

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA
CONFIABILIDAD PARA MOTORES CUMMINS QSK78 EN LA MINERA
ANTAMINA”.**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO**

JORGE HUGO NICHORAMOS

Callao, Noviembre, 2017

PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO

DEDICATORIA

Dedicado a mi madre y hermano por el apoyo
incondicional y empuje diario para ayudarme a ser el ser
humano que soy hoy en día.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN	16
ABSTRACT.....	17
CAPITULO I	18
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION	18
1.1 Identificación del problema	18
1.2 Formulación del problema	19
1.2.1 Problema general	19
1.2.2 Problemas específicos	19
1.3 Objetivos de la investigación	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 Justificación	20
1.4.1 Justificación teórica	20
1.4.2 Justificación económica.....	20
1.4.3 Justificación legal.....	20
CAPITULO II	22
MARCO TEÓRICO.....	22

2.1 Antecedentes de la investigación	22
2.2 Marco conceptual.....	25
2.2.1 Antamina.....	25
2.2.2 Historia del mantenimiento.....	39
2.2.3 El Mantenimiento.....	43
2.2.4 Mantenimiento correctivo.....	44
2.2.5 Mantenimiento preventivo.....	45
2.2.6 Mantenimiento predictivo.....	46
2.2.7 El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).....	47
2.2.7 Metas y objetivos a alcanzar basándonos en RCM.....	50
2.2.8 Funciones y parámetros de funcionamiento	52
2.2.9 Fallos funcionales	53
2.2.10 Modos de Falla.....	54
2.2.11 Efectos de Falla.....	55
2.2.12 Consecuencias de las fallas.....	56
2.2.13 Tareas de mantenimiento o acciones de prevención de fallas	58
2.2.14 Acciones a “falta de”	60
2.2.15 Aplicación práctica del análisis por RCM	63
2.2.16 Proceso de implantación del RCM	65
2.2.17 Diagrama de decisión R.C.M. y hojas de información y decisión.....	68

2.2.18 Índices de clase mundial	70
2.2.19 Análisis de criticidad- Prioridades de estudio.....	76
2.2.20 Análisis del modo de fallas y efectos (AMEF).....	80
2.2.21 Objetivo del análisis de modos y efectos de falla AMEF	81
2.2.22 Generación del análisis de modo y efectos (AMEF).	82
2.2.23 Políticas de mantenimiento	88
2.2.24 El Benchmarking en el mantenimiento.....	89
2.2.25 Motor Diesel	90
2.2.26 Motor Cummins QSK78.....	91
2.2.27 Sistemas de un motor Cummins QSK78 y sus funciones.....	98
2.2.28 Componentes de un motor Cummins QSK78 y sus funciones	108
2.3 Definición de términos básicos	117
CAPITULO III.....	125
VARIABLES E HIPÓTESIS.....	125
3.1: Variables de la investigación	125
3.1.1: Variable independiente	125
3.1.2: Variable dependiente	125
3.2: Operacionalización de variables	125
3.3: Hipótesis generales y específicas.....	126
3.3.1: Hipótesis general:	126

3.3.2. Hipótesis específicas:.....	126
CAPITULO IV.....	127
METODOLOGÍA	127
4.1 Tipo y nivel de investigación.....	127
4.2 Método y diseño de investigación.....	128
4.3 Población y muestra	130
4.3.1 Población.....	130
4.3.2 Muestra	131
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	131
4.4.1 Técnicas de recolección de Datos	131
4.4.2 Instrumentos para la recolección de datos y análisis de información ...	134
4.5 Procedimiento para la recolección de datos.....	136
4.5.1 Reporte de operaciones del motor Cummins Modelo QSK78 periodo 2016.....	136
4.5.2 Reporte de operaciones del motor Cummins Modelo QSK78 periodo 2017.....	147
4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos	160
CAPITULO V	163
RESULTADOS.....	163
5.1 Matriz de criticidad en los motores Cummins QSK78 de la minera ANTAMINA.....	163

