instrumentos:</b> Fichas tecnicas Cartillas de mantenimiento Horometros (diesel, electrico y percusion) historial de los equipos en mantenimiento</p>
			<p><b>Independiente</b></p> <p><b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b></p>	<p><b>DIAGNOSTICO</b></p>	<p><b>TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS</b></p>		
				<p><b>SISTEMAS CRITICOS</b></p>	<p><b>CRITICIDAD</b></p>		
				<p><b>PROCESOS DE MANTENIMIENTO</b></p>	<p><b>MANTENIBILIDAD DE LOS EQUIPOS</b></p>		

## Anexo N°2: Evolución de la ISO 9000

ISO 9000:1987	ISO 9000:1994	ISO 9000:2000	ISO 9000:2008	ISO 9000:2015
Veinte elementos a considerar en el diseño del sistema de calidad.	Sin cambios fundamentales. Similar estructura, pero los veinte requisitos mejor definidos.	Integración de los veinte puntos de las versiones anteriores de la norma en cinco puntos.	Se mantiene la estructura anterior	Requisitos del Sistema de gestión de la calidad agrupados en puntos del cero al diez siguiendo el ciclo PHVA.
Serie de cinco normas: ISO 9000, ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003 e ISO 9004. Propone sistema burocrático con excesiva documentación	Se mantiene la serie de cinco normas pero se incluye una variante de la ISO9004, la ISO9004.2 para empresas de servicios. Mejor definición de requisitos para facilitar documentación	Tres normas básicas: ISO9000, ISO9001, ISO9004. Los requisitos del sistema de gestión propuesto se orientan a satisfacer las necesidades de los clientes	Mejora la versión anterior de la norma ISO9001, dando más claridad y facilidad de uso y mejorar la compatibilidad con ISO 14001	Menos burocracia. Se elimina la obligatoriedad de algunos documentos
Enfasis en aseguramiento de la calidad	Enfasis en aseguramiento de la calidad	Enfoque estratégico. Referencia a un sistema de calidad basado en procesos. Necesidad de seguimiento de la satisfacción de las partes interesadas. Responsabilidad de la alta dirección por la dirección y control de la organización, incluyendo la calidad.	Enfoque estratégico. Se mantiene el enfoque de procesos y la aplicación de los ocho principios de gestión de la calidad. Enfoque en el cliente. Flexibilización de la documentación.	Mayor enfoque preventivo basado en análisis de riesgo y oportunidades. Mayor enfoque a procesos. Nuevo requisito: Contexto de la organización. Se introduce el concepto de partes interesadas. Mayor énfasis en el logro de los resultados deseados. Mayor énfasis en la protección del medio ambiente y desempeño ambiental.
	No considera actividades de desarrollo y de mejoramiento	Incorpora principios y prácticas de gestión de la Calidad Total como la mejora continua y la orientación al cliente. Recomendaciones para mejorar el desempeño de las organizaciones en la ISO 9004	Se mantiene la visión de la gestión de la calidad enmarcada en principios y prácticas de Calidad Total.	

Nota: Tomada de "ISO 9000: Evolución hacia la calidad total" por el Comité de Estudio de Sistemas de Calidad NBR ISO 9000, 2020, p.9.

### Anexo N°3: información básica de scoop

¿Qué es un scooptram?

Un scooptram es un equipo de bajo perfil diseñado sobre todo para realizar trabajos en mina subsuelo o en zonas confinadas. El scooptram se diseña para levantar cargas pesadas.

¿Que significa LHD?.

Cargar

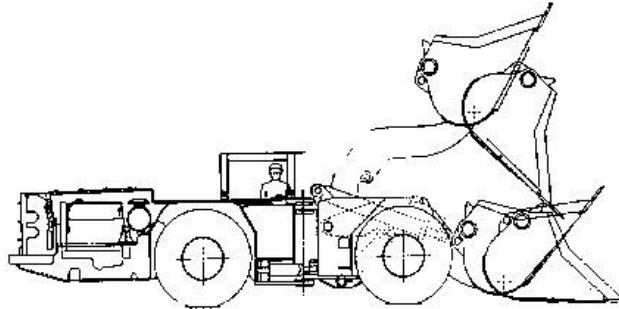
Cargar una cantidad grande de material

Transportar

Transportar el material a un área específica.

Descargar

Descargar la carga en un camión o en un área específica.



¿Dónde se necesita un scooptram mayormente?

Los Scooptrams son principalmente necesarios en labores de subsuelo, debido al tamaño limitado de las labores. Debido a la posición del asiento del operario, puede viajar en marcha adelante, así como en un marcha reversa.

Las secciones mayores del scooptram son:

Cuchara

Bastidor Frontal

Articulación Central

Compartimiento de transmisión

Compartimiento del Operador

Compartimiento del Convertidor

Compartimiento del motor

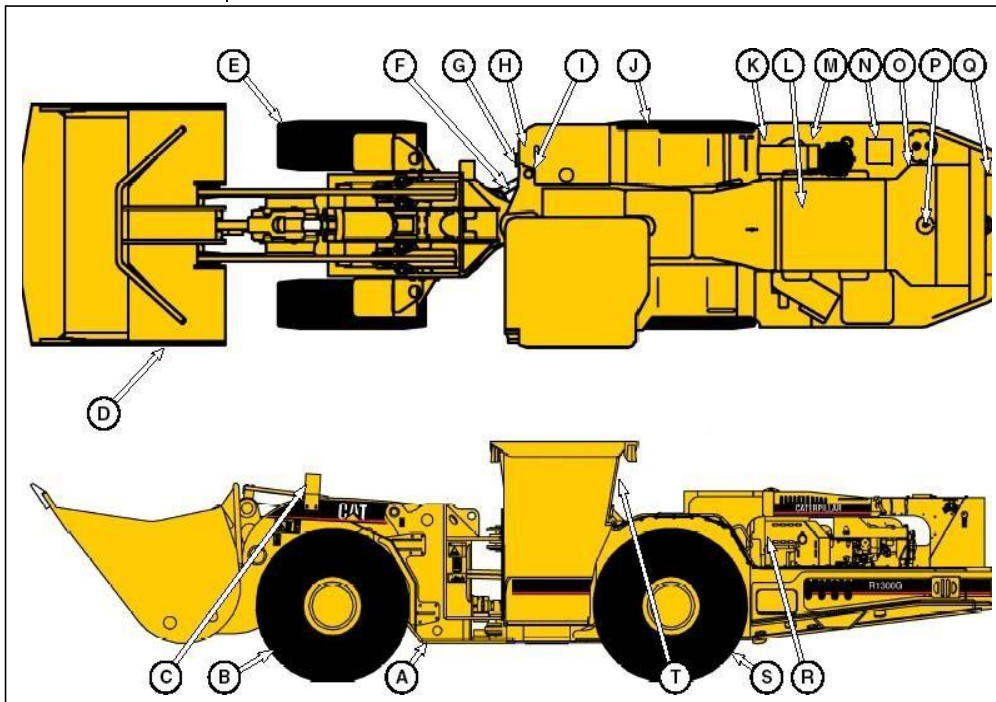
**HOJA DE TRABAJO 1.3 MANTENIMIENTO DIARIO  
(continuación)**

**MATERIAL  
NECESARIO**

- LHD R1300G
- Manual de Operación y Mantenimiento
- Manual de Estudiante

**INSTRUCCIONES**

Utilizando un cargador de bajo perfil y el manual de operación y mantenimiento realice la inspección alrededor de la máquina.



ITEM	ELEMENTO	ESTADO
A	Bastidor	
B	Neumático delantero izquierdo	
C	Luces delanteras	
D	Cucharón y varillaje	
E	Neumático delantero derecho	
F	Cilindro de la dirección	
G	Botella del lava parabrisas	
H	Tanque hidráulico	
I	Traba del bastidor de la dirección	
J	Neumático trasero derecho	

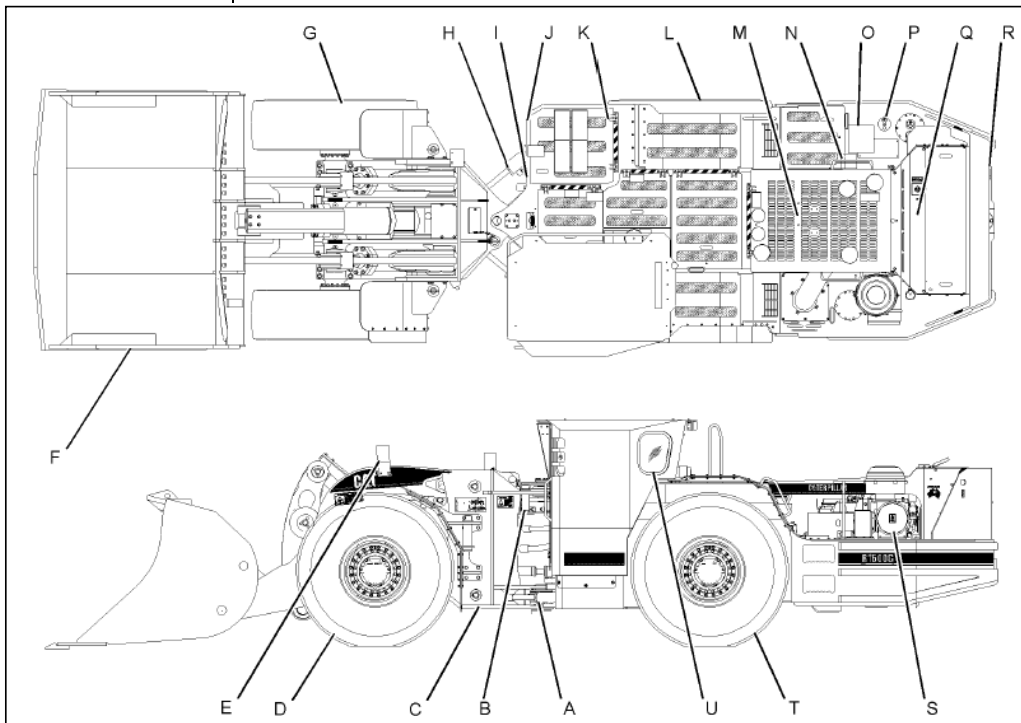
ITEM	ELEMENTO	ESTADO
K	Filtro de aire	
L	Motor	
M	Tanque de combustible	
N	Depósito de lubricación automática	
O	Controles a nivel del suelo	
P	Radiador	
Q	Luces traseras	
R	Tren de fuerza	
S	Neumático trasero izquierdo	
T	Ventanas	

**HOJA DE TRABAJO 1.3 MANTENIMIENTO DIARIO  
(continuación)**

**MATERIAL  
NECESARIO**

- LHD R1600G
- Manual de Operación y Mantenimiento
- Manual de Estudiante

**INSTRUCCIONES** Utilizando un cargador de bajo perfil y el manual de operación y mantenimiento realice la inspección alrededor de la máquina.



ITEM	ELEMENTO	ESTADO
A	Cilindro izquierdo de la dirección	
B	Traba del bastidor de la dirección	
C	Bastidor	
D	Neumático delantero izquierdo	
E	Luces delanteras	
F	Cucharón y varillaje	
G	Neumático delantero derecho	
H	Cilindro derecho de la dirección	
I	Tren de fuerza	
J	Tanque hidráulico	

ITEM	ELEMENTO	ESTADO
K	Botella del lava parabrisas	
L	Neumático trasero derecho	
M	Motor	
N	Controles a nivel del suelo	
O	Depósito de lubricación automática	
P	Tanque de combustible	
Q	Radiador	
R	Luces traseras	
S	Filtro de aire	
T	Neumático trasero izquierdo	
U	Ventanas	

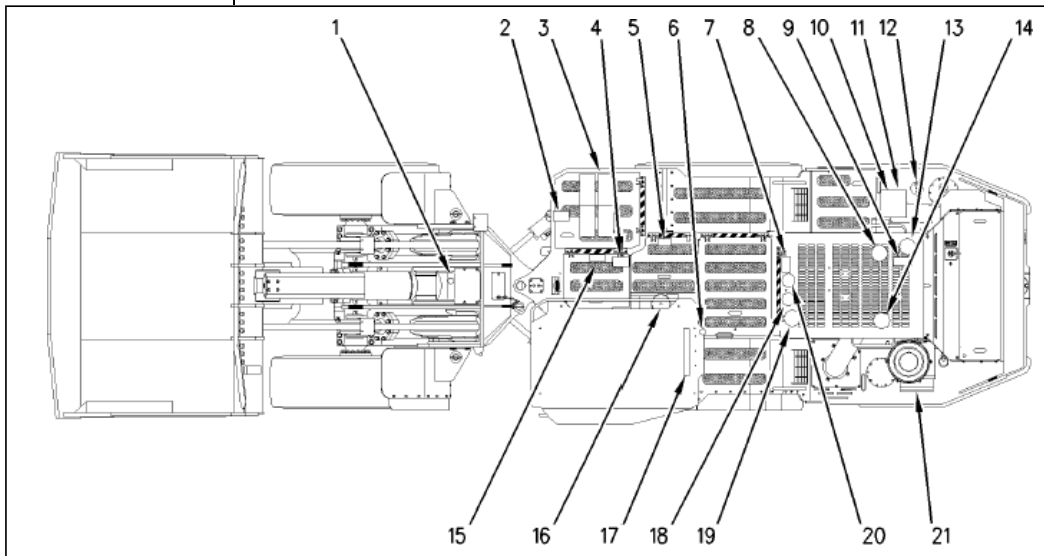
**HOJA DE TRABAJO 1.4 UBICACIÓN DE FILTROS  
(continuación)**

**MATERIAL  
NECESARIO**

- LHD R1600G
- Manual de Operación y Mantenimiento
- Manual de Estudiante

**INSTRUCCIONES**

Utilizando un cargador de bajo perfil y el manual de operación y mantenimiento ubique el número correspondiente en la tabla y físicamente en la máquina los siguientes filtros.

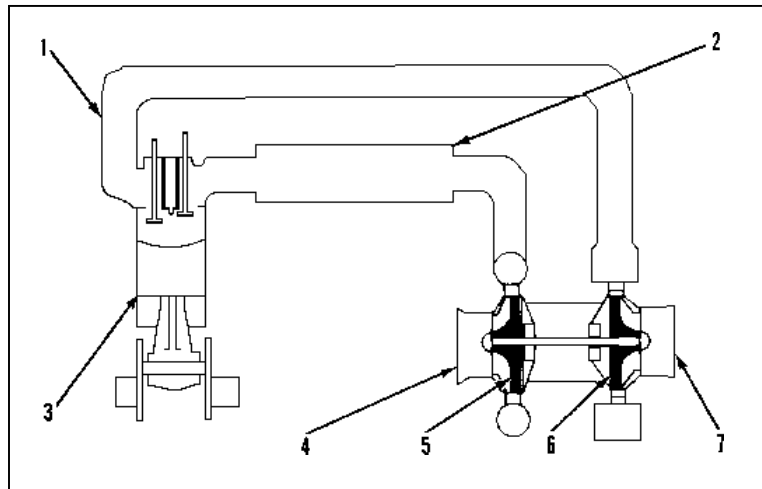


Item	Descripción	Observación en máquina
1	Respiradero del eje delantero	
2	Rejilla del tubo de llenado de aceite hidráulico	
3	Filtros de aceite hidráulico	
4	Rejilla magnética de la transmisión	
5	Rejilla de succión eje posterior	
6	Respiradero del eje trasero	
7	Rejilla de succión del convertidor de torque	
8	Filtro secundario de combustible	
9	Respiradero del cárter del motor	
10	Filtro de llenado sistema de lubricación automática	
11	Filtro del sistema de lubricación automática	
12	Rejilla del tubo de llenado del tanque de combustible	
13	Filtro primario de combustible	
14	Filtro de aceite del motor	
15	Rejilla de succión eje delantero	
16	Filtro del presurizador de la cabina	
17	Filtro aire de retorno de la cabina	
18	Filtro de aceite eje posterior	
19	Filtro de aceite de la transmisión	
20	Filtro de aceite eje delantero	
21	Filtros de aire del motor	

## SISTEMAS PRINCIPALES: Motor

### SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE

Instrucciones: Indique los componentes del sistema de admisión y escape del motor 3306. Trace líneas horizontales a los componentes y coloque los números (encerrados en círculos) en los lados del gráfico. Explique en pocas palabras el funcionamiento del sistema



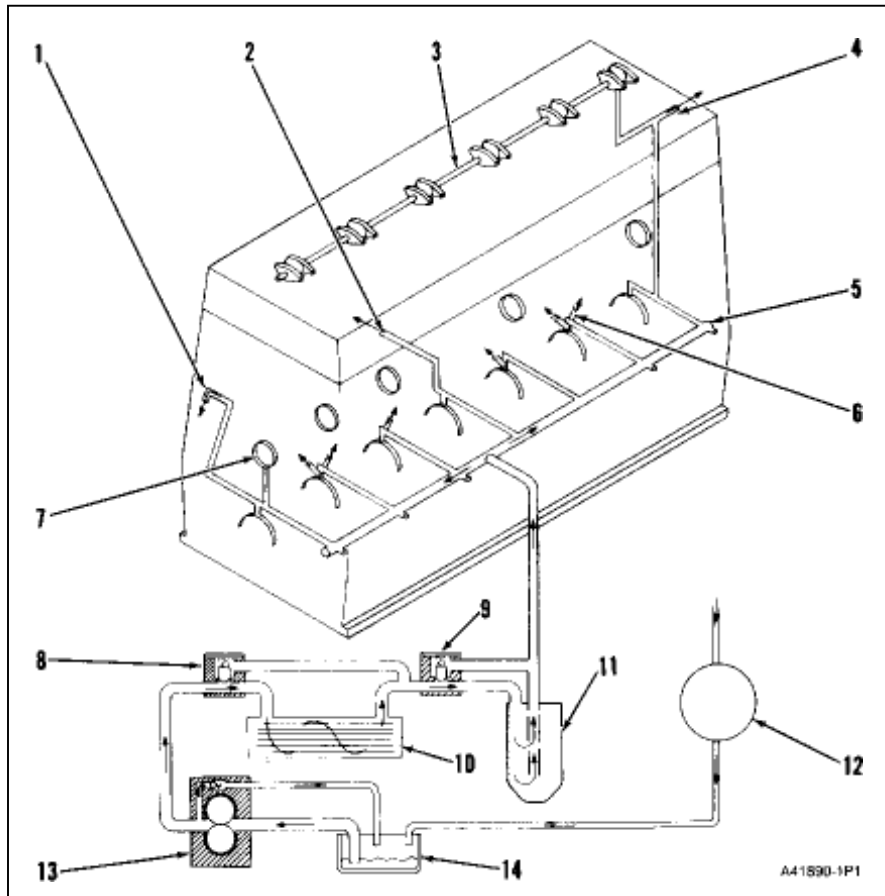
- (1) Múltiple De escape.
- (2) Tubería de múltiple de admisión.
- (3) Cilindros de motor.
- (4) Admisión de aire.
- (5) Rueda de compresor del turbocargador.
- (6) Rueda de Turbina de Turbocargador
- (7) Salida de escape.

Aire limpio ingresa desde el prefiltro y es empujado a través de la admisión del turbocargador mediante el giro de la rueda del compresor (5) La rueda del compresor causa la compresión del aire. El aire va entonces al múltiple de admisión (2) del motor. Cuando las válvulas de admisión abren el aire ingresa dentro de los cilindros del motor (3) Y es mezclado con el combustible para la combustión. Cuando la válvula de escape abre, los gases de escape van fuera de los cilindros y se dirigen al múltiple de escape (1) Del múltiple de escape los gases de escape van a través de los alabes de la rueda de la turbina (6) Esto causa que la rueda de la turbina y la rueda del compresor giren. Los gases de escape entonces van fuera del turbocargador hacia el escape.



## SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Instrucciones: Indique los componentes del sistema de lubricación del motor 3306B. coloque los números (encerrados en círculos) en los lados del gráfico. Siga el recorrido de los flujos dentro del sistema



Esquema del sistema de lubricación

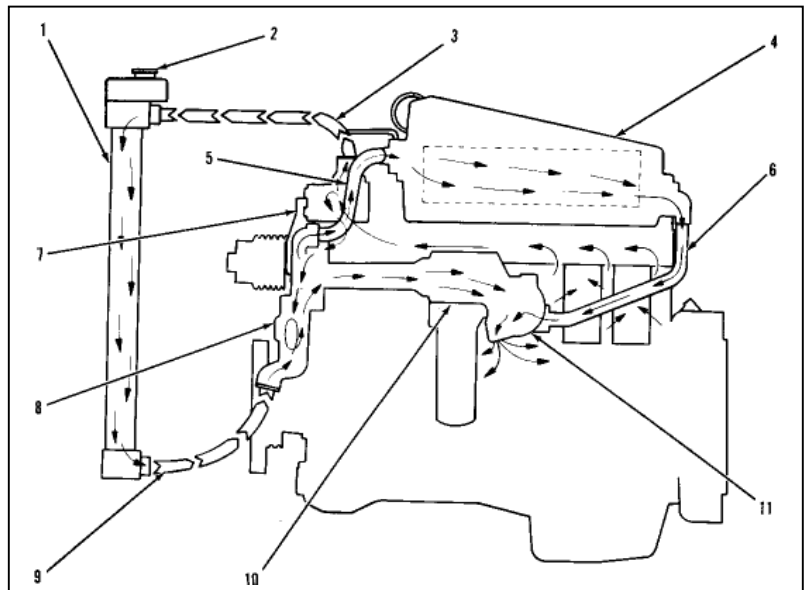
(1) Pasaje de aceite (Al engranaje intermedio frontal) (2) Pasaje de aceite (Al turbocargador y bomba de inyección de combustible) (3) Eje de balancines. (4) Conexión de presión de aceite. (5) Múltiple de aceite (6) Jet de enfriamiento de los pistones. (7) agujero de los cojinetes de eje de levas de (8) Válvula bypass de enfriador de aceite. (9) Válvula de bypass de filtro de aceite. (10) Enfriador de aceite de motor. (11) Filtro de aceite. (12) Turbocargador. (13) Bomba de aceite. (14) Sumidero de aceite (Cárter)

## SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Instrucciones: Indique los componentes del sistema de lubricación del motor 3306B. coloque los números (encerrados en círculos) en los lados del gráfico. Siga el recorrido de los flujos dentro del sistema

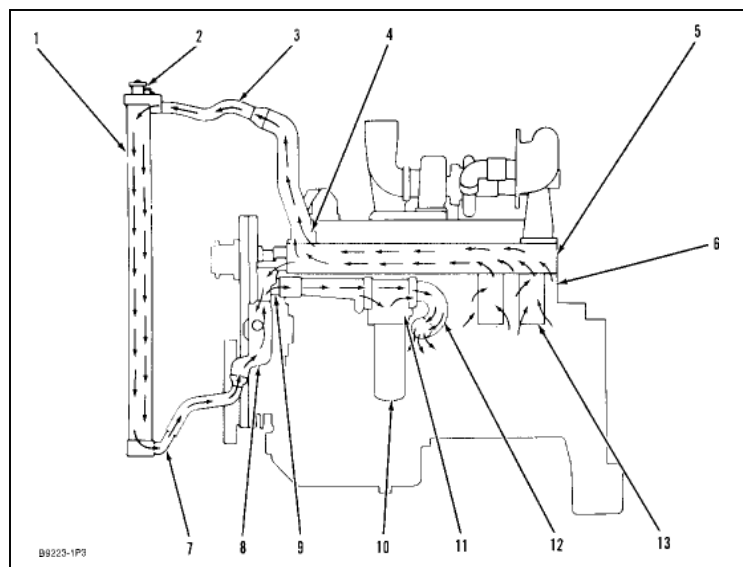
### MOTORES SIN AFTERCOOLER

1. Radiador
2. Tapa de presión
3. Línea de entrada al radiador
4. Termostato
5. Culata
6. Block
7. Línea entrada bomba de agua
8. Bomba de Agua
9. Línea de bypass
10. Filtro de aceite
11. Enfriador aceite
12. Codo
13. Camisas

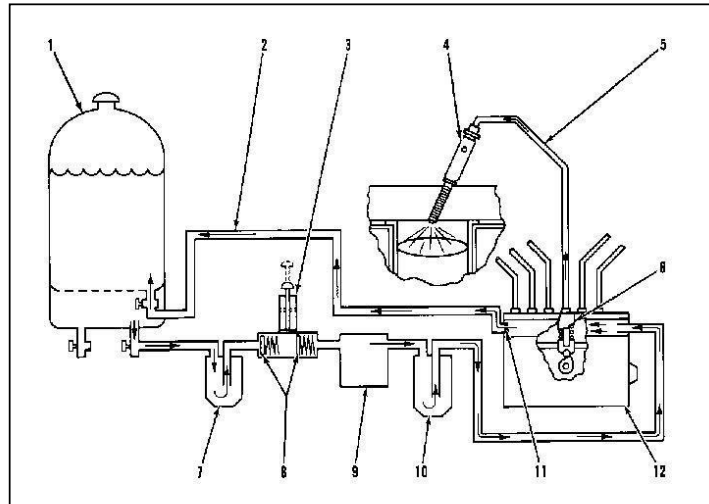


### MOTORES CON AFTERCOOLER

1. Radiador
2. Tapa de presión
3. Línea de entrada al radiador
4. Aftercooler
5. Línea entrada Aftercooler
6. Línea salida Aftercooler
7. Línea entrada bomba de agua
8. Bomba de Agua
9. Línea de salida del radiador
10. Enfriador aceite
11. Codo



## SISTEMA DE COMBUSTIBLE 3306B:



8	Válvulas Check	12	Caja de la bomba de inyección.
7	Filtro primario	10	Filtro secundario
9	Bomba de Transferencia	2	Líneas de retorno
11	Drenaje del Tanque	5	Líneas de alta presión
1	Tanque de combustible	3	Bomba de cebado manual
6	Válvula de purga constante	4	Inyector

La bomba de transferencia lleva combustible desde el tanque a través del filtro de combustible y válvulas check (8) Desde la bomba de transferencia, el combustible es enviado a través del filtro secundario de combustible y al múltiple de combustible en la caja de la bomba de inyección. Una válvula bypass en la bomba de transferencia mantiene la presión de combustible en el sistema de combustible entre 170 a 290 kPa (25 a 42 psi)

La válvula de purga constante permite un flujo de combustible constante a través de la línea de retorno de combustible y retorna al tanque de combustible, la válvula de purga constante retorna aproximadamente 34L (9 US GAL) por hora de combustible y aire al tanque. Esto ayuda a mantener el combustible frío y libre de aire. La bomba de inyección recibe combustible del múltiple de combustible.

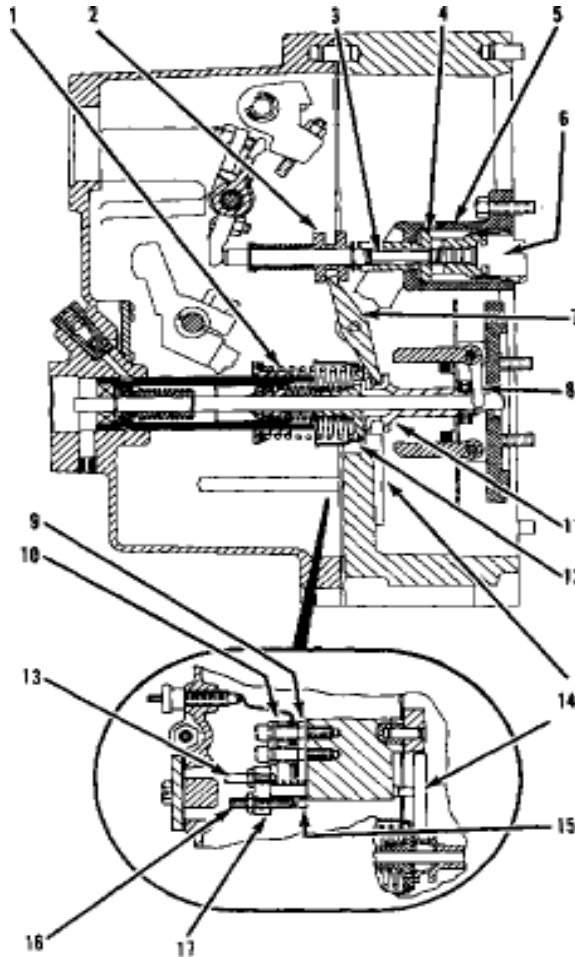
La bomba de inyección de combustible inyecta combustible a una alta presión a través de la línea de combustible al inyector.

El inyector de combustible contiene agujeros muy pequeños en la punta. Los pequeños hoyos cambian el flujo de combustible a un muy fino spray. Este fino spray mejora la combustión de combustible en el cilindro.

## FUNCIONAMIENTO DEL GOBERNADOR

El gobernador controla la cantidad de combustible necesaria para que el motor mantenga los rpm deseados, los contrapesos giratorios del gobernador (8) están impulsados directamente por el árbol de levas de la bomba de combustible. Los contrapesos (8) y el resorte del regulador (1) mueven el elevador de par (10) La palanca (7) conecta el elevador de par con el manguito (2) que está sujeto a la válvula (3) La válvula (3) forma parte del servo regulador (5) esta válvula mueve el pistón (4) y la cremallera de combustible (6) Cuando se cambia el servo regulador a combustible cerrado, la cremallera del combustible se mueve hacia la parte delantera de la caja de bomba de combustible.

El resorte del regulador siempre aplica presión, de manera que el regulador puede proporcionar más combustible al motor. La fuerza centrífuga (fuerza rotatoria) de los contrapesos (8) aplica una presión opuesta. Esto reduce la cantidad de combustible al motor, cuando estas dos fuerzas están en equilibrio (equivalente) el motor opera a rpm constantes.

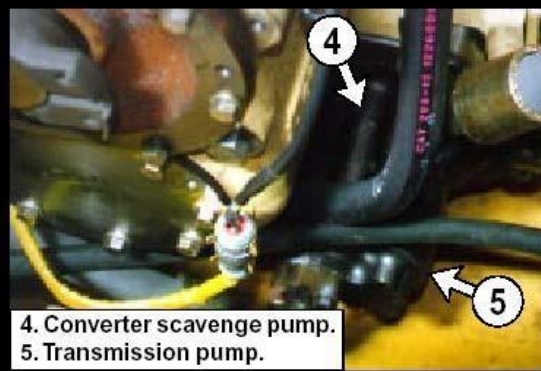
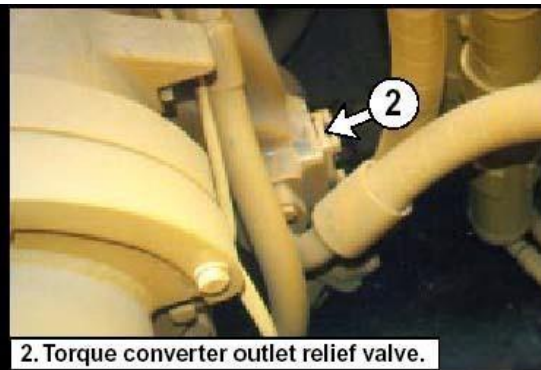
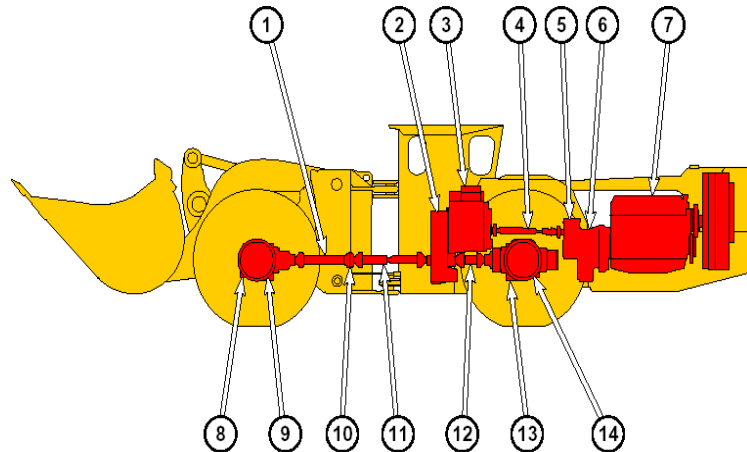


## SISTEMAS IMPORTANTES

### TREN DE POTENCIA

#### Power Train Components:

- (1) Front driveshaft
- (2) Output transfer gearbox
- (3) Transmission
- (4) Upper driveshaft
- (5) Torque converter updrive transfer gears
- (6) Torque converter
- (7) Engine
- (8) Front differential
- (9) Front final drives
- (10) Centre bearing
- (11) Centre driveshaft
- (12) Rear driveshaft
- (13) Rear differential
- (14) Rear final drives



## CONVERTIDOR DE TORQUE

El convertidor de par conecta al motor con la transmisión. Su objetivo es transmitir la fuerza hidráulicamente de la volante del motor a la transmisión. El convertidor utiliza aceite para generar la fuerza entre el motor y la transmisión. Cuando una máquina está trabajando contra una carga, el convertidor puede multiplicar la fuerza del motor hacia la transmisión.



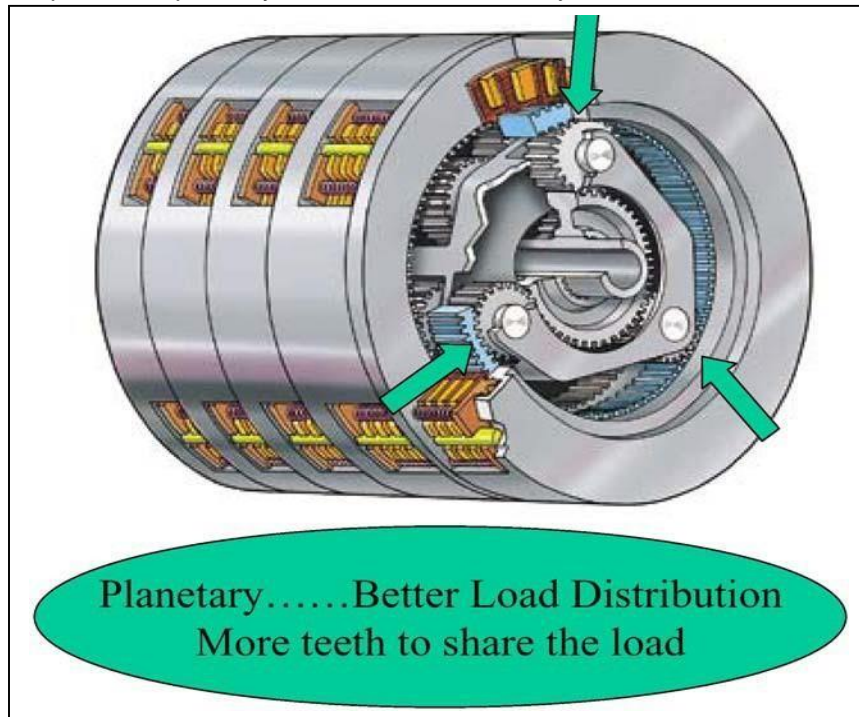
El aceite fluye del impulsor a través de la parte interior de la carcasa y retorna luego de pasar por la turbina. De la turbina el aceite es re direccionado hacia el impulsor por el estator.

La carcasa está conectada con al volante del motor y contiene al convertidor de torque. Una válvula de alivio de entrada y una válvula de alivio de salida controlan la presión del aceite.

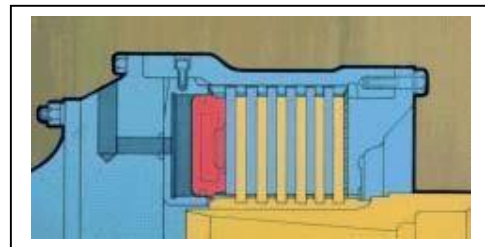
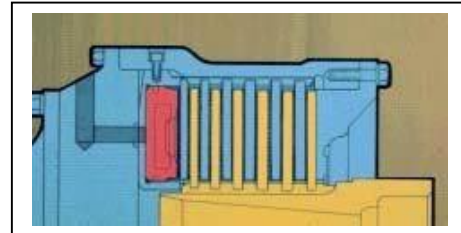
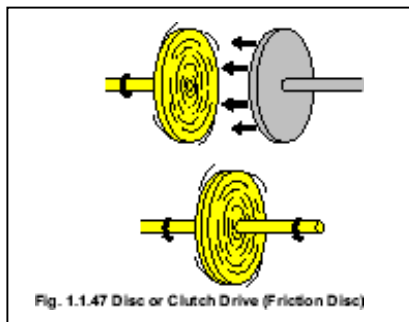


## TRANSMISIÓN

Complete lo requerido y trace el recorrido del flujo



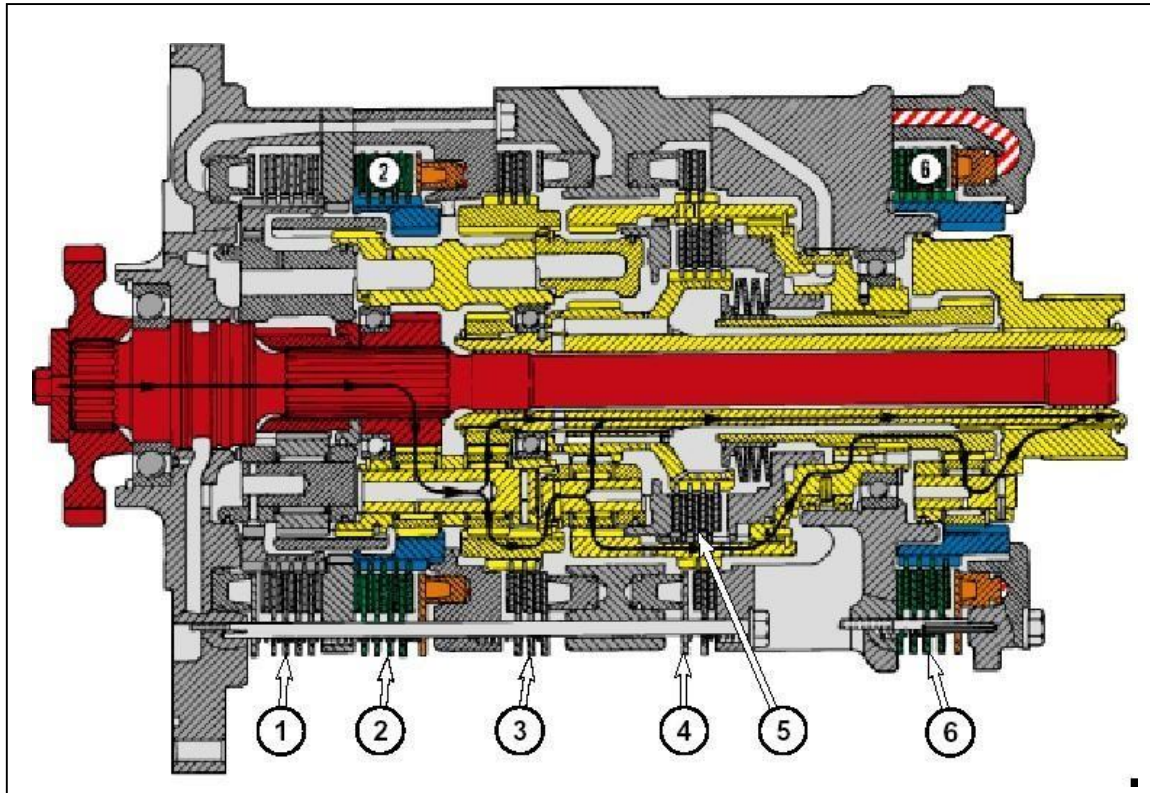
El aceite hidráulico comprime unos resortes que separan unos discos, al hacerlo los discos se unen y giran a la misma velocidad, con esto se consigue cambiar la relación de transmisión entre engranajes



## TRANSMISIÓN POWER SHIFT

### Procedimiento

Identifique los embragues en el R1600G



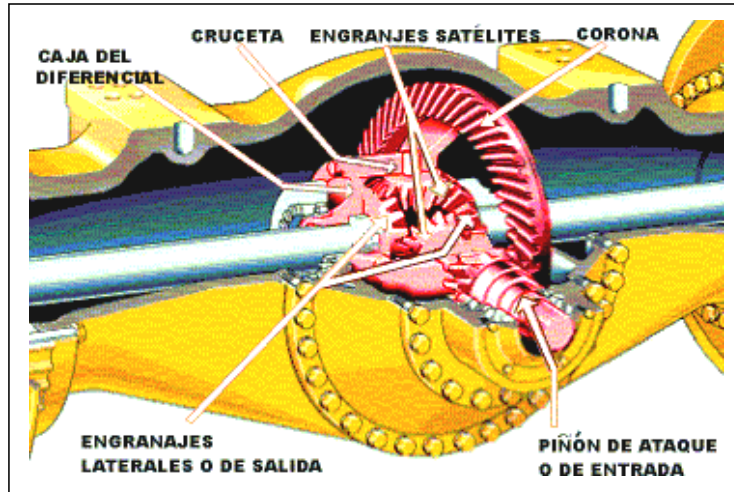
Transmission Selection	Clutches Engaged in Transmission
Neutral	3
First Speed Forward	2 and 6
Second Speed Forward	2 and 5
Third Speed Forward	2 and 4
Fourth Speed Forward	2 and 3
First Speed Reverse	1 and 6
Second Speed Reverse	1 and 5
Third Speed Reverse	1 and 4
Fourth Speed Reverse	1 and 3



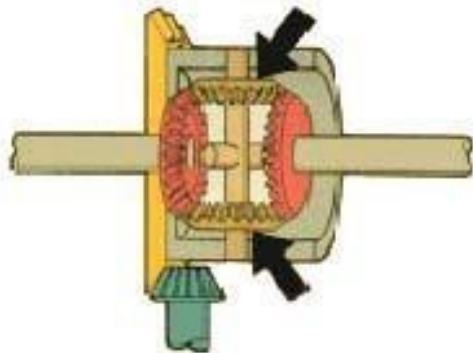
## DIFERENCIALES

### Diferenciales

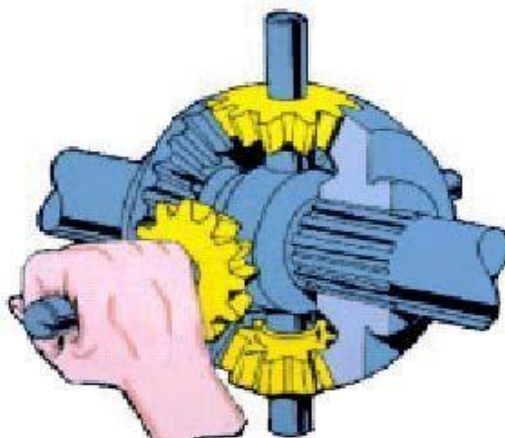
El diferencial proporciona potencia equilibrada a las ruedas y transfiere potencia a los mandos finales, reduciendo el desgaste de los componentes del tren de potencia. Los componentes principales del conjunto de diferencia son:



Durante un giro, las ruedas interiores ofrecen mayor resistencia a la rodadura que las ruedas exteriores. Esta resistencia origina diferentes torques en ambos engranajes laterales. Cuando uno de los ejes se detiene, los piñones diferenciales giran alrededor del engranaje lateral detenido. Le movimiento de los piñones diferenciales transfieren la potencia y velocidad sobrante al otro engranaje lateral aumentando su velocidad, esto provoca que ambos ejes giren a diferente velocidad. Cuando una rueda presenta mayor tracción que la otra el diferencial opera de la misma manera que si la máquina estuviera girando. **La misma cantidad de torque es enviada a ambas ruedas. Este torque es solamente igual a la cantidad que es necesaria para girar la rueda con menos resistencia, la externa.**

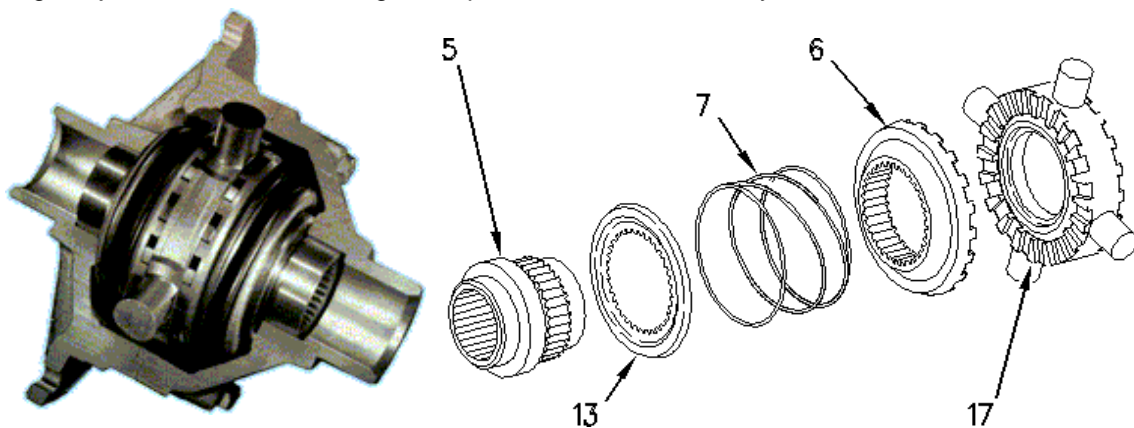


## Traba de Diferencial

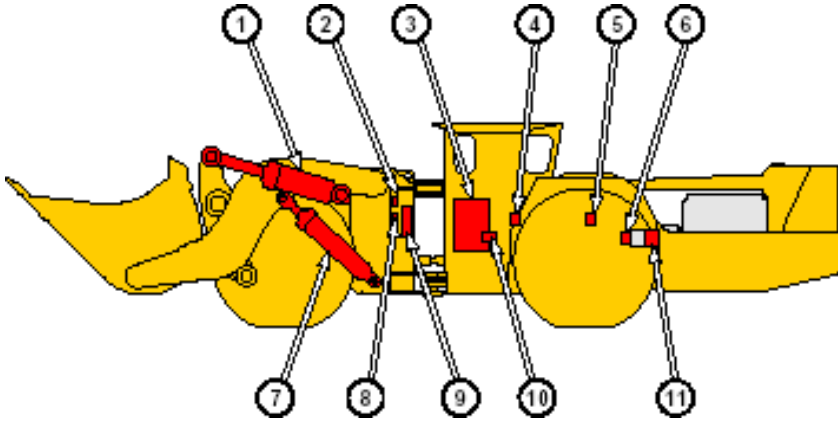


Sin una traba de diferencial, cuando una rueda motriz encuentre un terreno en malas condiciones (como barro) y no pueda desarrollar tracción, la misma girara libremente mientras que la otra se quedara inmóvil. Cuando esto ocurre, se detiene el avance de la máquina. La traba de diferencial permite que la potencia llegue a ambas ruedas haciéndolas girar simultáneamente a la misma velocidad.