5.2 Análisis modal de fallos y efectos (FMEA) en los motores Cummins QSK78	167
5.3 Hoja de información del motor Cummins QSK78	171
5.4 Hoja de decisión en los motores Cummins QSK78	175
5.5 Nuevas tareas de mantenimiento y oportunidades de mejora	181
5.5.1 Reporte de operaciones e indicadores de gestión en flota de motores Cummins QSK78 Junio 2017	181
5.5.3 Reporte de operaciones e indicadores de gestión en flota de motores Cummins QSK78 Julio 2017	185
5.5.5 Reporte de operaciones e indicadores de gestión en la flota de motores Cummins QSK78 agosto 2017	188
5.6 Resumen indicadores de gestión en la flota de motores Cummins QSK78	190
CAPITULO VI	193
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	193
6.1 Contrastación de hipótesis con los resultados	193
6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares	194
CAPITULO VII	196
CONCLUSIONES	196
CAPITULO VIII	198
RECOMENDACIONES	198
CAPITULO XI	200
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	200

ANEXOS	204
ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA	205
ANEXO 2 DESMONTAJE Y PRUEBAS EN LOS ANILLOS DE COMPRESION MOTOR CUMMINS QSK78	207
ANEXO 3 DESMONTAJE Y PRUEBAS EN EL PISTON MOTOR CUMMINS QSK78.....	210
ANEXO 4 DESMONTAJE Y PRUEBAS EN EL CIGUEÑAL MOTOR CUMMINS QSK78	216
ANEXO 5 ANALISIS DE ACEITE MOTORES CUMMINS QSK78	233
ANEXO 6 SISTEMA DE MONITOREO REMOTO PARA MOTOR CUMMINS	309
ANEXO 7 NUEVOS PLANES DE MANTENIMIENTO MOTOR CUMMINS QSK78 ANTAMINA.....	312
ANEXO 8 FOTOS DE CAMIONES DE ACARREO Y MOTORES CUMMINS	332
ANEXO 9 ENCUESTAS ANALISIS DE CRITICIDAD MOTORES CUMMINS QSK78.....	338

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 BENEFICIOS AL INPLEMENTAR EL RCM.....	51
TABLA 2.2 INDICE DE GRAVEDAD EN LA CONSECUENCIA DE FALLAS	57
TABLA 2.3 ESTRATEGIAS DEL MANTENIMIENTO.....	60
TABLA 2.4 ELABORACION DE LA HOJA DE INFORMACION	69
TABLA 2.5 ELEBORACION DE LA HOJA DE DECISION	69
TABLA 2.6 CRITERIOS PARA EVALUAR LA CRITICIDAD	78
TABLA 3.1 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	125
TABLA 4.1 TIPOS Y NIVELES DE INVESTIGACION	128
TABLA 4.2 ESQUEMA DEL DISEÑO DE LA DE INVESTIGACION	130
TABLA 4.3 DISPONIBILIDAD EN LOS MOTORES CUMMINS AGOSTO 2016- MAYO 2017	132
TABLA 4.4 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS EN LA DISPONIBILIDAD MECANICA	161
TABLA 5.1 RESULTADO DE LAS ENCUESTAS DEL ANALISIS DE CRITIDAD	163
TABLA 5.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	166
TABLA 5.3 RESULTADOS ANALISIS DE FALLOS Y EFECTOS	167
TABLA 5.4 RESULTADO DE LA HOJA DE INFORMACION	171
TABLA 5.5 RESULTADOS DE LA HOJA DE DECISION	175

TABLA 5.6 DISPONIBILIDAD MECANICA EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78 DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DEL RCM.....	191
TABLA 5.7 MTBF EN MOTORES CUMMINS QSK78 DESPUES DE LA INPLEMENTACION DEL RCM	191
TABLA 5.8 MTTR EN MOTORES CUMMINS QSK78 DESPUES DE LA INPLEMENTACION DEL RCM	192