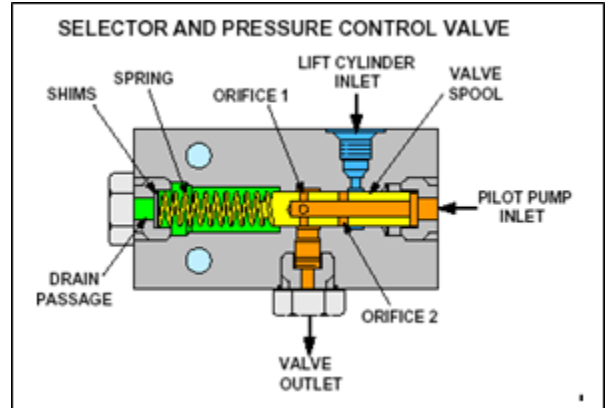
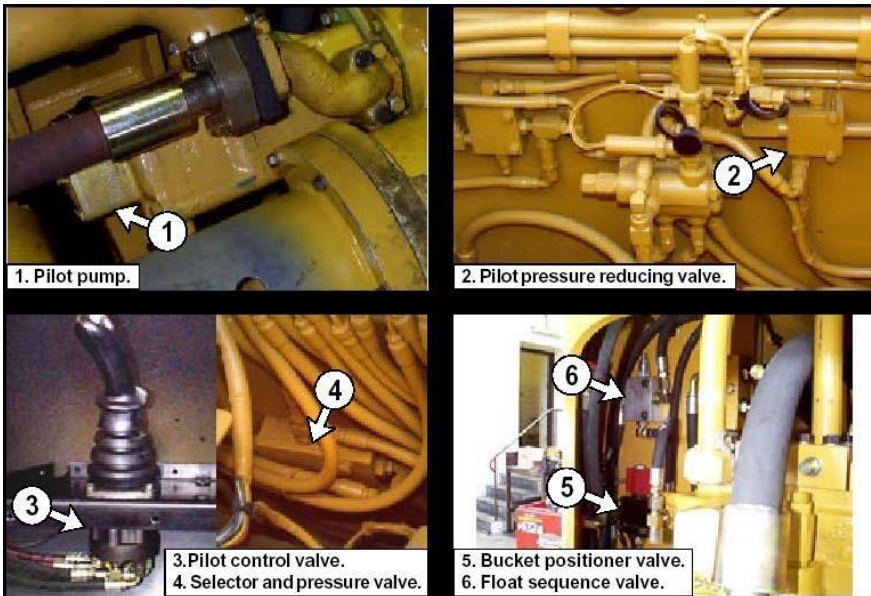
**Diferencial Nospin:** Es un diferencial de traba automática que obliga a ambas ruedas a girar a la misma velocidad, independientemente de las condiciones de tracción. La misma traba eficazmente las ruedas en conjunto enviándoles hasta el 100 % del par disponible a una rueda, de ser necesario. Durante un giro la rueda exterior se desenganchará y quedara libre y el diferencial No SPIN es un reemplazo directo para los componentes internos del diferencial estándar. El mismo se ajusta directamente dentro del conjunto de la caja del diferencial estándar. Los principales componentes del diferencial No SPIN son los engranajes laterales, los embragues impulsados, la leva central y la cruceta.



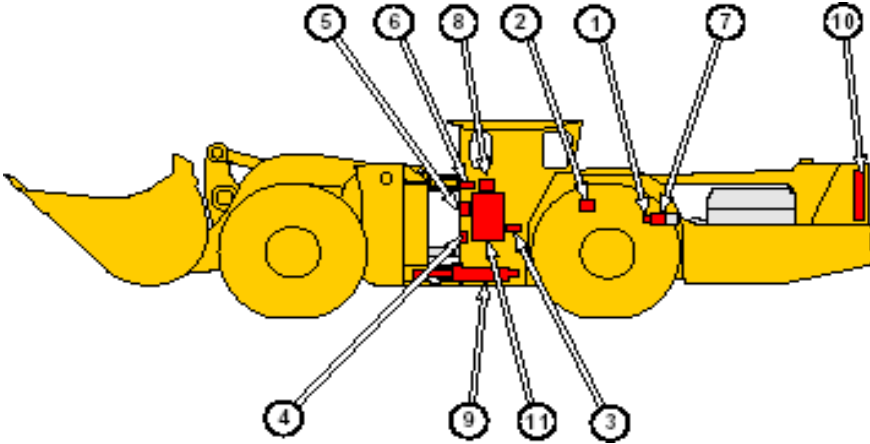
## SISTEMA HIDRAULICO



ITEM	NOMBRE
1	Cilindro de Inclinación
2	Válvula de Flotación y secuencia
3	Tanque hidráulico
4	Válvula de control piloto joystick
5	Válvula reductora de presión
6	Bomba de aceite piloto
7	Cilindro de Levante
8	Válvula de posicionamiento del cucharón
9	Válvula de control principal
10	Válvula selectora y de control de presión
11	Bomba hidráulica principal

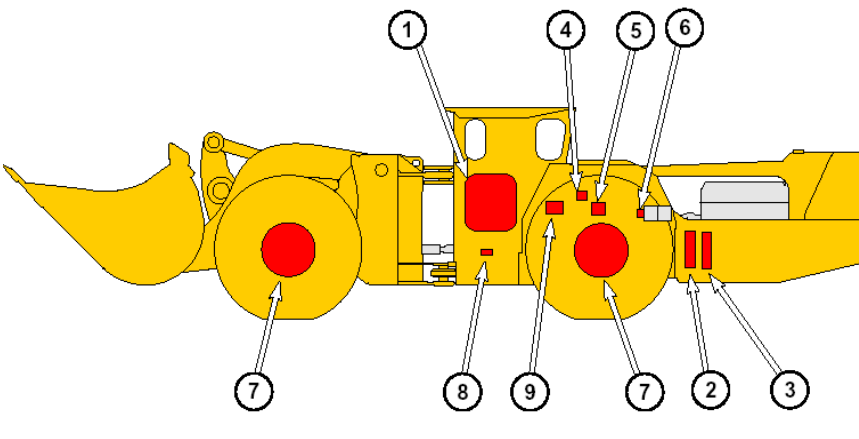


## SISTEMA DE DIRECCION



ITEM	NOMBRE
1	Bomba piloto
2	Válvula reductora de presión
3	Válvula selectora y de control de presión
4	Neutralizador de puerta
5	Válvula de control piloto
6	Neutralizadores de giro
7	Bomba de dirección
8	Válvula de control principal
9	Cilindro de dirección
10	Enfriador de aceite
11	Tanque hidráulico

## SISTEMA DE FRENOS



ITEM	NOMBRE
1	Tanque hidráulico
2	Acumulador freno delantero
3	Acumulador freno posterior
4	Válvula reductora de presión
5	Válvula de carga del acumulador
6	Bomba piloto y freno
7	Discos de freno
8	Válvula del freno de servicio
9	Válvula de control freno de parqueo / emergencia

## Anexo N°4: Información básica de jumbos frontoneros

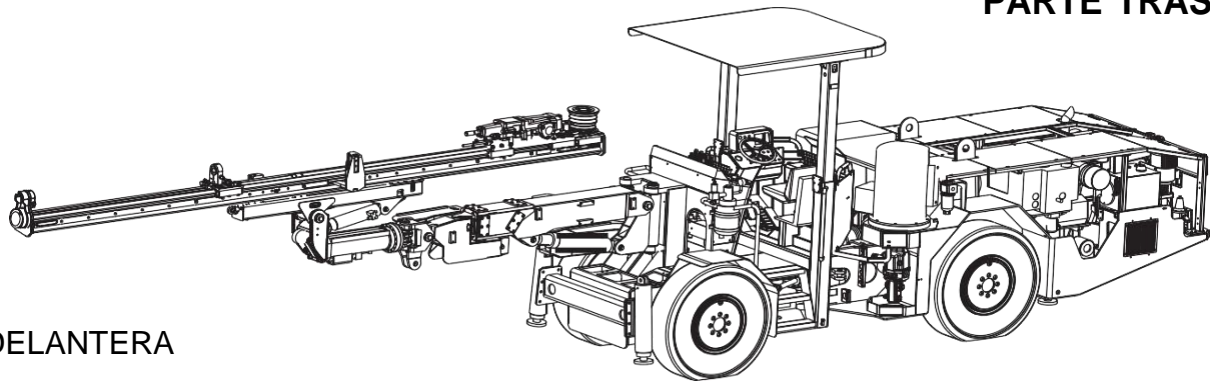
### INTRODUCCIÓN A LA MÁQUINA

Este manual proporciona instrucciones para el uso y funcionamiento seguro de una máquina del tipo **DD311**. La información contenida en este manual deberá ser estudiada y asimilada en su totalidad antes de intentar hacer funcionar la máquina.

**NOTA:** Allí donde se mencionen los términos DELANTE, DETRÁS, DERECHA e IZQUIERDA a lo largo del presente manual, se asume que el operario está de pie en la parte trasera de la máquina (lado del motor) mirando hacia la parte delantera (lado del brazo). Derecha e izquierda NO HACEN REFERENCIA al asiento del operario sino a la parte derecha e izquierda de la máquina.

DERECHA

PARTE TRASERA



PARTE DELANTERA

IZQUIERDA



**Peligro.** Es responsabilidad del operario asegurar que la máquina se encuentra en perfectas condiciones de funcionamiento. En cada arranque de la máquina, **DEBERÁ** completarse una lista de comprobación pre-arranque, incluso si se ha usado la máquina anteriormente en el mismo día. El operario que se halla a los mandos de la máquina asumirá toda la responsabilidad en caso de accidente o daños.


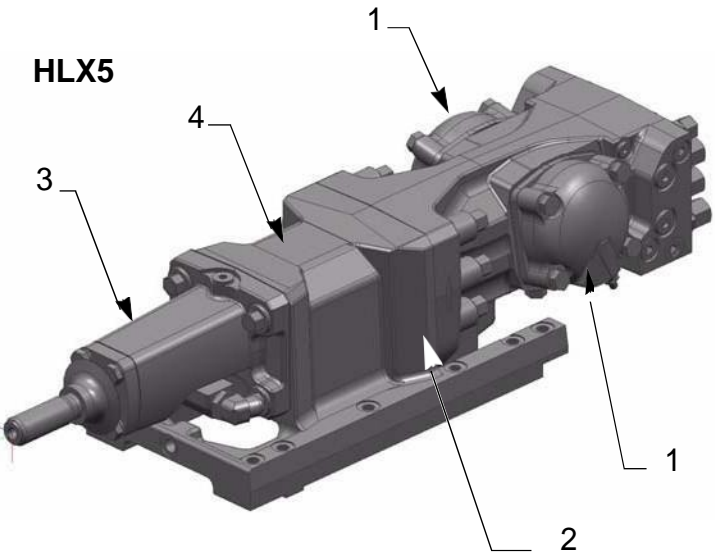

### Uso proyectado

La **DD311** está diseñada para su uso en trabajos de minería, preparación y perforación de túneles. Se trata de una perforadora hidráulica de funcionamiento independiente que puede operar en orificios verticales, horizontales e inclinados.

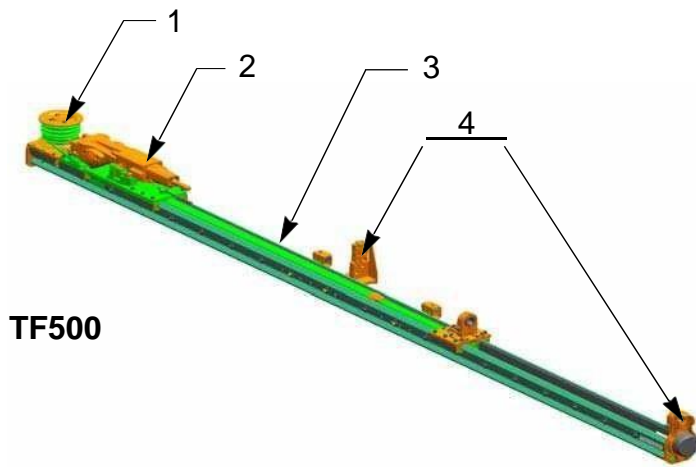
### Condiciones de funcionamiento recomendadas

- Temperatura ambiente -30°C .... +50°C.
- Altitud máxima sobre el nivel del mar 3000m.
- Antes de proceder a usarla en condiciones excepcionales, póngase en contacto con el departamento de ingeniería de Sandvik.

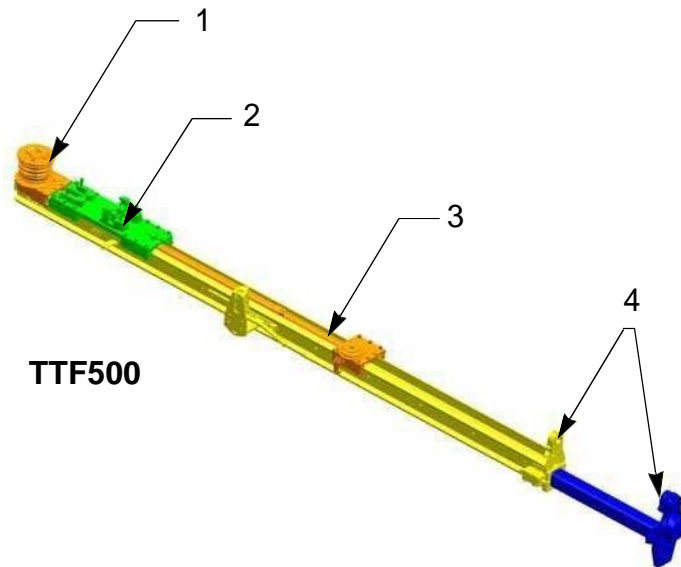
## Componentes de la máquina

<b>SECCIÓN DELANTERA</b>	
 <p style="text-align: center;"><b>SECCIÓN DELANTERA</b></p> <p>1. Martillo perforador de roca 2. Avance 3. Brazo 4. Estabilizadores delanteros</p>	<p>1. Martillo perforador de roca 2. Avance 3. Brazo 4. Estabilizadores delanteros</p>
<b>MARTILLO PERFORADOR DE ROCA</b>	
<p><b>HLX5</b></p>  <p>1. Acumulador de presión 2. Caja de giro 3. Caja de la inyección hidráulica 4. Caja de cambios</p> <p><b>HL510</b></p> 	<p>1. Acumulador de presión 2. Caja de giro 3. Caja de la inyección hidráulica 4. Caja de cambios</p>

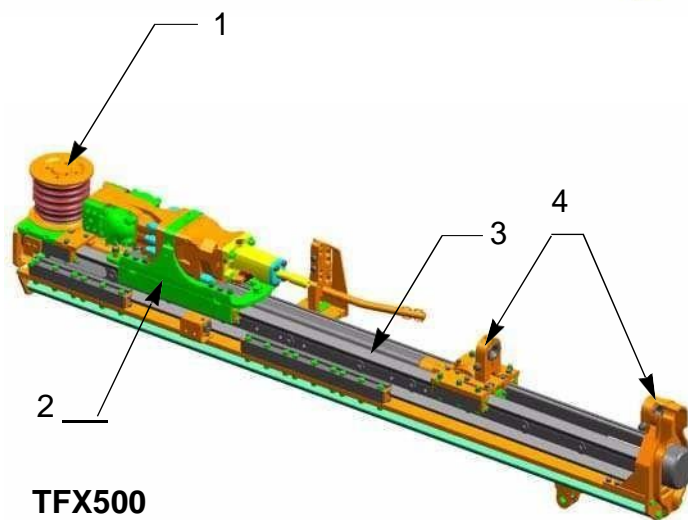
## AVANCE DE LA BROCA



**TF500**

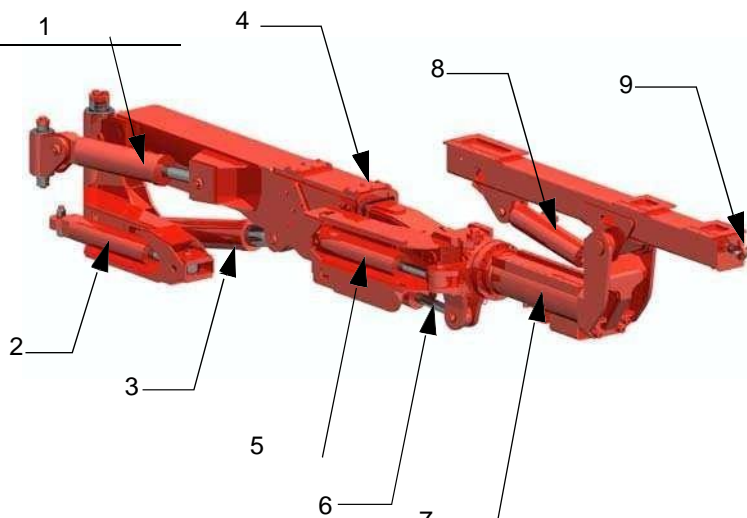
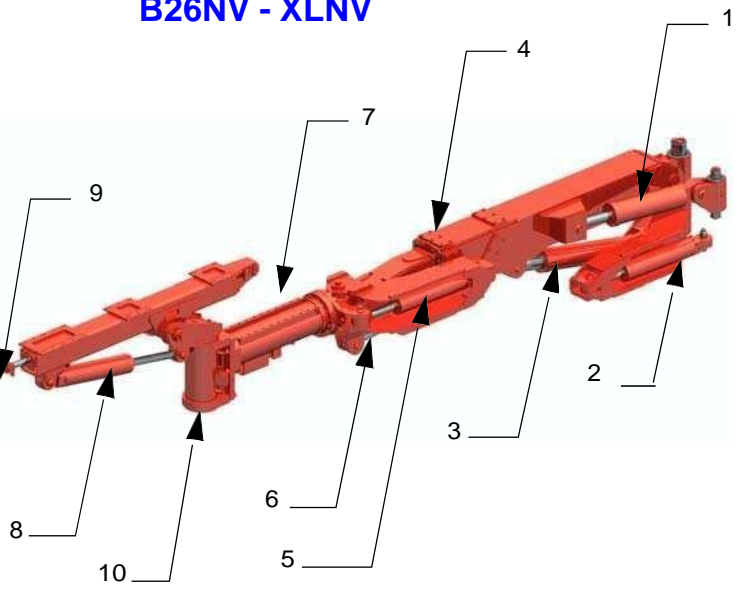


**TTF500**



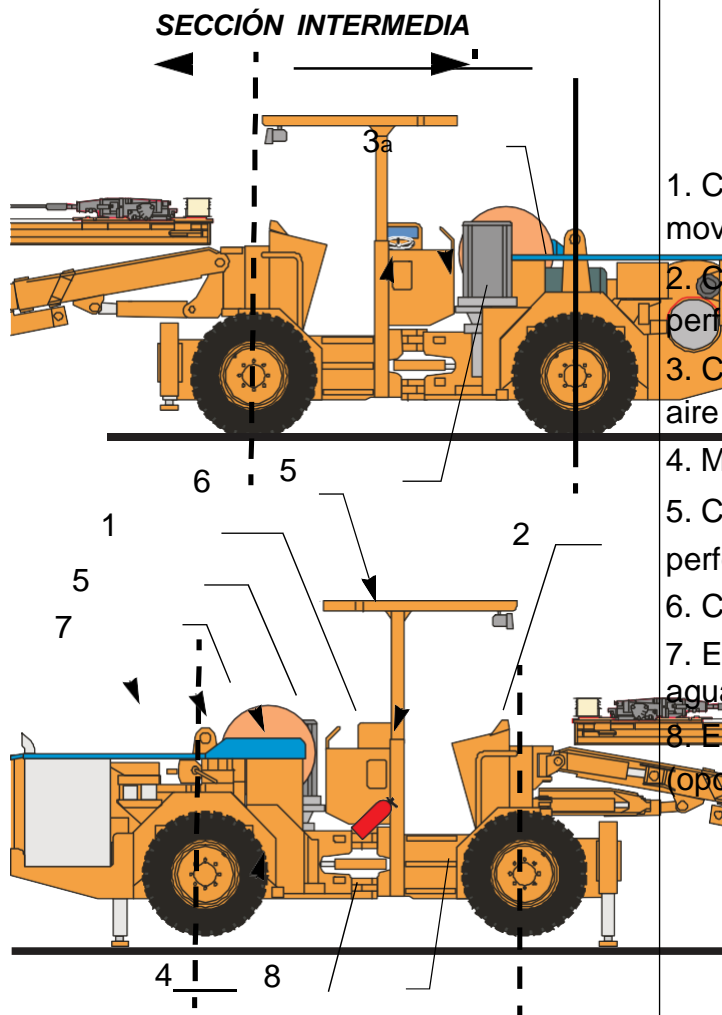
**TFX500**

1. Rollo de la manguera
2. Vehículo del martillo perforador de roca
3. Cilindro y cables del avance
4. Centraores

<p><b>BRAZO</b></p> <p><b>B26F - XLF</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oscilación del brazo</li> <li>2. Oscilación del avance</li> <li>3. Elevación del brazo</li> <li>4. Extensión del brazo</li> <li>5. Oscilación del avance</li> <li>6. Inclinación del avance</li> <li>7. Vuelco del avance</li> <li>8. Divergencia</li> <li>9. Extensión del avance</li> </ol>
<p><b>B26NV - XLNV</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oscilación del brazo</li> <li>2. Oscilación del avance</li> <li>3. Elevación del brazo</li> <li>4. Extensión del brazo</li> <li>5. Oscilación del avance</li> <li>6. Inclinación del avance</li> <li>7. Vuelco del avance</li> <li>8. Divergencia</li> <li>9. Extensión del avance</li> <li>10. Angulo del avance</li> </ol>

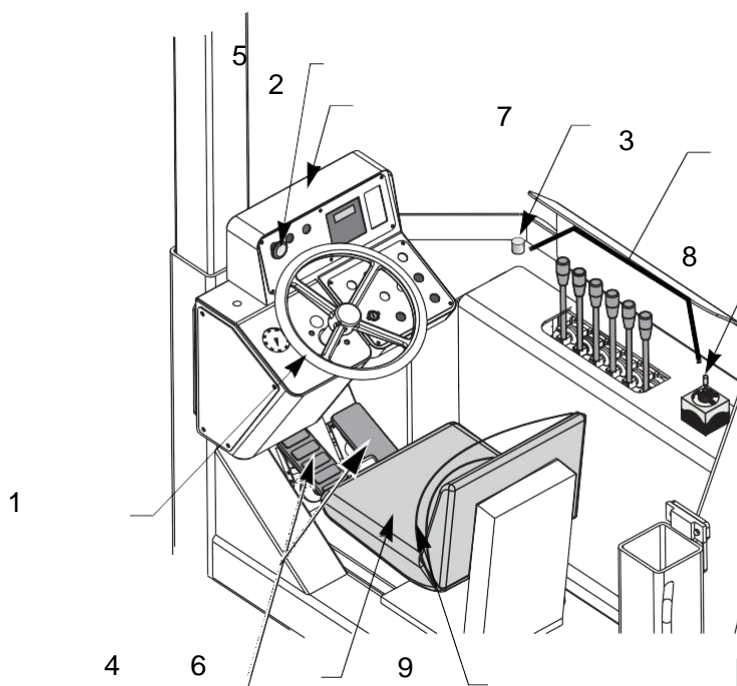


## SECCIÓN INTERMEDIA



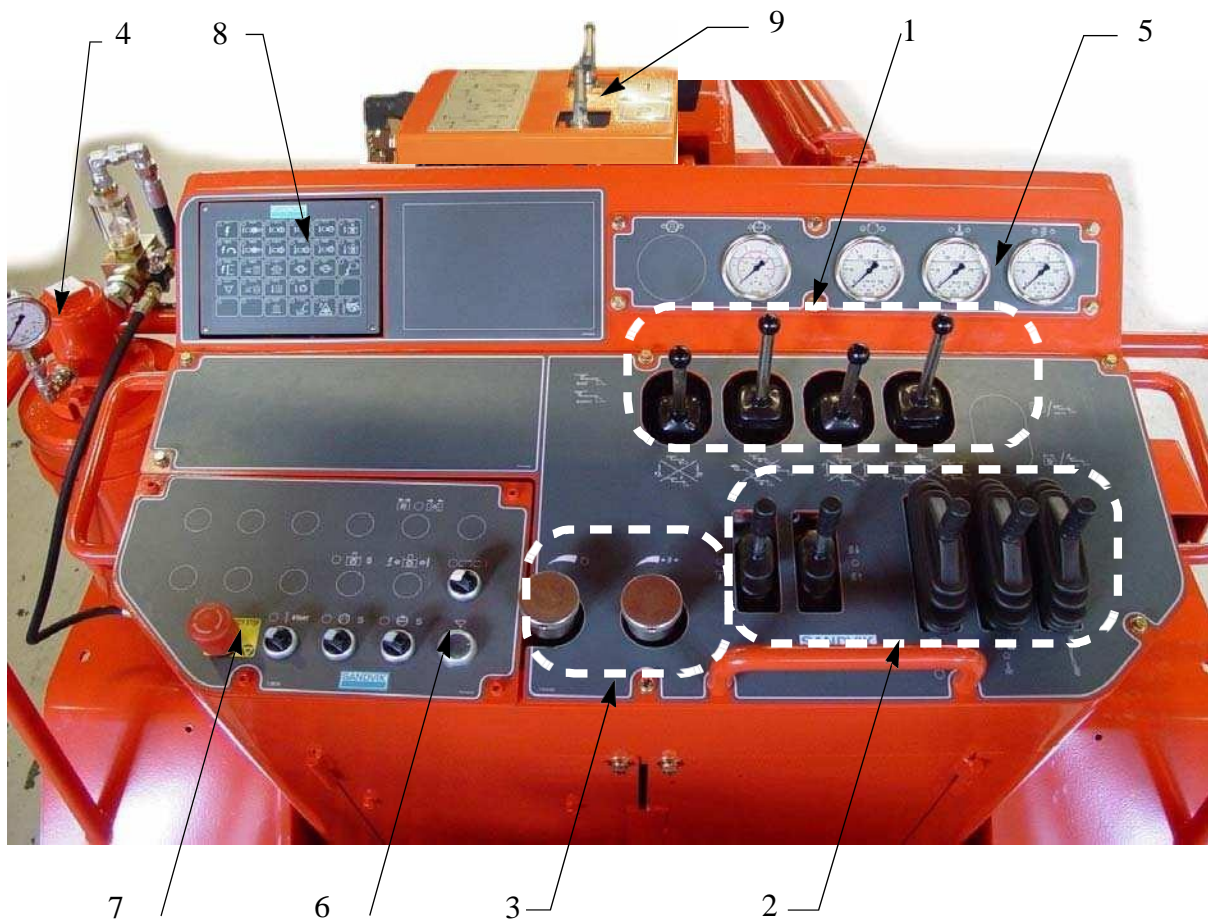
1. Compartimiento de movimiento
2. Compartimiento de perforación
3. Componentes del circuito de aire
4. Motor de movimiento
5. Componentes hidráulicos de perforación
6. Cubierta telescópica
7. Enrollador de manguera de agua (opcional)
8. Extintor de incendios (opcional)

## COMPARTIMIENTO DE MOVIMIENTO

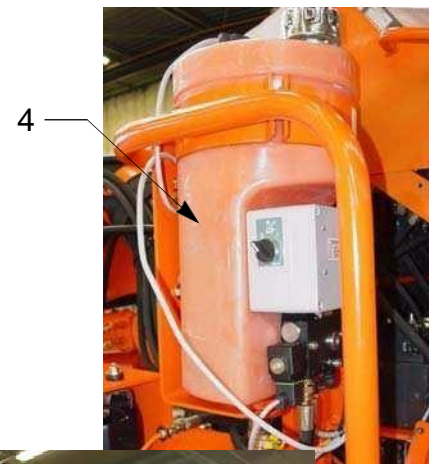


1. Volante
2. Panel de control de movimiento
3. Controles de los estabilizadores y la cubierta
4. Pedales de control del movimiento
5. Botón del freno de emergencia
6. Asiento del operario
7. El punto de prueba de freno
8. Control eléctrico del enrollador de cable eléctrico (y opcional de manguera de agua)
9. El cinturón de seguridad

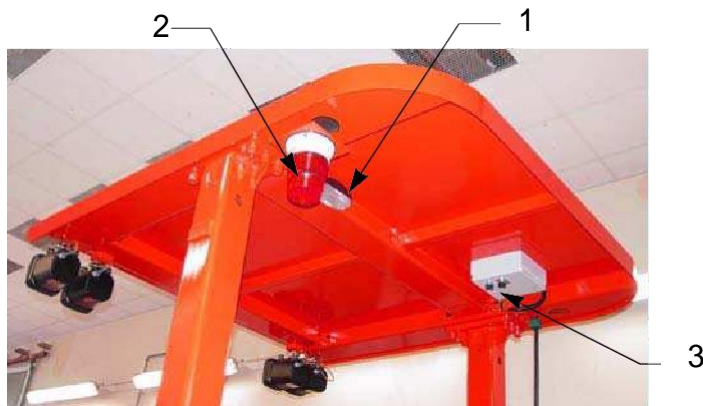
## COMPARTIMIENTO DE PERFORACIÓN



1. Controles del brazo
2. Controles de perforación
3. Pomos de ajuste de las presiones de perforación
4. Lubricador KVL10 o SLU (opcional) del martillo perforador de roca
5. Manómetros de presión
6. Interruptores y luz
7. Botón pulsador de parada de emergencia
8. Panel de indicadores luminosos
9. Valvúlas de ajuste de las deslizaderas TTF/TFX
10. Valvulá y contador de flujo del nebulización de aire (opcional)

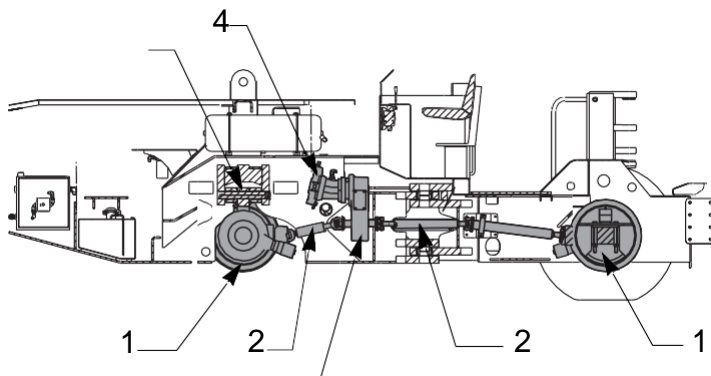


## CUBIERTA TELESCÓPICA



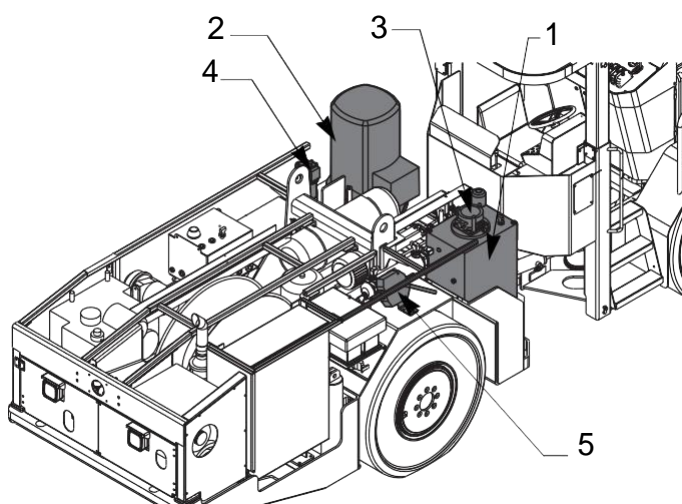
1. La luz de cortesía (opcional)
2. La luz intermitente (opcional)
3. La cortesía y la luz brillante los interruptores eléctricos (opcional)

## MOTOR DE MOVIMIENTO



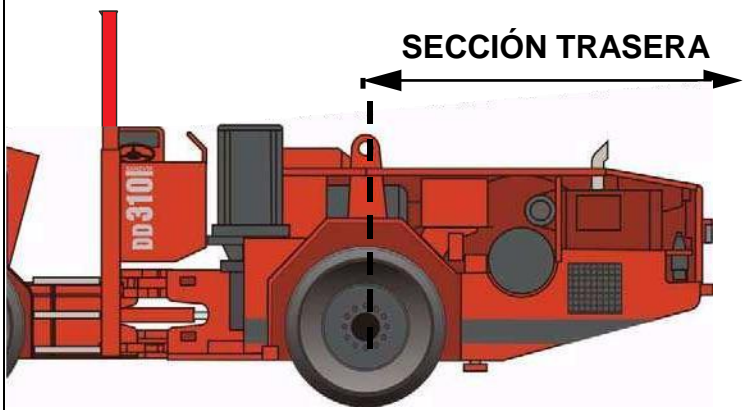
1. Ejes
2. Líneas de transmisión
3. Caja de cambios central
4. Motor hidráulico de movimiento
5. Travesero

## COMPONENTES HIDRÁULICOS DE PERFORACIÓN

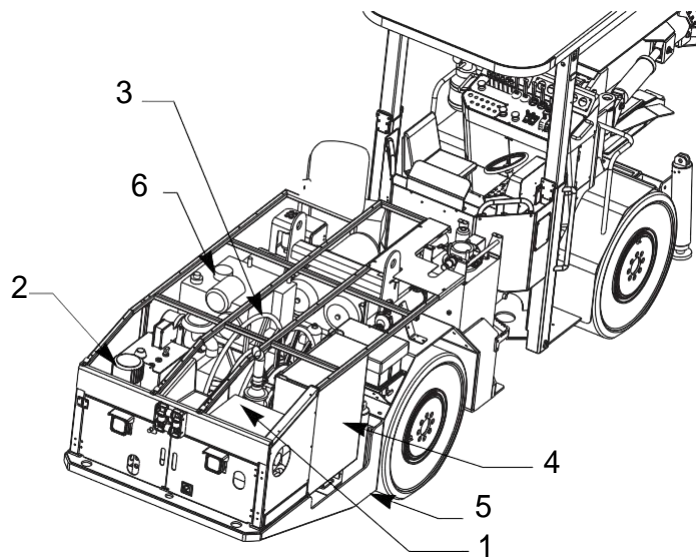


1. Tanque hidráulico de aceite de perforación
2. Bloque de alimentación eléctrico de perforación
3. Filtro de aceite a baja presión de perforación
4. Filtro de aceite a alta presión de perforación
5. Bomba hidráulica de llenado de aceite

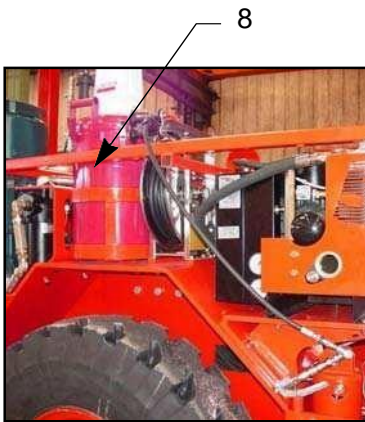
## SECCIÓN TRASERA



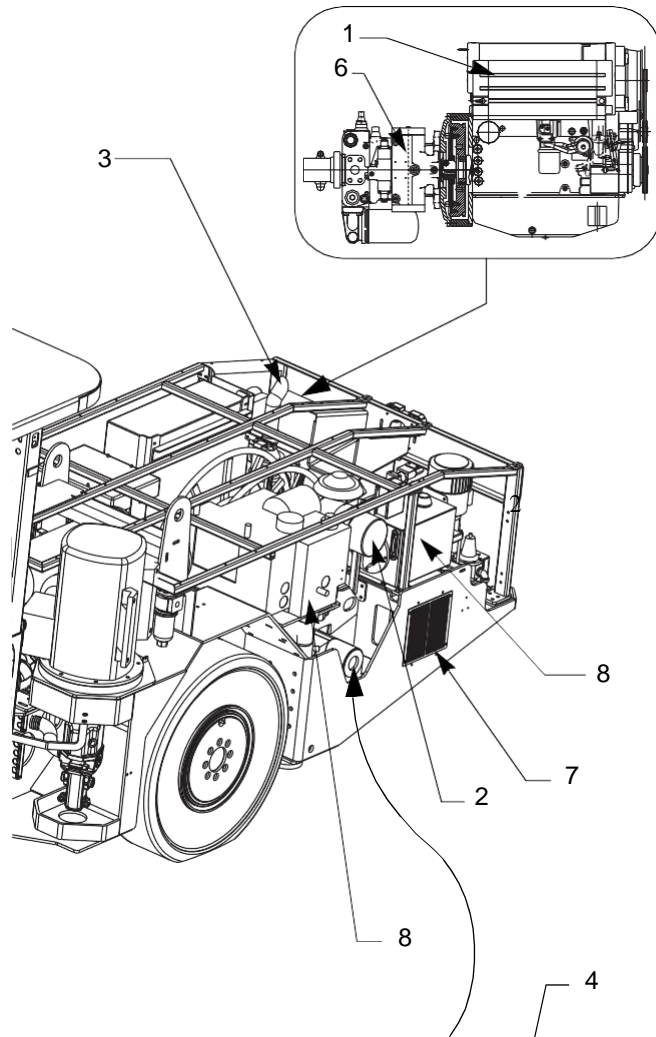
### SECCIÓN TRASERA



1. Bloque de alimentación diesel
2. Componente del circuito de agua
3. Bobina del cable eléctrico
4. Panel eléctrico
5. Estabilizadores traseros
6. Componente del circuito de aire
7. La bomba manual o la bomba eléctrica. (opcional)
8. La bomba de grasa con la bobina de la manga y pistola (opcional)



## BLOQUE DE ALIMENTACIÓN DIESEL

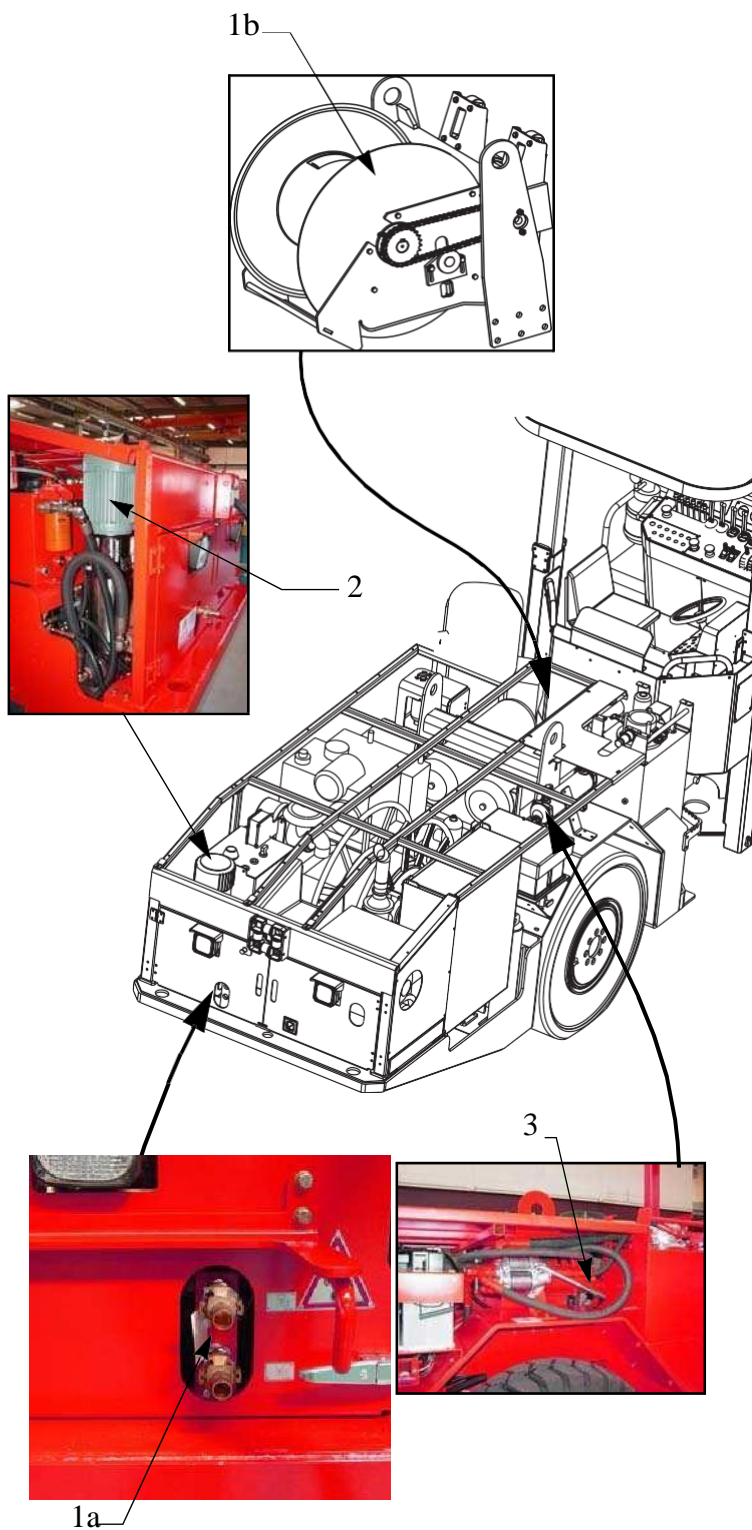


1. Motor diesel
2. Filtro de aire del motor
3. Purificador de gas del tubo de escape
4. Tanque de combustible
5. Tapa de relleno del tanque de combustible
6. Bomba de movimiento
7. Enfriador de aceite de movimiento
8. Tanque de aceite de movimiento