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN PLANTA ANTAMINA.....	27
FIGURA 2.2 PLANTA CHANCADORA ANTAMINA.....	30
FIGURA 2.3 PROCESO PRODUCTIVO ANTAMINA	34
FIGURA 2.4 EQUIPO SSOMA ANTAMINA	37
FIGURA 2.5 PATRON DE FALLA PRIMERA GENERACION.....	40
FIGURA 2.6 PATRON DE FALLA SEGUNDA GENERACION	41
FIGURA 2.7 INTERVALO P-F	59
FIGURA 2.8 DIAGRAMA DE FLUJO DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD.....	62
FIGURA 2.9 ARBOL LOGICO DE MANTENIMIENTO.....	63
FIGURA 2.10 DIAGRAMA DE DECISIONES DE MANTENIMIENTO.....	64
FIGURA 2.11 MATRIZ DE NIVEL DE CRITICIDAD.....	80
FIGURA 2.12 ELABORACIÓN DEL AMEF (ANÁLISIS MODO EFECTO DE FALLAS).....	82
FIGURA 2.13 BENCHMARKING EN EL MANTENIMIENTO.....	90
FIGURA 2.14 MOTOR CUMMINS QSK 78	91
FIGURA 2.15 MOTOR CUMMINS QSK78 VISTA LATERAL DERECHA	93
FIGURA 2.16 MOTOR CUMMINS QSK78 VISTA LATERAL IZQUIERDA .	94
FIGURA 2.17 VISTA SUPERIOR DEL MOTOR CUMMINS QSK78	95
FIGURA 2.18 VISTA FRONTAL DEL MOTOR CUMMINS QSK78	97
FIGURA 2.19 VISTA TRASERA DEL MOTOR CUMMINS QSK78	98

FIGURA 2.20 CIRCUITO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE DE UN MOTOR QSK78.....	100
FIGURA 2.21 CIRCUITO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE UN MOTOR CUMMINS QSK78	101
FIGURA 2.22 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	102
FIGURA 2.23 DIAGRAMA DEL PROCESO DEL SISTEMA DE ADMISION DE AIRE	103
FIGURA 2.24 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE ADMISION DE AIRE	103
FIGURA 2.25 MULTIPLE DE ESCAPE MOTOR CUMMINS QSK78	104
FIGURA 2.26 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE ESCAPE	105
FIGURA 2.27 COMPRESOR DE AIRE MOTOR CUMMINS QSK78	106
FIGURA 2.28 DIAGRAMA DE FLUJO DE SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	106
FIGURA 2.29 DIAGRAMA DEL ARRANQUE DE MOTOR CUMMINS QSK78	107
FIGURA 2.30 BLOQUE DE UN MOTOR CUMMINS QSK78.....	108
FIGURA 2.31 CIGÜEÑAL DE UN MOTOR CUMMINS QSK78.....	109
FIGURA 2.32 CAMISA DE CILINDRO DE UN MOTOR QSK78	110
FIGURA 2.33 ENGRANAJES DE DISTRIBUCIÓN DE UN MOTOR CUMMINS QSK78.....	111

FIGURA 2.34 PISTONES DE UN MOTOR CUMMINS QSK78	112
FIGURA 2.35 ÁRBOL DE LEVAS DE UN MOTOR CUMMINS QSK78	112
FIGURA 2.36 CULATA DE UN MOTOR CUMMINS QSK78.....	113
FIGURA 2.37 ANILLOS DE PISTÓN DE UN MOTOR CUMMINS QSK78..	114
FIGURA 2.38 BIELA DE UN MOTOR CUMMINS QSK78	115
FIGURA 2.39 COJINETES DE BIELA DE UN MOTOR CUMMINS QSK78	116
FIGURA 2.40 COJINETES DE BANCADA DE UN MOTOR CUMMINS QSK78	116
FIGURA 2.41 COJINETES AXIALES DE UN MOTOR CUMMINS QSK78.	117
FIGURA 4.1 DISPONIBILIDAD PROMEDIO EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78 PERIODOS AGOSTO 2016- MAYO 2017	133
FIGURA 4.2 MEAN TIME BETWEEN FAILURES EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78 PERIODO AGOSTO 2016-MAYO 2017	133
FIGURA 4.3 MEAN TIME TO REPAIR EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78 PERIODOS AGOSTO 2016-MAYO 2017	134
FIGURA 4.4 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT001	135
FIGURA 4.5 DESCARGA DE INFORMACION DEL MODULO DE CONTROL ELECTRONICO DEL MOTOR QSK78 – HT032	135
FIGURA 4.6 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT003	136
FIGURA 4.7 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT005	137
FIGURA 4.8 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT007	137
FIGURA 4.9 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT009	138
FIGURA 4.10 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT012	139

FIGURA 4.11 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT013	139
FIGURA 4.12 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT014	140
FIGURA 4.13 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT016	140
FIGURA 4.14 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT018	142
FIGURA 4.15 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT019	143
FIGURA 4.16 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT021	144
FIGURA 4.17 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT022	145
FIGURA 4.18 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT024	146
FIGURA 4.19 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT001	147
FIGURA 4.20 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78– 2017-HT001	148
FIGURA 4.21 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78–2017 – HT019.....	149
FIGURA 4.22 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78–2017– HT003.....	149
FIGURA 4.23 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78–2017– HT005.....	150
FIGURA 4.24 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78–2017– HT007.....	151
FIGURA 4.25 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78–2017– HT009.....	151
FIGURA 4.26 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78–2017– HT012.....	152
FIGURA 4.27 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78–2017– HT013.....	153
FIGURA 4.28 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78–2017– HT014.....	154
FIGURA 4.29 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78–2017– HT016.....	154
FIGURA 4.30 REPORTE DE FALLAS EN LOS MOTORES QSK78–2017– HT018	155
FIGURA 4.31 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78–2017– HT021	156
FIGURA 4.32 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78–2017– HT022.....	156

FIGURA 4.33 REPORTE DE FALLAS EN LOS MOTORES QSK78–2017–HT024	157
FIGURA 4.34 DISPONIBILIDAD EN LOS MOTORES CUMMINS PERIODOS AGOSTO 2016- MAYO 2017.....	158
FIGURA 4.35 DISPONIBILIDAD PROMEDIO EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78 PERIODOS AGOSTO 2016- MAYO 2017	159
FIGURA 4.36 MTBF EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78 PERIODOS AGOSTO 2016-MAYO 2017.....	159
FIGURA 4.37 MTTR EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78 PERIODOS AGOSTO 2016-MAYO 2017.....	160
FIGURA 4.38 HISTOGRAMA DE LA DISPONIBILIDAD MECANICA	162
FIGURA 5.1 FRECUENCIA Y CONSECUENCIAS EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78	165
FIGURA 5.2 NUEVAS TAREAS Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO MOTOR QSK78 MINERA ANTAMINA.....	181
FIGURA 5.3 REPORTE DE OPERACIONES MOTORES QSK78 JUNIO 2017	182
FIGURA 5.4 REPORTE DE INDICADORES MOTORES QSK78 JUNIO 2017	185
FIGURA 5.5 REPORTE DE OPERACIONES EN MOTORES QSK78 JULIO 2017	186
FIGURA 5.6 REPORTE DE INDICADORES MOTORES QSK787 JULIO 2017	188

FIGURA 5.7 REPORTE DE OPERACIONES EN LA MOTORES QSK78 AGOSTO 2017	189
FIGURA 5.8 REPORTE DE INDICADORES MOTORES QSK787 AGOSTO 2017.....	190

RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de elaborar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad en motores Cummins QSK78 ubicados en la Minera Antamina.

De una población de 51 motores se tomaron como muestra 14, mediante el análisis de criticidad se identificó el sistema con mayor índice de fallas y diseñando el Análisis Modal de Fallas se identificaron los modos de falla repetitivos para poder eliminarlos mediante nuevas tareas de mantenimiento.

El tipo de investigación utilizado es la tecnológica, el nivel de la investigación aplicada, es una investigación descriptiva y su diseño es descriptivo simple.

Se utilizaron como técnicas e instrumento el tiempo entre fallas, tiempo entre paradas, disponibilidad mecánica y los reportes de operaciones desde 01 agosto del 2016 al 01 de mayo del 2017. Se desarrolló el análisis estadístico descriptivo posteriormente la distribución de frecuencias, siendo la frecuencia absoluta de la disponibilidad mecánica 91.61% en el 60% de la muestra investigada.

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, tiempos medios parar reparar y aumento de tiempo para fallar.