5

## COMPONENTES DEL CIRCUITO DE AGUA



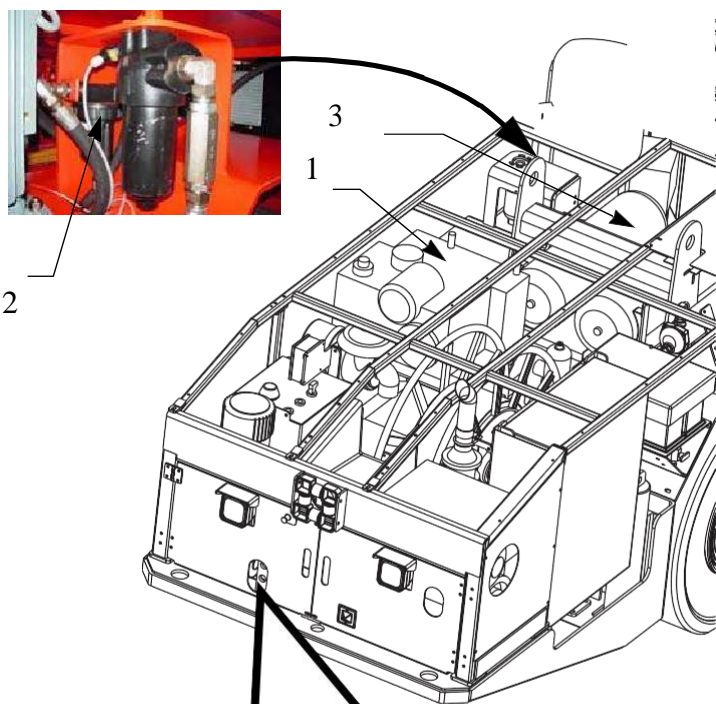
1.a Conexión del suministro de agua

1.b Enrollador de manguera de agua (opcional)

2. Bomba de agua

3. Enfriador agua/aceite

## COMPONENTES DEL CIRCUITO DE AIRE



2

3

1

- 1. Compresor de aire
- 2. Depurador de aire
- 3. Depósitos de aire (opcional)
- 4. Conexión de suministro de aire de la mina (opcional)



4

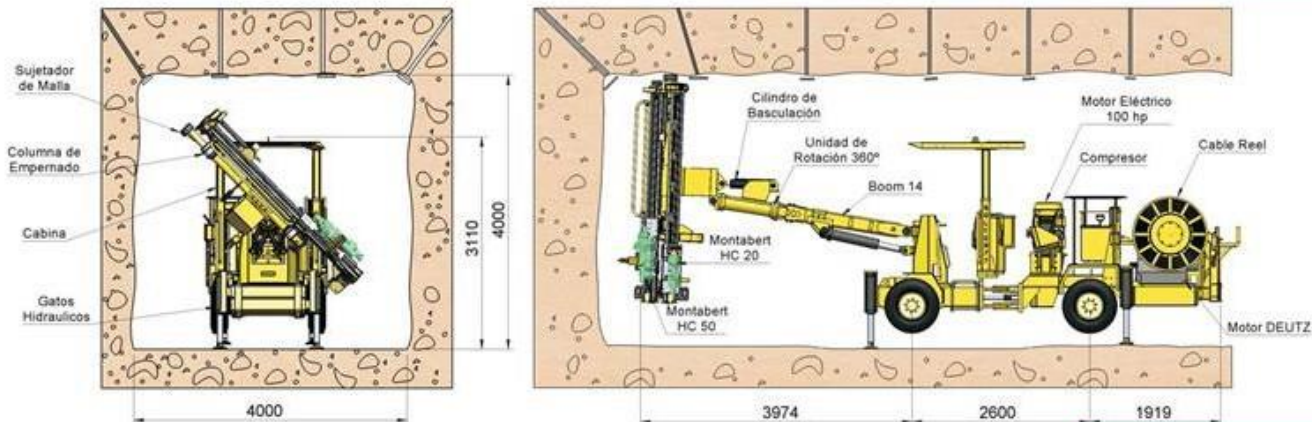
## Anexo N°5: Información básica de jumbos emperradores

De forma muy similar a los jumbos frontonero, pero con la diferencia de que estos cuentan con 2 perforadoras (HC-50 y HC-20 o HC-28) y un compresor de 3 HP de potencia.

### BOLTER-77

## Jumbo Emperrador Enmallador

El equipo emperrador enmallador con el mejor costo / beneficio del mercado



- ✓ Sostenimiento mecanizado con pernos y malla de forma eficiente y segura
- ✓ Acelera el ciclo de producción
- ✓ Elimina el uso de perforadoras manuales
- ✓ Perforadoras **Montabert**
- ✓ Alta productividad, hasta 7,000 pernos / mes
- ✓ Opción Long Hole
- ✓ Opción de Cable Bolting



**RESEMIN S.A.**

Salvini 356, Urb. **Los** Santa Rosa, Ate, Lima - Perú  
Teléfono: +51-1-203-4400  
resemin@resemin.com / www.resemin.com



## CARACTERISTICAS GENERALES

### Vehículo

- \* Chasis para trabajo pesado, articulado, 4WD, eje trasero oscilante 15°
- \* Motor Deutz F5L912W, enfriado por aire, con turbo compensador
- \* Caja Transmisión Powershift Dana T-12000, tres velocidades adelante y atrás
- \* Ejes diferenciales Dana
- \* Opción: Transmisión hidrostática, una bomba y cuatro motores
- \* Freno de servicio de discos húmedo
- \* Freno de parqueo SAHR (spring applied hydraulic release)
- \* Tablero de control 24 voltios DC
- \* Neumáticos 10.5x15 xmine
- \* Peso total del equipo: 11,500 Kgs

### Sistema de Perforación

- \* Perforadoras Montabert HC50 y HC20
- \* Columna de empinado compuesta por dos vigas: Perforación y Empinado
- \* Brazo hidráulico perfil cuadrado para trabajo pesado con extensión 1.00 mt
- \* Unidad de Rotación Helac 360°
- \* Sistema de intercambio de vigas con tres posiciones
- \* Centralizador hidráulico
- \* Bomba de agua Grundfoss
- \* Compresor LE-10, 3 HP



### Capacidades

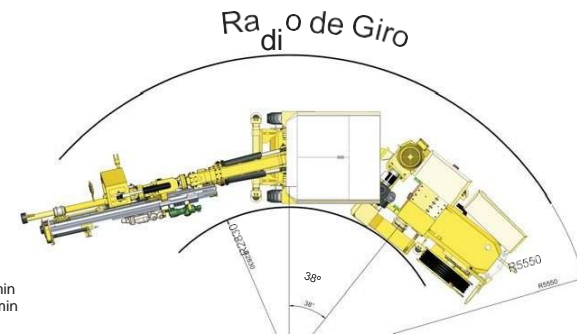
- \* Sostenimiento mecanizado de túneles con alturas de 3.00 a 5.50 mts
- \* Longitudes de pernos: 5, 6, 7, 8 y 10 pies
- \* Utiliza: Split set, Hydrabolt, Swellex, Resina y lechada de cemento
- \* Instalación de malla de forma rápida y segura
- \* Productividad, hasta 7,000 pernos / mes

### Tiempos de instalación

- \* Split set: 2 min
- \* Hydrabolt/ Swellex: 2 min
- \* Resina/ cemento: 4 min
- \* Lechada de cemento: 4 min

### Sistema Hidráulico

- \* Cable Bolting, hasta 25 mts de longitud
- \* Perforación long hole, hasta 25 mts de longitud



**RESEMIN S.A.**

## Anexo N°6: Formato de reportes diarios



REPORTE DIARIO DE EQUIPOS										REPORTE DE PARADA DE EQUIPOS TURNO			HORAS DE PARADA DE EQUIPOS								
Item	COD. Equipo	ZON DE TRABAJO	Capacidad	MTBF	MTTR	Disponibilidad Operativa	Disponibilidad Mecánica	Utilizacion	CONDICION			11/03/2021			HR. INI DIESEL	HR. FIN DIESEL	HR. INI PER.	HR. FIN PER.	HR. INI ELE.	HR. FIN ELE.	
									Turno	Motivo	DIA/NOCHE	INICIO	FIN	TOTAL (HRS)							
01	SCA-127	ROSA	2.2 Yd3	12	0.5	83.3%	95.83%	30.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	10299.1	10302.1					
				12	0.5	83.3%	95.83%	5.0%	Noche	OP		19:00	19:30	0.5	10316.3	10316.8					
				12	0.5	83.3%	95.83%	50.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	15180.4	15185.4					
02	SCA-158	RUMPUY	4 Yd3	12	0.5	83.3%	95.83%	66.0%	Noche	OP		19:00	19:30	0.5	15289	15295.6					
				12	0.5	83.3%	95.83%	50.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	29591.9	29596.9					
				12	0.5	83.3%	95.83%	65.0%	Noche	OP		19:00	19:30	0.5	29692.7	29699.2					
04	SCA-163	BALCÓN	4 Yd3	12	0.5	83.3%	95.83%	60.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	14450	14456					
				12	0.5	83.3%	95.83%	53.0%	Noche	OP		19:00	19:30	0.5	14512.3	14517.6					
				12	0.5	83.3%	95.83%	50.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	6138	6143					
05	SCA-183	ROSA	6 Yd3	12	0.5	83.3%	95.83%	51.0%	Noche	OP		19:00	19:30	0.5	6224.9	6230.0					
				10	2.0	70.8%	83.33%	58.8%	Dia	INOP	Reparación	CAMBIO DE NEUMATICO P-02	17:00	19:00	2.0	561.7	566.7				
				11	1.3	76.4%	88.89%	45.8%	Noche	OP	Reparación	CAMBIO DE NEUMATICO P-02	19:00	20:20	1.3	5652.6	5656.8				
07	SCA-186	ROSA	4 Yd3	7	5.3	43.1%	55.56%	58.1%	Dia	INOP	MP	MANTTO DE 1000 HRS	13:40	19:00	5.3	4931.3	4934.3				
				7	5.0	45.8%	58.33%	52.7%	Noche	OP	MP	SE CULMINA MANTTO 1000 HRS	19:00	0:00	5.0	5026	5028.9				
				0	12.0	0.0%	0.00%	0.0%	Dia	INOP	Reparación	ECM DAÑADO	7:00	19:00	12.0	4680.1	4680.1				
08	SCA-187	TALLER/BALCON	6 Yd3	0	12.0	0.0%	0.00%	0.0%	Noche	INOP	Reparación	REPORTARON FALLAS EN LUCES, SE ENCONTRÓ ECM DAÑADO, CON HUMEDAD, QUEDA EN TALLER CX683	19:00	7:00	12.0	4736.5	4736.5				
				12	0.5	83.3%	95.83%	60.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	17632	17638					
				12	0.5	83.3%	95.83%	57.0%	Noche	OP		19:00	19:30	0.5	17727.7	17727.4					
10	JUA-54	RUMPUY	12 PIES	12	0.5	83.3%	95.83%	40.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	276.5	278.5	4389.2	4391.2	6526.2	6528.2	
				12	0.5	83.3%	95.83%	45.0%	Noche	OP		19:00	19:30	0.5	330.5	333.6	4463.2	4466.3	6637.6	6639.0	
				12	0.5	83.3%	95.83%	43.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	5779.4	5781.4	7061.9	7063.9	10268.28	10270.58	
11	JUA-60	BALCÓN	14 PIES	11	0.6	82.6%	95.14%	65.5%	Noche	OP	Reparación	ROTURA DE PERNO DE CABLE DE RETORNO, (MAL REPORTE: REPORTARON ROTURA DE CABLE)	4:15	4:50	0.6	4303.5	4306.4	7210.6	7211.1	10465.3	10468.9
				12	0.5	83.3%	95.83%	40.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	268.46	270.46	162.2	164.2	4974.3	4976.3	
				12	0.5	83.3%	95.83%	38.6%	Noche	OP		19:00	19:30	0.5	311.23	313.2	177.4	177.6	508.42	510.3	
13	JUA-71	BALCÓN	14 PIES	12	0.5	83.3%	95.83%	45.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	4873.5	4876	5556.2	5558.83	1472.2	1474.2	
				12	0.5	83.3%	95.83%	50.0%	Noche	OP		19:00	19:30	0.5	4956.3	4958.6	5635.6	5636.8	1571.28	1574.0	
				12	0.5	83.3%	95.83%	50.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	718	720	194.7	196.2	708.5	711.5	
14	JUA-76	BALCÓN - MILAGROS	14 PIES	11	1.0	79.2%	91.67%	62.1%	Noche	OP	Reparación	CAMBIO DE NEUMATICO P01	22:00	23:00	1.0	3996.9	3998.1	4633.18	4633.2	6707.26	6712.0
				11	1.2	77.8%	90.28%	45.5%	Dia	OP	Reparación	SE CAMBIO SENSOR DE NIVLE DE ACEITE DE TRANSMISION	12:30	13:40	1.2	2118.8	2120.8	1730.36	1731.4	3243.78	3246.0
				12	0.5	83.3%	95.83%	45.0%	Noche	OP		19:00	19:30	0.5	2245.6	2247.7	1801.45	1802.8	3402.32	3404.7	
16	JUA-89	ROSA	14 PIES	12	0.5	83.3%	95.83%	43.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	1906.1	1908.4	2013	2015.4	2850.52	2852.52	
				12	0.5	83.3%	95.83%	48.7%	Noche	OP		19:00	19:30	0.5	2032.4	2034.6	650.1	652.2	3019.53	3022.2	
				12	0.5	83.3%	95.83%	20.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	1513	1515	1167.19	1167.19	565.7	565.7	
17	JUA-37	BALCÓN	8 PIES	11	0.7	81.9%	94.44%	50.8%	Noche	OP		23:40	0:20	0.7	1523	1525.0	1170.05	1172.1	8.31	11.3	
				0	12.0	0.0%	0.00%	0.0%	Dia	INOP	Reparación	ARRANQUE DE MOTOR DIESEL (DESCOMPRESIONADO), A LA ESPERA DE REPUESTOS (MOTOR NUEVO)	7:00	19:00	12.0	5788.9	5788.9	813.2	813.2	3128.7	3128.7
				0	12.0	0.0%	0.00%	0.0%	Noche	INOP	Reparación	ARRANQUE DE MOTOR DIESEL (DESCOMPRESIONADO), A LA ESPERA DE REPUESTOS (MOTOR NUEVO)	19:00	7:00	12.0	5820	5820	831.5	831.5	3174.6	3174.6
19	JUA-56	BALCÓN - MILAGROS	8 PIES	12	0.5	83.3%	95.83%	50.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	687.5	689.5	3229.16	3231.16	8204.47	8207.47	
				12	0.5	83.3%	95.83%	60.0%	Noche	OP		19:00	19:30	0.5	779.2	782.2	3255.56	3258.2	8298.42	8301.4	
				11	1.3	76.4%	88.89%	47.3%	Dia	OP	Reparación	SE CAMBIA DIAFRAGMA DE PERFORADORA HC50 Y SE RECARGO NITROGENO, SE CAMBIO BLOCK DE AVANCE Y DE RETORNO	14:40	16:00	1.3	2061.3	2063.3	131.9	134.41	419.2	421.54
21	JUA-96	RUMPUY	8 PIES	9	3.0	62.5%	75.00%	71%	Noche	OP		23:30	2:30	3.0	2180.8	2182.9	119	121.0	519.5	522.7	
				12	0.5	83.3%	95.83%	30.0%	Dia	OP		7:00	7:30	0.5	321.02	322.02	4445.4	4447.4	6614.5	6616.5	
				11	1.5	75.0%	87.50%	61%	Noche	OP		0:45	2:15	1.5	965.5	968.0	274.2	276.1	920.9	923.9	

FLOTA DE EQUIPOS	OPERATIVOS	INOPERATIVOS
SCOO'P DE 6 YD3	3	2
SCOO'P DE 4 YD3	5	5
JUMBOS FRONTONEROS	7	7
EMPERNADORES	4	3

	DIA	NOCHE
PROMEDIO DISPONIBILIDAD MECANICA DE SCODPS	79.3%	72.2%
PROMEDIO DISPONIBILIDAD MECANICA DE JUMBO FRONTONEROS	95.0%	95.1%
PROMEDIO DISPONIBILIDAD MECANICA DE JUMBO EMPERNADOR	75.3%	58.8%

	FLOTA	SCOOP	JUMBO	EMPERNADO R
D.M.(%)	83.3%	79.8%	95.1%	72.9%
D.O.(%)	71.9%	68.7%	82.6%	62.9%
UTIL.(%)	44.4%	45.1%	47.2%	39.0%

## Anexo N°7: Informe urgente de equipo SCA-189

 *16-03-21* 

---

### **INFORME N°094-2021**

**Dpto. Mantenimiento Corimayo / U.O. CMH - RETAMAS**

Atención : JARA SALDAÑA, Jeiner  
Asistente de Mantenimiento

DE : INGA ALMONACID, Abraham

ASUNTO : rotura de vástago sca 189

FECHA : 11/03/2021

---

➤ **INFORMACION GENERAL :**

1. Lugar/Frente :CX683
2. Equipo :SCA-189
3. Modelo :R1300G
4. Horometro : 17737.3
5. Número de Serie :NJB

➤ **DESCRIPCION DEL TRABAJO:**

1. OBJETIVO:
  - Informar los trabajos realizados en el equipo
2. ANTECEDENTES:
  - El día 09/03/21 se encuentra en el taller 683 al sca 189 con la oreja roto de del cilindros levante lado derecho.
  - El motivo de la rotura es porque utilizan al equipo para hacer caer las rocas sueltas de tós techos y hastiales en las labores con la cuchara , por lo cual se quedo una roca entre el guardafangos del neumático p2 y la oreja del cilindro ocasionando la rotura.
3. EVALUACIÓN :
  - Se verifica la rotura se evidencia los componentes dañados  
2 collet  
1 pin  
1 perno  
1 Vástago del cilindro
  - Se acondiciona la oreja del cilindro con soldadura
  - Se instalan los repuestos requeridos en almacén los-faltantes se gestiona de compañía y queda operativo el equipo.
  - Se solicita componente por PU ya que el equipo esta inoperativo.
  - Se adjunta fotografías, requerimiento.

*[Handwritten Signature]*  
16 MAR. 2021  
Dpto. CMH  
**RECIBIDO**




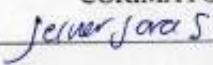
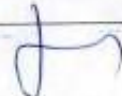
#### 4. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES:

- Cabe mencionar que el trabajo que se realiza no presta una confiabilidad para la operación por lo cual se realiza el requerimiento urgente de los repuestos.



INGA ALMONACIO, Abraham  
Dpto. Mantenimiento Mecánico  
CORIMAYO Servicios Mineros S.A.C.

JB16-03-21

		
V°B° Jefe de Mantto - CORIMAYO 	V°B° Residente de Obra - CORIMAYO	V°B° Jefatura de Planeamiento CORIMAYO 

16 MAR. 2021  
Dmin  
**RECIBIDO**



*[Handwritten signature]*  
16 MAR. 2021  
D. A. U. N.  
**RECIBIDO**

## Anexo N°8: Informe mensual de equipo JUA-54



### **INFORME N°037-2021**

Dpto. Mantenimiento Corimayo / U.O. CMH - RETAMAS

Atención : JARA SALDAÑA, Jeiner  
Asistente de Mantenimiento

C.C : JHON GUTIERREZ CARMEN / SUPERVISOR MANTTO  
JOSE ARENAS BUSTILLOS / SUPERVISOR MANTTO  
Elija un elemento. / Elija un elemento.  
Elija un elemento. / Elija un elemento.

DE : ENRIQUE INGA, Gelacio Valerio  
Mecánico I Trackless

ASUNTO : DETERIORO CILINDRO ELEVACION DE BOOM jua-54

FECHA : 27/01/2021



#### > **INFORMACION GENERAL:**

1. Lugar/Frente : taller
2. Equipo : JUMBO
3. Modelo : DD210
4. Número de Serie :
5. Horómetro Diésel : 242 P:4372 E:6496
6. Fecha de Servicio : 27/01/2021
7. Numero OT :
8. Horas de Servicio :

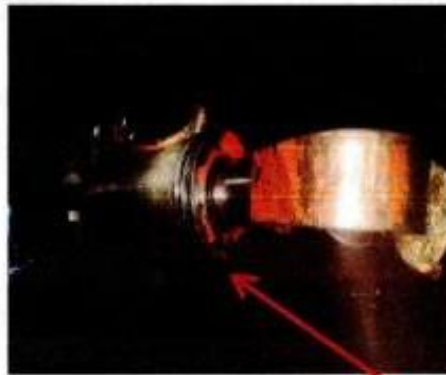
#### > **DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:**

1. OBJETIVO:  
Mediante el presente para informar lo siguiente.
2. ANTECEDENTES:  
El día 27 -01-21 se realiza pruebas del movimiento de boom y correcto funcionamiento de los cilindros  
  
Cilindro elevación del boom presenta fuga de aceite por la tapa del cilindro se desmonta para realizar cambio de sellos encontrando la rosca de la tapa desgastado el cual ya no tiene ajuste  
  
Este componente tiene deterioro prematuro porque al bajar el boom demasiado choca con el soporte de las gatas delanteras
3. EVALUACIÓN Y TRABAJOS REALIZADOS:
  - Se realiza cambio de sellos y se refuerza puntos con la soldadura para seguir montando más componentes que faltan del brazo y la viga.
4. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES:





Requiere cambio de dicho componente para evitar paradas innecesarios después que sale de su reparación



Tal como se observa en la imagen la rosca de la tapa tiene deterioro y al otro imagen se aprecia choques que con la base de gatas delanteros

Es todo en cuanto debo informar atento alas coordinaciones  
atentamente

ENRIQUE INGA, Gelacio Valerio  
Dpto. Mantenimiento Mecánico  
CORIMAYO Servicios Mineros S.A.C.