Palabras Clave: Mantenimiento, RCM, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, disponibilidad mecánica, ANTAMINA.

ABSTRACT

The present work has the purpose of developing a maintenance plan based on the reliability of Cummins QSK78 engines financed at the Antamina mining.

Out of a population of 51 motors, 14 were taken as sample, through the criticality analysis, the system with the highest failure rate was identified and, by designing the Modal Failure Analysis, repetitive failure modes were identified in order to eliminate them through new maintenance tasks.

The type of research used is technological, the level of applied research, it is a descriptive research and its design is simple descriptive.

The time between failures, time between stops, mechanical availability and the operations reports from August 01, 2016 to May 01, 2017 were used as techniques and Instrument. The descriptive statistical analysis was developed afterwards the frequency distribution, being the absolute frequency of mechanical availability 91.61% in 60% of the sample investigated.

Elaborating the criticality analysis, it was identified that the base engine system is the most critical, developing the modal analysis of failures were recognized 29 failure modes finally through the RCM were generated 06 new maintenance tasks and 01 improvement opportunity raising the mechanical availability progressively, as a result was obtained in August 2017 of 97.67% being reflected in the reduction of unforeseen stops, average times to repair and increase of time to fail.

Keywords: Maintenance, RCM, Reliability Centered Maintenance, mechanical availability, ANTAMINA.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1 Identificación del problema

La flota de motores Cummins QSK78 se encuentra operando en San Marcos, región de Ancash en el Perú aproximadamente a 4 km de la ciudad de San Marcos y 200 Km de la ciudad de Huaraz y a una altitud promedio de 4300 metros sobre el nivel del mar. Los motores son propiedad de la compañía Antamina; en la actualidad existen instalados aproximadamente 51 motores en los camiones de acarreo KOMATSU 930E trasladando rocas fragmentadas desde la zona de minado hasta la chancadora primaria.

Cummins Perú como parte del servicio de post venta realiza auditorías a motores a nivel nacional encontrando en los reportes de operaciones elaborados por la minera Antamina durante el periodo 2016 un alto índice de paradas imprevistas en la flota de motores Cummins modelo QSK78 que se encuentran instalados en los camiones de acarreo de la minera generando como consecuencia un elevado costo en los mantenimientos correctivos no planificados y una disponibilidad mecánica promedio menor a lo indicado por Cummins Perú. Además, según la conferencia realizada por Cummins EEUU en diciembre del 2016 la disponibilidad mecánica para motores en Antamina debería ser mayor a 96 %.

Entonces se plantea aplicar la metodología RCM (Realibility Center Maintenance) a la flota de motores Cummins QSK78 para poder identificar el sistema con mayor criticidad de fallas, desarrollar un árbol del fallas en el sistema del motor que posee

la mayor cantidad de fallas con el fin de poder realizar un diagnóstico con la mayor celeridad posible y poder evitar los posibles efectos que tengan cuando ocurran las fallas ,disminuyendo las paradas de motores inesperadas viéndose reflejado en el aumento de la disponibilidad mecánica, mejoras en el MTTR y MTBF, convirtiéndose en el objeto de análisis de estudio.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo se puede diseñar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad en motores Cummins QSK 78 en la minera ANTAMINA?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo se podrá identificar el sistema de motor Cummins QSK78 con mayor criticidad de fallas?
- ¿De qué forma se podrá identificar las fallas funcionales, modos y efectos de falla que se encuentran en el sistema del motor Cummins QSK78 con mayor criticidad?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad en los motores Cummins QSK 78 en la minera Antamina.

1.3.2 Objetivos específicos

- Formular un indicador al riesgo que permita jerarquizar los sistemas del motor Cummins QSK78 direccionando el esfuerzo y recursos al sistema donde es necesario mejorar la confiabilidad y administrar el riesgo.

- Efectuar un método que permita cuantificar las consecuencias o impacto de las fallas de los componentes del sistema del motor Cummins QSK78 que genera mayor repercusión en la funcionalidad con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo.