V°B° Jefe de Mantto - CORIMAYO	V°B° Residente de Obra CORIMAYO	V°B° Jefatura de Planeamiento CORIMAYO

## Anexo N°9: Informe de accidente de equipo JUA-71



### **INFORME N°062-2021**

**Dpto. Mantenimiento Corimayo / U.O. CMH - RETAMAs**

Atención : JARA SALDAÑA, Jeiner  
Asistente de Mantenimiento  
JHON GUTIERREZ CARMEN / SUPERVISOR DE MANTTO  
DANIEL BENITEZ CHACALTANAr / Jefe de PLANEAMIENTO

DE : ENRIQUE INGA, Gelacio Valerio  
Mecánico I Trackless

ASUNTO : ACCIDENTE PORTAFILTRO RETORNO HIDRAULICO JUA-71

FECHA : 19/02/2021

#### > **INFORMACION GENERAL :**

1. Lugar/Frente : balcón
2. Equipo : jua-71
3. Modelo : dd311
4. Número de Serie :
5. Horómetro Diésel : 4887
6. Horómetro percusión : 5568
7. Horómetro eléctrico : 1479
8. Horas de Servicio : 6 horas

#### > **DESCRIPCION DEL TRABAJO:**

##### 1. OBJETIVO:

- Mediante el presente para informar lo siguiente

##### 2. ANTECEDENTES:

El día 18 -02 Inicio de guardia operador entrante reporta que el equipo presenta demasiado fuga de aceite hidráulico por el porta filtro de retorno aceite transmisión al momento que da arranque el equipo.

##### 3. EVALUACIÓN :

Se realiza evaluación encontrando rota la base del filtro retorno aceite transmisión por accidente presenta golpe en el conducto de ingreso y fisura el cual ya no se puede reparar.

##### 4. TRABAJOS REALIZADOS

En coordinación con la jefatura de MANTTO se toma prestado del equipo jua-76 que se encuentra en reparación por trabajos mayores para evitar paradas prolongadas del equipo y no afectar al operación ya que solo cuenta con un solo jumbo en zona balcón







**5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

- ° se requiere el componente a la brevedad y
- ° uso correcto de equipos según sección de labores para evitar choques y daño a las estructuras y componentes

Es todo en cuanto debo informar atentos alas coordinaciones  
atentamente

*Gelacio Enrique Inga*  
**GELACIO ENRIQUE INGA**  
 Dpto. Mantenimiento Mecánico  
 CORIMAYO Servicios Mineros S.A.C.

<i>U.B. Pineda</i>		<i>[Signature]</i> 21 FEB. 2021
V°B° Jefe de Manto - CORIMAYO <i>Javier J. J.</i>	V°B° Residente de Obra CORIMAYO	V°B° Jefatura de Plancamiento CORIMAYO <b>RECIBIDO</b>

### Anexo N°10: Programacion de mantenimiento en scoop

CONTROL PARA EL CAMBIO DE FILTROS DE AIRE Y MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS (SCOOPTRAMS):																					
LEYENDA: (C) CAMBIAR ; (V) VERIFICAR ; (VERDE) FALTA																					
MODELO DE EQUIPO	ITEM	COD. EQUIPO	MANTENIMIENTO PROGRAMADO			ULTIMO MANTTO. PROGRAMADO		HORAS TRABAJADAS	% DE VIDA UTIL	PRO DIAS	FECHA PROYECTADA DEL MANTENIMIENTO PROGRAMADO										FECHA PROYECTADA PARA EL CAMBIO
			26/11/2020	TIPO DE SERVICIO	F. DE CAMBIO	FECHA					27.11	28.11	29.11	30.11	01.12	02.12	03.12	04.12	05.12		
						FECHA	HOROMETRO													vie	
LH-203	1	SCA-127	9840.4	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1°	62.5	12-Oct-20	9758	82	-31.8%	-2	C								24/11/20		
				CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2°	125	12-Oct-20	9758	82	34.1%	6										03/12/20	
				MANTTO. DE 125 HRS.	117	12-Oct-20	9758	82	29.0%	3										30/11/20	
				MANTTO. DE 500 HRS.	509.3	6-Ago-20	9490.7	350	31.3%	14										11/12/20	
				MANTTO. DE 1000 HRS.	978	10-Feb-20	9022.0	818	16.3%	13								10/12/20			
CAT-R1300G	2	SCA-158	14091	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1°	62.5	24-Nov-20	14091.5	(1)	101.6%	5								03/12/20			
				CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2°	125	12-Nov-20	13906.5	184	-47.2%	-5	C								21/11/20		
				MANTTO. DE 125 HRS.	99	22-Nov-12	14056	35	65.3%	6									03/12/20		
				MANTTO. DE 500 HRS.	386	17-Oct-20	13614	477	-23.4%	-8	C								19/11/20		
					MANTTO. DE 1000 HRS.	921	28-Ago-20	13079.5	1,011	-9.8%	-8	C						19/11/20			
	3	SCA-163	13492	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1°	66.5	26-Nov-20	13510	(18)	126.9%	7									05/12/20		
				CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2°	130	15-Nov-20	13385.3	107	17.8%	2				V					29/11/20		
				MANTTO. DE 125 HRS.	60	17-Nov-20	13407	85	-41.8%	-2	C								24/11/20		
				MANTTO. DE 500 HRS.	483	18-Oct-20	13017	475	1.6%	1				V					28/11/20		
					MANTTO. DE 1000 HRS.	983	18-Oct-20	13017	475	51.7%	43							09/01/21			
	4	SCA-184	4408.6	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1°	62.5	13-Nov-20	4253.2	155	-148.6%	-7	C								18/11/20		
				CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2°	125	13-Nov-20	4253.2	155	-24.3%	-2	C								25/11/20		
				MANTTO. DE 125 HRS.	142	14-Nov-20	4268.0	141	1.0%	0	C								27/11/20		
				MANTTO. DE 500 HRS.	392	2-Nov-20	4107.7	301	23.2%	7									04/12/20		
					MANTTO. DE 1000 HRS.	892	2-Nov-20	4107.7	301	66.3%	47							13/01/21			
	5	SCA-186	3611.6	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1°	62.5	17-Nov-20	3497	115	-83.4%	-4	C								22/11/20		
CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2°				125	8-Nov-20	3378	234	-86.9%	-8	C								18/11/20			
MANTTO. DE 125 HRS.				125	17-Nov-20	3497	115	8.3%	1				V					28/11/20			
MANTTO. DE 500 HRS.				462	17-Nov-20	3497	115	75.2%	26									24/12/20			
				MANTTO. DE 1000 HRS.	962	15-Oct-20	3038	574	40.4%	30							27/12/20				
6	SCA-189	16432	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1°	62.5	6-Nov-20	16174.2	258	-312.6%	-15	C								09/11/20			
			CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2°	125	6-Nov-20	16174.2	258	-106.3%	-10	C								16/11/20			
			MANTTO. DE 125 HRS.	70	16-Nov-20	16314.1	118	-68.6%	-4	C								22/11/20			
			MANTTO. DE 500 HRS.	515	16-Nov-20	16314.1	118	77.1%	30									28/12/20			
				MANTTO. DE 1000 HRS.	928	16-Nov-20	16314.1	118	87.3%	61							28/01/21				
CAT-R1600G	7	SCA-160	28463	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1°	62.5	26-Nov-20	28463	(0)	100.3%	8								06/12/20			
				CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2°	125	26-Nov-20	28463	(0)	100.2%	17									15/12/20		
				MANTTO. DE 125 HRS.	45	13-Nov-20	28330.4	132	-194.2%	-12	C								13/11/20		
				MANTTO. DE 500 HRS.	454	5-Oct-20	28046	417	8.2%	5									02/12/20		
				MANTTO. DE 1000 HRS.	954	5-Oct-20	28046	417	56.3%	71							06/02/21				
8	SCA-183	4909.2	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1°	62.5	26-Nov-20	4909.2	0	100.0%	6									04/12/20			
			CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2°	125	21-Nov-20	4847.3	62	50.5%	6									03/12/20			
			MANTTO. DE 125 HRS.	82	26-Nov-20	4909.2	0	100.0%	7									05/12/20			
			MANTTO. DE 500 HRS.	485	20-Oct-20	4515.2	394	18.8%	8									05/12/20			
				MANTTO. DE 1000 HRS.	1017	4-Set-20	3983	926	8.9%	8							05/12/20				
CAT-R1600H	10	SCA-187	3572.2	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1°	62.5	26-Nov-20	3590	(18)	128.5%	7								05/12/20			
				CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2°	125	21-Nov-20	3524.3	48	61.7%	7									04/12/20		
				MANTTO. DE 125 HRS.	86	21-Nov-20	3524.3	48	44.3%	3									30/11/20		
				MANTTO. DE 500 HRS.	424	21-Nov-20	3524.3	48	88.7%	33									31/12/20		
				MANTTO. DE 1000 HRS.	924	13-Oct-20	3076	496	46.3%	38							04/01/21				

## Anexo N°11: Programacion de mantenimiento en jumbo frontonero

CONTROL PARA EL CAMBIO DE FILTROS DE AIRE Y MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS (JUMBOS/EMPERNADORES):																								
LEYENDA: (C) CAMBIAR ; (V) VERIFICAR ; (VERDE) FALTA																								
MODELO DE EQUIPO	ITEM	COD. EQUIPO	MANTENIMIENTO PROGRAMADO					ULTIMO MANTO. PROGRAMADO		HORAS TRABAJADAS	% DE VIDA UTIL	PROXIMO MANTENIMIENTO			FECHA PROYECTADA DEL MANTENIMIENTO PROGRAMADO							FECHA PROYECTADA PARA EL CAMBIO		
			26/11/2020	TIPO DE HOROMETRO	TIPO DE SERVICIO	N/P	F. DE CAMBIO	FECHA	HOROMETRO			HOROMETRO	HRS. FALTANTES	DIAS	27.11	28.11	29.11	30.11	01.12	02.12	03.12		04.12	05.12
			vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue			vie	sáb											
DD-210	1	JUA-54	212.5	H.D (DIESEL)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P828889	62.5	7-Nov-20	165.00	48	24.0%	228	15.0	7						04/12/20				
					CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P829333	125	26-Nov-20	212.50	0	100.0%	338	125.0	58								25/01/21		
					MANTTO. DE 125 HRS.		85	6-Nov-20	164.8	48	43.9%	250	37.3	17								14/12/20		
					MANTTO. DE 500 HRS.		490	5-Ago-20	10.25	202	58.7%	500	287.8	133									09/04/21	
					MANTTO. DE 1000 HRS.		1000	19-Sep-19	3997	663	33.8%	1000	787.5	157									03/05/21	
		6422.52	H.E (COMPRESOR)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P778979	62.5	19-Nov-20	6375	48	24.0%	6438	6225.0	3								30/11/20			
				CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P780018	125	6-Nov-20	6320.35	102	18.3%	6445	22.8	4								01/12/20			
				MANTTO. DE 250 HRS.		180	6-Nov-20	6320.35	102	43.2%	6500	77.8	14								11/12/20			
				MANTTO. DE 500 HRS.		467	5-Ago-20	6032.53	390	16.5%	6500	77.0	14								11/12/20			
				MANTTO. DE 1000 HRS.		967	5-Ago-20	6032.53	390	59.7%	7000	577.0	107									14/03/21		
4326.21	H.P (PERCUSSION)	MANTTO. DE 50 HRS.	SO 40132	48	18-Nov-20	4296	30	37.1%	4344	17.8	6								03/12/20					
		MANTTO. DE 500 HRS.	SO 40132	500	30-Oct-19	3872	454	9.2%	4372	45.8	15								12/12/20					
DD-311	1	JUA-60	5514.9	H.D (DIESEL)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P828889	62.5	3-Oct-20	5430.00	85	-35.8%	5493	-22.4	-15	C					11/11/20				
					CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P829333	125	3-Oct-20	5367.50	147	-17.9%	5493	-22.4	-15	C						12/11/20			
					MANTTO. DE 125 HRS.		80	18-Oct-20	5430.5	84	-5.5%	5511	-4.4	-3	C						24/11/20			
					MANTTO. DE 500 HRS.		444	22-Jul-20	5056	459	-3.4%	5500	-14.9	-10	C						17/11/20			
					MANTTO. DE 1000 HRS.		1474	11-Feb-20	4526.1	989	32.9%	6000	485.2	316								09/10/21		
		9713.5	H.E (COMPRESOR)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P778979	62.5	26-Nov-20	9715	(2)	102.4%	9778	64.0	29								27/12/20			
				CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P780018	147	18-Oct-20	9603.08	110	24.9%	9750	36.6	17								14/12/20			
				MANTTO. DE 250 HRS.		143	18-Oct-20	9607.49	106	25.9%	9750	37.0	17								14/12/20			
				MANTTO. DE 500 HRS.		393	18-Oct-20	9607.49	106	73.0%	10000	287.0	132								09/04/21			
				MANTTO. DE 1000 HRS.		915	22-Jul-20	9085	629	31.3%	10000	286.5	132								08/04/21			
6656.5	H.P (PERCUSSION)	MANTTO. DE 50 HRS.	UO 48633	50	25-Oct-20	6610.5	46	8.0%	6661	4.0	3								30/11/20					
		MANTTO. DE 500 HRS.	UO 48633	500	22-Jul-20	6241	416	16.9%	6741	84.5	59								25/01/21					
MUKY	1	JUA-67	28.95	H.D (DIESEL)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P828889	62.5	3-Nov-20	37.90	(9)	114.3%	100	71.4	25						23/12/20				
					CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P829333	125	3-Nov-20	37.90	(9)	107.2%	163	134.0	47							14/01/21			
					MANTTO. DE 125 HRS.		82	14-Nov-20	0.00	29	64.7%	82	53.1	18								15/12/20		
					MANTTO. DE 500 HRS.		332	14-Nov-20	0.00	29	91.3%	332	303.1	105								13/03/21		
					MANTTO. DE 1000 HRS.		832	14-Nov-20	0.00	29	96.5%	832	803.1	279								03/09/21		
		4780.7	H.E (COMPRESOR)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P606951	10	14-Nov-20	4750	31	-207.0%	4760	-20.7	-9	C							16/11/20			
				MANTTO. DE 50 HRS.		50	14-Nov-20	4750	31	38.6%	4800	19.3	9								06/12/20			
		73.94	H.P (PERCUSSION)	H.E (BOMBA CAT)	MANTTO. DE 250 HRS.		296	22-Oct-20	4704.3	76	74.2%	5000	219.6	98							06/03/21			
					MANTTO. DE 40 HRS. HC-50 / Viga Perforacion #01	H050A00162	35	5-Nov-20	45.38	29	18.4%	80	6.4	5							02/12/20			
					MANTTO. DE 200 HRS. HC-50 / Viga Perforacion #01	H050A00162	200	13-Jul-20	2,166.00	102	49.0%	245	171.4	81								16/02/21		
			MANTTO. DE 400 HRS. HC-50 / Viga Perforacion #01	H050A00162	400	13-Jul-20	2,166.00	102	74.5%	445	371.4	247							02/08/21					



DD-311

2	JUA-71	4553	H.D (DIESEL)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P828889	62.5	3-Nov-20	4465.00	88	-40.2%	4528	-25.1	-7	C	19/11/20
				CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P829333	136	9-Nov-20	4488.90	64	53.2%	4625	72.3	19		16/12/20
				MANTTO. DE 125 HRS.		35	17-Nov-20	4523.1	30	14.5%	4558	5.0	1	V	28/11/20
				MANTTO. DE 500 HRS.		516	17-Nov-20	4523.1	30	94.3%	5039	486.5	127		04/04/21
				MANTTO. DE 1000 HRS.		1016	15-Jul-20	3984	569	44.0%	5000	447.4	117		24/03/21
	1066	H.E (POWER PACK)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P778979	62.5	26-Nov-20	1070.3	(4)	106.5%	1133	66.6	10		08/12/20	
			CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P780018	125	26-Nov-20	1070.3	(4)	103.2%	1195	129.1	20		18/12/20	
			MANTTO. DE 250 HRS.		250	17-Nov-20	1022.03	44	82.3%	1272	205.8	32		30/12/20	
			MANTTO. DE 500 HRS.		492	17-Nov-20	1022.03	44	91.0%	1514	447.8	70		18/12/20	
			MANTTO. DE 1000 HRS.		1000	17-Nov-20	1022.03	5,067	-406.7%	-3001	-4066.8	-637	C	06/02/21	
	5293	H.P (PERCUCION)	MANTTO. DE 50 HRS.	JO 48886	55	17-Nov-20	5264.35	29	47.9%	5319	26.4	6		25/02/19	
			MANTTO. DE 500 HRS.	JO 48886	500	28/07/2020	4840	453	9.4%	5340	47.0	11		03/12/20	
3	JUA-76	3625.4	H.D (DIESEL)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P828889	62.5	26-Nov-20	3628.70	(3)	105.3%	3691	65.8	17		15/12/20
				CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P829333	133	9-Nov-20	3567.40	58	56.4%	3700	75.0	20		17/12/20
				MANTTO. DE 125 HRS.		131	22-Nov-20	3619.2	6	95.3%	3750	124.8	33		31/12/20
				MANTTO. DE 500 HRS.		499	25-Oct-20	3501	124	75.1%	4000	374.6	98		06/03/21
				MANTTO. DE 1000 HRS.		903	17-Jul-20	3097	528	41.5%	4000	374.6	98		05/03/21
	6289.5	H.E (COMPRESOR)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P778979	62.5	15-Nov-20	6250	40	36.8%	6313	23.0	4		01/12/20	
			CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P780018	125	15-Nov-20	6250	40	68.4%	6375	85.5	14		11/12/20	
			MANTTO. DE 250 HRS.		250	25-Oct-20	6084	206	17.8%	6334	44.5	7		04/12/20	
			MANTTO. DE 500 HRS.		500	25-Oct-20	6084	206	58.9%	6584	294.5	47		13/01/21	
			MANTTO. DE 1000 HRS.		1000	25-Oct-20	6084	206	79.5%	7084	794.5	127		04/04/21	
	4323.15	H.P (PERCUCION)	MANTTO. DE 50 HRS.	E048214	46	22-Nov-20	4320.2	3	93.6%	4366	43.1	10		08/12/20	
			MANTTO. DE 500 HRS.	E048214	500	23-Sep-20	4054	269	46.2%	4554	230.9	53		19/01/21	
4	JUA-87	1708	H.D (DIESEL)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P828889	62.5	25-Nov-20	1708.00	0	99.5%	1771	62.2	14		12/12/20
				CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P829333	125	25-Nov-20	1708.00	0	99.8%	1833	124.7	28		26/12/20
				MANTTO. DE 125 HRS.		102	11-Nov-20	1647.5	61	40.4%	1750	41.2	9		06/12/20
				MANTTO. DE 500 HRS.		484	11-Oct-20	1516.1	192	60.3%	2000	291.8	66		01/02/21
				MANTTO. DE 1000 HRS.		970	26-May-20	1030	678	30.1%	2000	291.7	66		01/02/21
	2776	H.E (COMPRESOR)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P778979	62.5	26-Nov-20	2783.6	(8)	112.6%	2846	70.4	11		09/12/20	
			CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P780018	125	26-Nov-20	2783.6	(8)	106.3%	2909	132.9	20		18/12/20	
			MANTTO. DE 250 HRS.		249	11-Oct-20	2500.5	275	-10.5%	2750	-26.2	-4	C	23/11/20	
			MANTTO. DE 500 HRS.		499	11-Oct-20	2500.5	275	44.8%	3000	223.8	34		31/12/20	
			MANTTO. DE 1000 HRS.		1019	25-Jul-20	1980.7	795	22.0%	3000	224.0	34		31/12/20	
	1498	H.P (PERCUCION)	MANTTO. DE 50 HRS.	B048184	85	19-Nov-20	1467.2	31	63.8%	1552	54.2	17		14/12/20	
			MANTTO. DE 500 HRS.	B048184	500	22-Sep-20	1299	199	60.2%	1799	301.0	96		03/03/21	
5	JUA-89	1545	H.D (DIESEL)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P828889	62.5	23-Nov-20	1536.00	9	85.6%	1599	53.5	11		09/12/20
				CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P829333	125	3-Nov-20	1432.70	112	10.2%	1558	12.7	3		30/11/20
				MANTTO. DE 125 HRS.		120	15-Nov-20	1499	46	61.7%	1619	74.0	15		12/12/20
				MANTTO. DE 1000 HRS.		500	21-Jul-20	1074.3	471	5.9%	1574	29.3	6		03/12/20
				MANTTO. DE 500 HRS.		1000	21-Jul-20	1074.3	471	52.9%	2074	529.3	111		18/03/21
	2363	H.E (COMPRESOR)	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 1*	P778979	62.5	26-Nov-20	2372.5	(10)	115.2%	2435	72.0	18		16/12/20	
			CAMBIO DE FILTRO DE ADMISION 2*	P780018	125	26-Nov-20	2372.5	(10)	107.6%	2498	134.5	34		01/01/21	
			MANTTO. DE 250 HRS.		206	15-Nov-20	2294	69	66.5%	2500	137.0	35		01/01/21	
			MANTTO. DE 500 HRS.		429	15-Nov-20	2294	69	83.9%	2723	360.0	91		27/02/21	
			MANTTO. DE 1000 HRS.		929	1-Oct-20	2294	69	92.6%	3223	860.0	218		04/07/21	
	1630	H.P (PERCUCION)	MANTTO. DE 50 HRS.	JO48055	37	6-Nov-20	1563	67	-79.7%	1600	-29.5	-5	C	21/11/20	
			MANTTO. DE 500 HRS.	JO48055	500	15-Nov-20	1190	440	12.1%	1690	60.5	11		08/12/20	





## Anexo N°13: Indicadores de mantenimiento semanal

 <b>PERFORMANCE DEL DÍA 06 ENERO AL 12 FEBRERO DEL 2021 - CORIMAYO</b> 											
Familia	EQUIPO	CAPACIDAD	DISPONIBILIDAD OPERATIVA	DISPONIBILIDAD MECÁNICA ELÉCTRICA	UTILIZACIÓN	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD	ESTADO	OBSERVACIONES	
<b>JUMBO</b>	JUA-54	12 pies	71%	82%	40%	15.8	8	66%	OPERATIVO	SALE OPERATIVO 06/02/21	
	JUA-60	14 pies	79%	96%	58%	78	1	99%	OPERATIVO	OPERATIVO	
	JUA-67	10 pies	76%	93%	34%	43	5	90%	OPERATIVO	SE CAMBIO BOMBA CAT 11/02/21	
	JUA-71	14 pies	76%	93%	58%	25	2	93%	OPERATIVO	CAMBIO DE GATA P02 DEL JUA76	
	JUA-76	14 pies	7%	8%	4%	0	11.8	2%	INOPERATIVO	FUGA EXCESIVA DE ACEITE POR UNIDAD DE GIRO 360'	
	JUA-87	14 pies	73%	87%	68%	84	0.5	99%	OPERATIVO	MANTTO 1000 HRS DIESEL	
	JUA-89	14 pies	79%	95%	63%	85	1	99%	OPERATIVO	OPERATIVO	
	<b>Total JUMBO</b>			<b>66%</b>	<b>79%</b>	<b>47%</b>	<b>47</b>	<b>4</b>	<b>92%</b>		
	<b>EMPERNADOR</b>	JUA-37	8 pies	77%	93%	24%	31	4	88%	OPERATIVO	CAMBIO DE CABLE 440V
JUA-44		8 pies	77%	91%	52%	67	8	90%	OPERATIVO	OPERATIVO	
JUA-56		8 pies	77%	94%	44%	19	1	95%	OPERATIVO	OPERATIVO	
JUA-91		8 pies	64%	76%	44%	14	9	61%	OPERATIVO	FALLA EN SELECTOR DE MARCHA, OPERATIVO	
JUA-96		8 pies	70%	87%	56%	14	3	83%	OPERATIVO	CAMBIO DE NEUMATICO P01 Y P02	
<b>Total EMPERNADOR</b>				<b>73%</b>	<b>88%</b>	<b>44%</b>	<b>29</b>	<b>5</b>	<b>86%</b>		
<b>SCOOP</b>	SCA-127	2.2 yd3	76%	90%	48%	60	1	98%	OPERATIVO	ANULACION DE ELECTROVALVULA DE PILOTAJE	
	SCA-158	6 yd3	48%	54%	25%	4	21	17%	INOPERATIVO	ROTURA DE ORING DE DIFERENCIAL DELANTERO	
	SCA-160	6 yd3	65%	72%	61%	86	0.5	99%	OPERATIVO	OPERATIVO	
	SCA-163	4 yd3	76%	86%	73%	97	3	97%	OPERATIVO	MANTENIMIENTO 1000 HRS DIESEL	
	SCA-183	6 yd3	80%	94%	67%	45	1	98%	OPERATIVO	SE COLOCA NUEVO ARNES AL SISTEMA ELECTRICO	
	SCA-184	4 yd3	76%	89%	70%	89	0.5	99%	OPERATIVO	OPERATIVO	
	SCA-186	4 yd3	75%	91%	72%	92	1	99%	OPERATIVO	MANTENIMIENTO 1000 HRS DIESEL	
	SCA-187	6 yd3	77%	94%	58%	37	0.5	99%	OPERATIVO	CAMBIO DE NEUMATICO P02 Y P03	
	SCA-189	4 yd3	78%	95%	69%	45	1	97%	OPERATIVO	OPERATIVO	
<b>Total SCOOP</b>			<b>72%</b>	<b>85%</b>	<b>60%</b>	<b>61.8</b>	<b>3.3</b>	<b>95%</b>			
<b>Total general</b>	<b>21 EQUIPOS</b>		<b>70%</b>	<b>84%</b>	<b>50%</b>	<b>45.9</b>	<b>4.1</b>	<b>92%</b>			

NOTA: la confiabilidad se cálcula con la siguiente formula.

$$C = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$





## Anexo N°15: Creación de cartillas de mantenimiento

TIPO DE PM		PM1		FRECUENCIA	125 Hr
<b>Modelo</b>	R1600H	<b>Fecha</b>	1/03/2021	<b>Cliente</b>	
<b>N° de Serie</b>		<b>Horómetro</b>	29870	<b>OT</b>	
<b>Cod. Equipo</b>	SCA-183	<b>Ubicación</b>	CX-683	<b>Hora: Inicio/Final</b>	/
<b>INSUMOS Y REPUESTOS A UTILIZAR</b>					
IT	DESCRIPCIÓN	CANT.	N° PARTE	OK	NOTA
1	Element As-Primary	1	1327167		(Inspeccionar / REEMPLAZAR)
2	Element As-Secondary	1	6I2510		(Inspeccionar / REEMPLAZAR)
3	Gasket	2	1869686		EMPAQUES DEL PTX
4	Element - Filter	1	1335673		FILTRO SEPARADOR DE AGUA - FUEL
5	Kit - Fuel Filter & Waterse	1	1410284		SELLOS DE FILTRO SEPARADOR DE COMB.
6	Filter As - Fuel	1	1R0749		FILTRO DE COMBUSTIBLE
7	Filter As - Engine Oil	1	1R0716		FILTRO DE ACEITE DE MOTOR
8	Cat DE0 CH4 15W40 5gl.	2	3E9713		ACEITE DE MOTOR (CAP: 9.5 GL)
TRABAJOS A REALIZAR				OK	COMENTARIO
1	LIMPIEZA	Lavado del equipo			
2		Lavado del catalizador			
3		Limpieza del pre cleaner			
4	FILTROS/SOS	Obtener muestra de aceite de motor			
5		CAMBIAR aceite y filtro del motor			
6		REEMPLAZAR filtro primario del sistema de combustible			
7		REEMPLAZAR filtro secundario del sistema de combustible			
8	CABINA	Inspeccionar cabina de operador			
9		Inspeccionar el asiento y cinturón de seguridad.			
10		Probar indicadores y medidores de cabina.			
11		Registrar códigos activos del monitor caterpillar			
12		Registrar reportes con el E.T.			

13		Evaluar y registrar las RPM de calado del motor con hidráulico	
14		Evaluar y registrar las RPM de calado del motor con transmisión	
15		Probar operación de la traba de dirección y transmisión	
16		Probar Sistema de Frenos (servicio y parqueo)	
17		Probar Sistema de aplicación automática de frenos	
18	<b>ELECTRICO</b>	Revisar baterías (comprobar nivel de electrolitos)	
19		Inspeccionar y limpiar los bornes de las baterías.	
20		Inspeccionar y ajustar fajas del ventilador y del alternador.	
21		Probar alarma de retroceso y bocina.	
22		Revisar alternador	
23		Revisar arrancador de motor	
24		Revisar el sistema de luces / Circulina	
25	<b>LUBRICACION</b>	Inspeccionar Sistema de Lubricación Automática.	
26		Verificar y lubricar - Cojinetes del Cilindro y Brazo de Dirección	
27		Verificar y lubricar - Cojinetes del Cilindro y del Brazo de Levante	
28		Verificar y lubricar - Cojinete del Cilindro y Brazo de Inclinación	
29		Verificar y lubricar - Articulación central (superior e inferior).	
30		Verificar y lubricar - Eje oscilante	
31		Verificar y lubricar - Cojinetes del Varillaje de Inclinación.	
32		Verificar y lubricar - Pivote del Cucharón.	
33		Verificar y lubricar - Cojinetes del Mando del Ventilador.	
34		Verificar y lubricar - Crucetas, estrías y cojinetes del Eje Motriz.	
35	<b>INSPECCION VISUAL</b>	Revisar el nivel de Aceite hidráulico.	
36		Revisar el nivel de Aceite de la Transmisión.	
37		Revisar el nivel de Aceite de los Mandos Finales (DD-DI-PD-PI)	
38		Revisar el nivel de Aceite de los Diferenciales (Delantero y Posterior)	
39		Revisar nivel de Refrigerante en Sistema de Enfriamiento de Motor	

40		Revisar enfriadores (aceite motor, refrigerante motor, aceite hidráulico, aire, aceite de ejes)	
41		Inspeccionar fugas externas del motor (mangueras, empaque, oring)	
42		Inspeccionar fugas externas del sistema hidráulico (mangueras, cilindros, empaque, oring)	
43		Inspeccionar fugas externas en sistema de frenos (mangueras, empaque, oring)	
44		Inspeccionar fugas externas en sistema de dirección (mangueras, empaques, oring)	
45		Inspeccionar fugas externas del tren de potencia (mangueras, empaques, oring)	
46		Inspeccionar fugas externas ejes de transmisión (mangueras, empaques, oring)	
47		Inspeccionar soportes de motor.	
48		Inspeccionar montajes de la transmisión.	
49		Inspeccionar montaje de ejes de transmisión	
50		Inspeccionar montaje de tanque hidráulico	
51		Inspeccionar montaje de cilindros hidráulicos	
52		Inspeccionar llantas	
53		Inspeccionar tuercas y espárragos de llantas	
54		Inspeccionar el chasis	
55		Revisar topes de dirección	
56		Revisar cuchara en general (topes, cutting)	
57	STW	Filtrografía de filtro de aceite de motor	
58		Filtrografía de filtro de combustible	
F		Inspeccionar y ajustar - inyector unitario electrónico	<i>solo a las primeras 250 horas</i>
F		Comprobar y ajusta - luz de válvula del motor	<i>solo a las primeras 250 horas</i>

**Observaciones:**

---



---



---

REGISTRO CONTROL DE CONTAMINACION		PERSONAL CONMICIV	
¿Se tomó muestra de aceite a CAMBIAR?	SI   NO	Supervisor	FIRMA
¿Cuántas muestras de aceite a CAMBIAR se tomaron?			
¿Cuántas muestras de aceite sin CAMBIAR se tomaron?		Técnicos	FIRMA



CORIMAYO SAC

<b>JUMBO DD-311</b>					
<b>Cartilla de Mantenimiento 250 horas Motor Diesel</b>					
NÚMERO DE SERIE:		COD. INTERNO: <b>JUA-60</b>		HORA INICIO:	
HOROM: P:	E:	FECHA:		HORA FINAL:	
MD:		<b>16/02/2021</b>			
NOMBRE DEL TECNICO:					

**Realizar el servicio diario y servicio de 125 horas.**

Antes de realizar trabajos de mantenimiento el equipo debera ser lavado, teniendo en cuenta la proteccion de los componentes electricos, evitando el contacto directo con chorros de agua.

**MOTOR DIESEL**

ÍTEM	PROCEDIMIENTO		OBSERVACIONES
1	Sacar muestra de aceite de motor.		
2	Cambio de aceite de motor		
3	Cambio de filtros de aceite		
4	Cambio de filtro de petroleo		
5	Cambiar filtro de admisión, primario (si es necesario).		
6	Cambiar filtro de admisión, secundario (si es necesario).		
7	Limpieza del portafiltro de admision de Aire		
8	Chequear hermetismo de refrigeracion aire de motor		
9	Limpieza del enfriador de aceite de motor		
10	Revisar el filtro separador de agua		
11	Operatividad de la Shut off		
12	Limpieza de catalizador.		
13	Verificar tensión y condición de fajas de ventilador.		
14	Reajuste de abrazaderas de sistema de admisión de aire.		
15	Reajuste de abrazaderas de sistema de escape.		
16	Verificar templado de faja del alternador.		
17	Verificar condición de gomas de la base del motor.		

**TRANSMISIÓN**

ÍTEM	PROCEDIMIENTO		OBSERVACIONES
1	Limpiar el sistema hidrostático		
2	Revisar nivel aceite de caja de transferencia (añadir si es necesario)		
3	Limpieza del enfriador de aceite de Sistema Hidrostático.		
4	Revisar nivel aceite mando finales y diferenciales		
5	Lubricar toda la línea cardánica		
6	Revisar nivel de aceite sistema hidrostático (añadir si es necesario)		
7	Verificar la presión de carga de sistema Hidrostático (30 Bar).		
8	Revisar y Ajustar pernos soporte de caja de transferencia		
9	Ajustar pernos soporte de bomba y motores hidrostáticos		

10	Limpie los cables y conectores eléctricos de electro-valvulas de marchas.		
11	Reajuste de tuercas de ruedas.		

### **SISTEMA HIDRÁULICO**

ÍTEM	PROCEDIMIENTO		OBSERVACIONES
1	Revisar nivel de aceite hidraulico		
2	Chequeo del accionamiento de frenos de servicio		
3	Chequeo del accionamiento de freno de parqueo		
4	Revisión de las mangueras en articulacion central.		
6	Verificar presión del ciclo de carga de acumuladores.		
7	Verificar ajuste de pernos de bombas hidráulicas.		
8	Revisar vástagos de cilindros por ralladuras.		

### **ESTRUCTURA**

ÍTEM	PROCEDIMIENTO		OBSERVACIONES
1	Limpieza General del Equipo		
2	Engrase general (Art.central, crucetas, cardan, boom, perf, etc)		
3	Revisar gatas y sus valvulas		
4	Revisar rajaduras en el chasis o por soldaduras		

### **SISTEMA ELÉCTRICO**

ÍTEM	PROCEDIMIENTO		OBSERVACIONES
1	Revisar luces de transito, perforacion y emergencia		
2	Revisar panel, luces precaucion y switchs de seguridad		
3	Ajustar bornes de la bateria		
4	Revisar carga de Baterias		
5	Revisar alternador y arrancador.		
6	Revisar conexiones electricas		
7	Verificar la operatividad del rele diferencial de tablero		
8	Megado de cable	<b>LINEA/ LINEA</b>	<b>LINEA/TIERRA</b>
		<b>R+N:</b>	<b>R+T:</b>
		<b>R+B:</b>	<b>B+T:</b>
		<b>B+N:</b>	<b>N+T:</b>
9	Chequeo del Selector de marchas y velocidades		

### **UNIDAD DE PERFORACION**

ÍTEM	PROCEDIMIENTO		OBSERVACIONES
1	Ajuste de los pernos de la perforadora		
2	Revisión de la estructura del brazo en Gral		
3			

NOMBRE: \_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSABLE

NOMBRE: \_\_\_\_\_

SUPERVISOR RESPONSABLE

**Anexo N°16: Determinación del tiempo de reparación y frecuencia de falla scoop**

ANALISIS DE CRITICIDAD PARA SCOOP							DATOS OBTENIDOS	
SISTEMA	SUBSISTEMA	SEMANA	DIAS AFECTADOS	EQUIPO	MTTR (HORAS)	TIEMPO DE REPARACION (DIAS)	TIEMPO A REPARAR (DIAS)	PROMEDIO DE OCURRENCIA
MOTOR	SISTEMA DE INYECCION	4	1	SCA-127	1	0.04	1.96	2.5
		7 AL 9	11	SCA-127	17.36	7.96		
		41	2	SCA-186	16	1.33		
		49	1	SCA-186	3.67	0.15		
		4	1	SCA-186	7	0.29		
	SISTEMA DE ADMISION	41	1	SCA-127	4	0.17	0.18	1
		43	1	SCA-160	4.83	0.20		
	ALIMENTACION	9	1	SCA-127	1.5	0.06	0.08	1.5
		9	1	SCA-127	3	0.13		
		15	1	SCA-186	1	0.04		
	SISTEMA DE ESCAPE	47	1	SCA-187	5	0.21	0.12	1
		15	1	SCA-189	0.8	0.0333333333		
	SISTEMA DE LUBRICACION	14	1	SCA-187	2	0.08	0.06	1
		48	1	SCA-189	0.67	0.03		
	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	49	1	SCA-158	1.75	0.07	0.47	1.67
		3	1	SCA-158	9	0.38		
		15	2	SCA-158	17.49	1.46		
		41	1	SCA-160	3.22	0.13		
		12	1	SCA-184	7	0.29		
	TRANSMISION	51	1	SCA-127	8	0.33	3.43	1
50 AL 51		8	SCA-189	19.55	6.52			

POWER TRAIN	MANDOS FINALES	1 AL 2	2	SCA-186	12	1.00	1	1
	EJES DIFERENCIALES	5 AL 6	10	SCA-158	20.712	8.63	8.63	1
	LINEA CARDANICA	43	4	SCA-183	19.31	3.22	2.28	2
		45	3	SCA-183	10.77	1.35		
	NEUMATICOS	51	1	SCA-127	1.5	0.06	0.14	2.444444444
		5	1	SCA-127	0.7	0.03		
		40	1	SCA-158	6.5	0.27		
		40	1	SCA-158	7.75	0.32		
		40	1	SCA-158	5	0.21		
		41	1	SCA-158	2.5	0.10		
		47	1	SCA-158	3.5	0.15		
		47	1	SCA-158	5	0.21		
		48	1	SCA-158	4	0.17		
		48	1	SCA-158	4	0.17		
		50	1	SCA-158	2	0.08		
		50	1	SCA-158	5	0.21		
		50	1	SCA-158	3.5	0.15		
		50	1	SCA-158	3	0.13		
		51	1	SCA-158	3	0.13		
		52	1	SCA-158	3	0.13		
		6	1	SCA-158	7.5	0.31		
		11	1	SCA-158	3	0.13		
		45	1	SCA-160	2	0.08		
		2	1	SCA-183	1.25	0.05		
	3	1	SCA-183	2	0.08			
	10	1	SCA-183	1	0.04			
	10	1	SCA-183	1.3	0.05			
13	1	SCA-183	2.8	0.12				

		47	1	SCA-184	1.5	0.06		
		51	1	SCA-184	6	0.25		
		7	1	SCA-184	2.5	0.10		
		7	1	SCA-184	2.5	0.10		
		10	1	SCA-184	2	0.08		
		10	1	SCA-184	3.3	0.14		
		45	1	SCA-186	2	0.08		
		3	1	SCA-186	1.8	0.08		
		9	1	SCA-186	2	0.08		
		11	1	SCA-186	1.5	0.06		
		44	1	SCA-187	1.17	0.05		
		45	1	SCA-187	2	0.08		
		47	1	SCA-187	2.5	0.10		
		2	1	SCA-187	12	0.50		
		4	1	SCA-187	2	0.08		
		6	2	SCA-187	2	0.17		
		40	1	SCA-189	5.5	0.23		
		46	2	SCA-189	2.13	0.18		
		53	1	SCA-189	3.7	0.15		
		12	1	SCA-189	2	0.08		
SISTEMA HIDRAULICO	SISTEMA DE LEVANTE Y VOLTEO, DIRECCION, FRENOS	3	1	SCA-127	1.6	0.07	2.83	3.142857143
		6 AL 9	19	SCA-158	20.29	16.06		
		40	1	SCA-160	5.5	0.23		
		41	1	SCA-160	10.5	0.44		
		43 AL 45	15	SCA-160	21.49	13.43		
		47	1	SCA-183	2.5	0.10		
		15	1	SCA-183	2	0.08		
		4	1	SCA-184	3.5	0.15		



		8	1	SCA-184	8	0.33	0.11	1.833333333
		7	1	SCA-186	2.8	0.12		
		49	1	SCA-189	2.5	0.10		
	MANGUERAS Y CONEXIONES HIDRAULICAS	42	1	SCA-127	0.75	0.03		
		53	1	SCA-127	0.7	0.03		
		4	1	SCA-127	2	0.08		
		3	1	SCA-158	3	0.13		
		46	1	SCA-160	2.5	0.10		
		2	1	SCA-184	4.5	0.19		
		6	1	SCA-184	2.8	0.12		
		53	1	SCA-186	6.3	0.26		
		13	1	SCA-186	2.5	0.10		
		14	1	SCA-186	1.8	0.08		
	15	1	SCA-189	1.5	0.06			
	TANQUE HIDRAULICO	42	1	SCA-127	1.6	0.07		
40		1	SCA-187	2.75	0.11			
48		1	SCA-187	1.5	0.06			
SISTEMA ELECTRICO	ARRANQUE MOTOR	40	1	SCA-127	8	0.33	0.14	1.666666667
		46	1	SCA-158	4	0.17		
		47	1	SCA-158	1.5	0.06		
		50	1	SCA-158	1.5	0.06		
		3	1	SCA-189	1.3	0.05		
	SENSORES, BOBINAS, POTENCIOMETROS, INTERRUPTORES, RELE Y LUCES	2	1	SCA-127	2	0.08	0.09	3
		2	1	SCA-158	0.5	0.02		
		11	1	SCA-184	0.5	0.02		
		45	1	SCA-186	1.33	0.06		
		46	1	SCA-186	3.17	0.13		
50	1	SCA-186	2	0.08				

		50	1	SCA-186	1	0.04					
		51	1	SCA-158	0.8	0.03					
		10	1	SCA-158	0.8	0.03					
		43	1	SCA-160	0.58	0.02					
		6	1	SCA-186	1.2	0.05					
		10	1	SCA-186	3.1	0.13					
		12	4	SCA-186	2.8	0.47					
		43	1	SCA-187	3.5	0.15					
		48	2	SCA-187	2.04	0.17					
		50	1	SCA-187	2.5	0.10					
		12	1	SCA-187	1.5	0.06					
		15	1	SCA-187	0.7	0.03					
		2	1	SCA-189	4.5	0.19					
		10	1	SCA-189	1.3	0.05					
		15	1	SCA-189	0.7	0.03					
		TABLERO / ECM	6	1	SCA-183	3			0.13	0.41	1.75
			11	1	SCA-183	11			0.46		
			13	2	SCA-186	3.3			0.28		
			3	1	SCA-187	6.5			0.27		
10	3		SCA-187	9.3	1.16						
13	1		SCA-187	1.5	0.06						
49	2		SCA-189	6.6	0.55						
LUBRICACION	41	1	SCA-160	3.6	0.15	0.15	1				
ESTRUCTURA	SOLADURA EN CUCHARA	41	1	SCA-158	5.5	0.23	0.49	1.6			
		43	1	SCA-158	2.33	0.10					
		48	1	SCA-183	12	0.50					
		2	1	SCA-183	13.5	0.56					
		7	1	SCA-183	12	0.50					

	53	1	SCA-186	14.5	0.60		
	3	1	SCA-187	6.5	0.27		
	11 AL 12	2	SCA-189	14.25	1.19		
SOLDADURA EN BOOM	15	3	SCA-163	15	1.88	1.88	1
SOLDADURA EN Z BAR	45 AL 46	7	SCA-158	21.82	6.36	6.36	1
SOLDADURA EN ARTICULACION CENTRAL	45 AL 50	35	SCA-127	22	32.08	16.94	1
	9	2	SCA-189	21	1.79		
SOLDADURA EN CILINDROS	5	1	SCA-127	2	0.08	0.23	1
	11	1	SCA-183	4.5	0.19		
	10	1	SCA-189	10.3	0.43		
SOLDADURA EN CABINA DE OPERADOR	51	1	SCA-127	3	0.13	0.18	1
	4	1	SCA-186	5.5	0.23		

**Anexo N°17: Determinación del tiempo de reparación y frecuencia de falla jumbos emperadores**

ANALISIS DE CRITICIDAD PARA JUMBOS EMPERNADORES							DATOS OBTENIDOS	
SISTEMA	SUBSISTEMA	SEMANA	DIAS AFECTADOS	EQUIPO	MTTR (HORAS)	TIEMPO DE REPARACION (DIAS)	TIEMPO A REPARAR (DIAS)	PROMEDIO DE OCURRENCIA
MOTOR	SISTEMA DE INYECCION	13	1	JUA-37	1.3	0.05	7.11	0.75
		45	2	JUA-44	6.75	0.56		
		10 AL 13	28	JUA-44	23.24	27.11		
		43	2	JUA-91	8.46	0.71		
	SISTEMA DE ADMISION	41 AL 42	2	JUA-44	19.75	1.65	1.65	1
	ALIMENTACION	42	1	JUA-56	3.47	0.14	0.15	1
		8	1	JUA-91	3.5	0.15		
	SISTEMA DE ESCAPE	41	2	JUA-37	7.5	0.63	0.34	1
		9	1	JUA-91	1.5	0.06		
	SISTEMA DE LUBRICACION	3	1	JUA-96	2.3	0.10	0.1	1
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	49	1	JUA-37	1.5	0.06	0.14	1	
	1	1	JUA-56	5	0.21			
POWER TRAIN	MANDOS FINALES	11 AL 13	10	JUA-56	23.29	9.70	9.7	1
	EJES DIFERENCIALES	11 AL 13	10	JUA-56	23.29	9.70	9.7	1
	LINEA CARDANICA	2 AL 5	20	JUA-37	24	20.00	3.57	2
		15	1	JUA-37	5	0.21		
		13	1	JUA-44	6	0.25		
		51	1	JUA-56	4	0.17		
		2	1	JUA-56	9.5	0.40		
	5	1	JUA-56	9.5	0.40			
NEUMATICOS	42	1	JUA-37	1.17	0.05	0.09	6.4	

		46	1	JUA-37	1.5	0.06		
		13	1	JUA-37	0.7	0.03		
		48	2	JUA-44	1	0.08		
		4	1	JUA-44	2.3	0.10		
		46	1	JUA-56	2.5	0.10		
		48	1	JUA-56	0.75	0.03		
		3	1	JUA-56	1.8	0.08		
		3	1	JUA-56	0.5	0.02		
		40	1	JUA-91	2	0.08		
		41	1	JUA-91	0.67	0.03		
		47	1	JUA-91	1.5	0.06		
		49	1	JUA-91	0.83	0.03		
		14	1	JUA-91	1.5	0.06		
		15	1	JUA-91	2	0.08		
		40	1	JUA-96	1	0.04		
		40	1	JUA-96	0.83	0.03		
		41	1	JUA-96	0.75	0.03		
		42	1	JUA-96	1.33	0.06		
		43	1	JUA-96	2.17	0.09		
		45	1	JUA-96	2.33	0.10		
		47	1	JUA-96	4.5	0.19		
		3	1	JUA-96	3	0.13		
		4	1	JUA-96	4.8	0.20		
		5	3	JUA-96	1.76	0.22		
		6	1	JUA-96	2.3	0.10		
		9	1	JUA-96	2	0.08		
		12	1	JUA-96	2.5	0.10		
		15	1	JUA-96	2	0.08		

		15	1	JUA-96	7	0.29		
		15	1	JUA-96	1.6	0.07		
		15	1	JUA-96	1.8	0.08		
SISTEMA HIDRAULICO	UNIDAD DE GIRO 360	41	1	JUA-37	4.25	0.18	0.18	1.25
		48	1	JUA-56	3	0.13		
		2	1	JUA-91	4.5	0.19		
		41	1	JUA-96	4.25	0.18		
		50	1	JUA-96	5	0.21		
	SISTEMA DE DIRECCION, FRENOS SERVICIO Y PARQUEO	46	1	JUA-37	3	0.13	0.14	1
		4	1	JUA-91	3.6	0.15		
	ESTABILIZADOR DE GATOS HIDRAULICOS	1	1	JUA-56	3	0.13	0.14	1
		10	1	JUA-91	3	0.13		
		9	1	JUA-96	4	0.17		
	BOMBA POWER PACK	40	1	JUA-37	3	0.13	4.37	1.25
		50 AL 51	10	JUA-37	21.93	9.14		
		45	1	JUA-44	2	0.08		
		5	1	JUA-56	2.7	0.11		
		43 AL 45	14	JUA-91	21.2	12.37		
	TANQUE HIDRAULICO	7	1	JUA-37	2	0.08	0.24	1.5
		15	1	JUA-37	7.5	0.31		
		46	1	JUA-96	8	0.33		
SISTEMA ELECTRICO	MOTOR ELECTRICO POWER PACK	1	1	JUA-37	1.3	0.05	0.08	1
		49	1	JUA-56	1.67	0.07		
		51	1	JUA-91	3	0.13		
	SENSORES, BOBINAS, POTENCIOMETROS,	47	1	JUA-37	1	0.04	0.37	1.25
		51	1	JUA-56	6.5	0.27		
		1	1	JUA-91	0.8	0.03		

	INTERRUPTORES, RELE Y LUCES	6	2	JUA-91	13.85	1.15		
		6	1	JUA-96	8.5	0.35		
	SISTEMA ELECTRICO PARQUEO Y ARRANQUE	40	4	JUA-37	24	4.00	0.75	2
		47	1	JUA-44	3.5	0.15		
		52	1	JUA-44	1	0.04		
		7	1	JUA-44	3.5	0.15		
		52	1	JUA-56	1.7	0.07		
		53	1	JUA-56	1.8	0.08		
	TABLEROS	44	1	JUA-44	9.5	0.40	0.18	2
		2	1	JUA-91	1	0.04		
		7	1	JUA-91	4	0.17		
		8	1	JUA-91	2.5	0.10		
	CABLE REEL	41	1	JUA-37	5.58	0.23	0.5	2
		52	3	JUA-37	19.99	2.50		
		6	1	JUA-37	4.3	0.18		
		51	1	JUA-44	3	0.13		
		1	1	JUA-56	0.8	0.03		
		1	1	JUA-91	7.8	0.33		
		6	1	JUA-91	7	0.29		
		14	1	JUA-91	8.5	0.35		
SISTEMA PERFORACION	SISTEMA DE VIGA (EMPERNADO)	44	1	JUA-37	1.5	0.06	0.19	2.2
		13	1	JUA-37	2.3	0.10		
		42	2	JUA-44	2	0.17		
		53	1	JUA-44	4	0.17		
		53	1	JUA-56	1.3	0.05		
		4	1	JUA-56	1.7	0.07		
		15	1	JUA-56	12	0.50		
		42	1	JUA-91	12	0.50		

		48	1	JUA-91	2.92	0.12			
		47	1	JUA-96	4	0.17			
		12	1	JUA-96	4.5	0.19			
	SISTEMA DE VIGA (PERFORACION)		48	1	JUA-44	3.67	0.15	0.21	3.75
			2	1	JUA-44	4.5	0.19		
			4	1	JUA-44	8.5	0.35		
			5	1	JUA-44	1.5	0.06		
			6	1	JUA-44	7.5	0.31		
			42	1	JUA-56	4.5	0.19		
			50	1	JUA-56	8	0.33		
			2	1	JUA-56	13.5	0.56		
			6	1	JUA-56	2.3	0.10		
			41	1	JUA-91	4.5	0.19		
			47	1	JUA-91	2.5	0.10		
			13	1	JUA-91	4	0.17		
			50	1	JUA-96	6	0.25		
			50	1	JUA-96	2.5	0.10		
	52	1	JUA-96	3.7	0.15				
	INFLADO DE PERNOS		41	1	JUA-37	1.5	0.06	0.15	4.2
			42	1	JUA-37	1.34	0.06		
			45	1	JUA-37	7	0.29		
			46	1	JUA-37	2	0.08		
			11	1	JUA-37	3	0.13		
			12	1	JUA-37	2	0.08		
			15	1	JUA-44	9.5	0.40		
			41	1	JUA-56	1.5	0.06		
			42	1	JUA-56	2	0.08		
49	1	JUA-56	3.83	0.16					



		6	1	JUA-56	2.6	0.11		
		42	1	JUA-91	2	0.08		
		47	1	JUA-91	4	0.17		
		51	3	JUA-91	1.03	0.13		
		2	1	JUA-91	5	0.21		
		4	1	JUA-91	3.6	0.15		
		48	1	JUA-96	1.5	0.06		
		49	1	JUA-96	5.5	0.23		
		4	1	JUA-96	5.3	0.22		
		5	1	JUA-96	2.7	0.11		
	14	1	JUA-96	5.2	0.22			
	PERFORADORA	47	1	JUA-37	2	0.08	2.22	4.00
		49	1	JUA-37	6	0.25		
		7	1	JUA-37	3	0.13		
		7 AL 10	22	JUA-37	23.44	21.49		
		10	1	JUA-37	7.2	0.30		
		12	1	JUA-37	3	0.13		
		1	1	JUA-44	3	0.13		
		46	1	JUA-56	2.5	0.10		
		3	1	JUA-56	1.5	0.06		
4		2	JUA-56	1.8	0.15			
4	2	JUA-56	1.5	0.13				
5	1	JUA-56	1.3	0.05				
7	1	JUA-56	2	0.08				
8	1	JUA-56	2.8	0.12				
43 AL 44	12	JUA-91	24	12.00				
50	1	JUA-91	7	0.29				
ESTRUCTURA		43	1	JUA-37	5.5	0.23	0.15	2.75

	COLUMNA DE EMPERNADO Y PERFORACION	3	1	JUA-37	2.4	0.10			
		47	1	JUA-44	3.6	0.15			
		52	1	JUA-44	2.3	0.10			
		5	1	JUA-44	5	0.21			
		11	1	JUA-44	5.2	0.22			
		49	1	JUA-91	2.8	0.12			
		6	1	JUA-91	3.5	0.15			
		48	1	JUA-96	3.5	0.15			
		4	1	JUA-96	1.6	0.07			
		10	1	JUA-96	3.5	0.15			
	ARTICULACION CENTRAL	15	3	JUA-56	6.4	0.80	0.80	1.00	
	CABINA DE OPERADOR	48	1	JUA-56	3.6	0.15	0.14	1.00	
		5	1	JUA-91	4.2	0.18			
		12	1	JUA-96	2.3	0.10			
SISTEMA AIRE - AGUA	BOMBA DE AGUA	51	1	JUA-44	1	0.04	0.06	1.5	
		14	1	JUA-44	0.7	0.03			
		41	1	JUA-56	2.5	0.10			
		COMPRESOR DE AIRE	48	1	JUA-37	1.33	0.06	0.18	1.5
			41	1	JUA-91	8.5	0.35		
			51	1	JUA-91	3	0.13		
		LUBRICACION DE PERFORADORA	53	1	JUA-37	1.7	0.07	0.16	1.25
			50	1	JUA-44	1.5	0.06		
			50	1	JUA-56	3	0.13		
			8	1	JUA-56	3.8	0.16		
	9		1	JUA-91	9	0.38			

**Anexo N°18: Determinación del tiempo de reparación y frecuencia de falla para jumbos frontoneros**

ANALISIS DE CRITICIDAD PARA JUMBOS FRONTONEROS							DATOS OBTENIDOS	
SISTEMA	SUBSISTEMA	SEMANA	DIAS AFECTADOS	EQUIPO	MTTR (HORAS)	TIEMPO DE REPARACION (DIAS)	TIEMPO A REPARAR (DIAS)	FRECUENCIA DE FALLA
MOTOR	SISTEMA DE INYECCION	47	1	JUA-54	1.5	0.06	0.51	1.25
		10	1	JUA-60	7.5	0.31		
		14	2	JUA-67	6	0.50		
		15	3	JUA-67	12.43	1.55		
		42	1	JUA-87	3	0.13		
	SISTEMA DE ADMISION	12	1	JUA-60	5	0.21	0.16	1.5
		4	1	JUA-87	3	0.13		
		7	1	JUA-87	3.5	0.15		
	ALIMENTACION	1	1	JUA-60	3.3	0.14	0.11	1.5
		2	1	JUA-60	1.54	0.06		
		53	1	JUA-89	3	0.13		
	SISTEMA DE ESCAPE	15	1	JUA-67	3.3	0.14	0.14	1
	SISTEMA DE LUBRICACION	40	1	JUA-67	0.83	0.03	0.1	2
		45	1	JUA-67	4	0.17		
	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	13	1	JUA-67	10.5	0.44	0.25	1
46		1	JUA-71	1.5	0.06			
LINEA CARDANICA	8	1	JUA-60	2.5	0.10	0.13	3	
	13	1	JUA-60	3.8	0.16			
	14	1	JUA-60	2.8	0.12			
	11	1	JUA-54	0.8	0.03			
NEUMATICOS	11	1	JUA-54	0.8	0.03	0.08	3.57	

POWER SHIFT	13	1	JUA-60	1.5	0.06	0.22	1.5
	40	1	JUA-67	2.58	0.11		
	41	1	JUA-67	3.5	0.15		
	43	1	JUA-67	1.25	0.05		
	46	1	JUA-67	2.6	0.11		
	47	1	JUA-67	1	0.04		
	48	1	JUA-67	1.67	0.07		
	50	1	JUA-67	2	0.08		
	51	1	JUA-67	2.5	0.10		
	52	1	JUA-67	1.7	0.07		
	53	1	JUA-67	4.7	0.20		
	2	1	JUA-67	2	0.08		
	10	1	JUA-67	2.8	0.12		
	12	1	JUA-67	2	0.08		
	2	1	JUA-71	1	0.04		
	3	1	JUA-71	1	0.04		
	4	1	JUA-71	2.7	0.11		
	12	1	JUA-71	2.5	0.10		
	50	1	JUA-76	1.5	0.06		
	52	1	JUA-76	2.8	0.12		
	40	1	JUA-87	1.5	0.06		
	15	1	JUA-87	1.5	0.06		
	53	1	JUA-89	1.3	0.05		
	1	1	JUA-89	2	0.08		
	7	2	JUA-67	4.5	0.38		
	8	1	JUA-67	2	0.08		
	7	1	JUA-71	5	0.21		
		44 AL 46	18	JUA-60	23		

SISTEMA HIDRAULICO	UNIDAD DE GIRO 360	6 AL 8	19	JUA-76	22.42	17.75		
		50	1	JUA-89	1	0.04		
	SISTEMA DE DIRECCION, FRENOS SERVICIO Y PARQUEO	48	1	JUA-54	1.33	0.06	0.11	1
		51	1	JUA-60	3.8	0.16		
		47	1	JUA-76	3.5	0.15		
		42	1	JUA-89	2	0.08		
	ESTABILIZADOR DE GATOS HIDRAULICOS	48	1	JUA-54	2.5	0.10	0.09	1.8
		8	1	JUA-54	3.5	0.15		
		4	1	JUA-67	1.8	0.08		
		2	1	JUA-71	3	0.13		
		5	1	JUA-71	0.8	0.03		
		6	1	JUA-71	3.3	0.14		
		43	1	JUA-76	1	0.04		
		41	1	JUA-89	1.5	0.06		
	8	1	JUA-89	1.5	0.06			
	TANQUE HIDRAULICO	2	1	JUA-60	1.2	0.05	0.05	1
		43	1	JUA-76	1	0.04		
	BOMBA POWER PACK	51	2	JUA-60	13.5	1.13	0.48	1
		6	1	JUA-67	5	0.21		
		41	1	JUA-89	2.75	0.11		
SISTEMA ELECTRICO	MOTOR ELECTRICO POWER PACK	42	1	JUA-54	8.75	0.36	0.15	1.333333333
		13	1	JUA-54	2.3	0.10		
		40	1	JUA-60	2.5	0.10		
		1	1	JUA-67	1	0.04		
	SENSORES, BOBINAS, POTENCIOMETROS,	48	1	JUA-54	1.33	0.06	0.23	1.25
		42	1	JUA-60	2.67	0.11		
		43	1	JUA-71	20	0.83		
		1	1	JUA-71	2.5	0.10		

	INTERRUPTORES, RELE Y LUCES	43	1	JUA-89	0.5	0.02	0.14	2
	SISTEMA ELECTRICO PARQUEO Y ARRANQUE	40	1	JUA-54	4.5	0.19		
		48	1	JUA-54	3.67	0.15		
		6	1	JUA-54	8	0.33		
		47	1	JUA-67	1.5	0.06		
		50	1	JUA-67	1.5	0.06		
		12	1	JUA-76	1.3	0.05		
		46	1	JUA-87	2	0.08		
		47	1	JUA-89	1.5	0.06		
		53	1	JUA-89	7.5	0.31		
	13	1	JUA-89	2.5	0.10			
	TABLEROS	42	1	JUA-54	9.5	0.40	0.87	1.5
		42	4	JUA-54	12	2.00		
		44	1	JUA-87	5.2	0.22		
	CABLE REEL	46	1	JUA-54	1.5	0.06	0.32	1.6
		50	1	JUA-54	5	0.21		
		52	1	JUA-60	2.5	0.10		
		5	1	JUA-60	7.5	0.31		
		48	2	JUA-76	15.5	1.29		
		45	1	JUA-87	4	0.17		
1		1	JUA-87	7.8	0.33			
10		1	JUA-89	2	0.08			
SISTEMA DE PERFORACION	SISTEMA DE VIGA DE PERFORACION	45	1	JUA-54	2	0.08	0.13	2
		50	1	JUA-54	3	0.13		
		13	1	JUA-54	3.5	0.15		
		44	1	JUA-60	2.5	0.10		
		8	1	JUA-60	1.3	0.05		
		42	1	JUA-67	2.7	0.11		

		9	1	JUA-67	2.5	0.10	0.14	2.17
		14	1	JUA-67	6	0.25		
		53	1	JUA-71	3.5	0.15		
		1	1	JUA-76	3	0.13		
	PERFORADORA	8	1	JUA-54	3	0.13		
		13	1	JUA-54	4	0.15		
		43	1	JUA-54	3	0.13		
		48	1	JUA-60	3.4	0.14		
		52	1	JUA-60	2.5	0.10		
		41	1	JUA-67	1.83	0.08		
		41	1	JUA-67	3.5	0.15		
		42	1	JUA-67	12	0.50		
		47	1	JUA-71	2	0.08		
		43	1	JUA-71	3.17	0.13		
		43	1	JUA-76	1.08	0.05		
		46	1	JUA-76	3.5	0.15		
41	1	JUA-87	2.17	0.09				
ESTRUCTURA	COLUMNA DE EMPERNADO Y PERFORACION	12	1	JUA-54	1	0.04	0.52	3.00
		40	1	JUA-60	2.5	0.10		
		3	2	JUA-60	20.79	1.73		
		3	1	JUA-67	12	0.50		
		7	1	JUA-67	4	0.17		
		40	1	JUA-71	4.3	0.18		
		42	1	JUA-71	4.5	0.19		
		49	1	JUA-71	3	0.13		
		52	4	JUA-71	20	3.33		
		7	1	JUA-71	5	0.21		
		9	1	JUA-71	1.5	0.06		

		45	1	JUA-76	2	0.08		
		47	1	JUA-76	4.5	0.19		
		10	1	JUA-76	5.8	0.24		
		12	1	JUA-76	14.5	0.60		
	ARTICULACION CENTRAL	51 AL 5	55	JUA-54	24	55.00	55.00	1.00
	CABINA DE OPERADOR	41	1	JUA-71	8	0.33	0.21	1.00
	46	1	JUA-76	2	0.08			
SISTEMA AIRE - AGUA	BOMBA DE AGUA	49	1	JUA-54	2.5	0.10	0.08	3
		6	1	JUA-54	2	0.08		
		14	1	JUA-54	1	0.04		
	COMPRESOR DE AIRE	49	1	JUA-54	3.83	0.16	0.17	1
		5	1	JUA-60	4.5	0.19		
	LUBRICACION DE PERFORADORA	45	1	JUA-54	3	0.13	0.12	1.5
		42	1	JUA-67	1.38	0.06		
		45	1	JUA-67	4	0.17		