1.4 Justificación

El crecimiento económico y la aparición de nuevas empresas dedicadas al servicio de mantenimiento, hace que se aborde el siguiente tema, es decir brindar servicios con los mayores índices de calidad y seguridad, lo que puede garantizar mediante la elaboración de nuevos planes de mantenimiento elevar la confiabilidad y disponibilidad en los motores Cummins QSK78.

1.4.1 Justificación teórica

Con el presente trabajo el autor pone en práctica todos los conceptos teóricos y prácticos adquiridos en el transcurso de su formación académica sumado a la aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM aplicada a los motores Cummins QSK78.

1.4.2 Justificación económica

Reducción de pérdidas de producción causadas por la indisponibilidad de los motores Cummins QSK78.

1.4.3 Justificación legal

Ayudar a fomentar seguridad operacional y la protección e integridad ambiental teniendo un gran índice en la reducción de gases contaminantes y del efecto invernadero en las sociedades de impacto.

1.5 Importancia

El presente trabajo encontró en el diseño de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para motores Cummins QSK78 el desarrollo de la metodología que ayudara a aumentar la disponibilidad y confiabilidad en los camiones de acarreo KOMATSU. Finalmente darle un valor agregado al nuevo conocimiento del personal de mantenimiento sobre la aplicación de esta filosofía que se manejan en las empresas de clase mundial.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Con respecto al trabajo presentado se cuentan con los siguientes antecedentes:

VÁSQUEZ OYARZUN DAVID ESTEBAN. Aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM en motores Detroit 16v - 149TI en Codelco división Andina. Tesis de grado Valdivia. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE 2008. Esta tesis aplica un plan de mantenimiento denominado “Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad” para aumentar la disponibilidad en los motores de los grupos generadores de la planta de procesos a través de una comprensión para correcta aplicación de la metodología RCM, incluyendo definición de funciones, fallas funciones, modos de falla, efectos de falla y asignando tareas proactivas adecuadas. Como resultado se constató que el RCM se aplica a todo tipo de maquinaria o equipos y principalmente se prepara a un experto en RCM y en conjunto con el personal técnico, quienes son los que tienen mayor conocimiento técnico sea en funcionamiento, operación, mantención, fallas, etc. Este antecedente sirve para identificar los aspectos a mejoras de planes de mantenimiento de equipos pesados.

DA COSTA BURGA, MARTIN. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción, Tesis de grado. Lima. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. 2010. En

el presente trabajo el autor realiza el análisis de criticidad a los componentes del motor con el fin de poder aplicar el RCM de acuerdo a su contexto operacional, realizando paso a paso la hoja de información y diagrama de decisiones en las partes críticas y semi críticas obteniendo como resultados 124 modos de falla ,mediante el análisis de criticidad en 40 partes del motor se verificaron que 21 partes son críticas, 10 partes semi críticas y 9 no criticas estableciendo como prioridad la eliminación de fallas inaceptables (las cuales nos pone en riesgo la continuidad de la operación);así mismo proponer una estrategia para lograr controlar las fallas mediante un plan de mantenimiento preventivo y otras herramientas de predicción o monitoreo.

MORENO RUSSIAN, GUSTAVO ANTONIO. Diseño de un plan de mantenimiento de una flota de tracto camiones en base a los requerimientos en su contexto operacional. Tesis de grado. Anzoategui. Venezuela. UNIVERSIDAD DE ORIENTE. 2009. El autor elabora un plan de mantenimiento en base contexto operacional, haciendo uso del análisis de criticidad, análisis AMEF y el rediseño de un plan de mantenimiento para una flota de tracto camiones, como resultados el autor menciona que para este tipo de flotas es aplicable el RCM y que por medio del análisis de efectos y modos de falla AMEF, se identificó que la mayor causante de fallas es el sistema de motor acumulando el 40% de las fallas totales, de acuerdo al análisis de criticidad se encontró que el sistema motor es el más crítico. Realizando el Análisis de modo de Falla se pudo identificar cada una de sus funciones y las fallas en sus sistemas permitiendo que las actividades no planificadas bajo las cuales se realizaban las labores de mantenimiento, pasarán a ser actividades planificadas con

un 76% de actividades preventivas y un 24% de actividades correctivas. Con este antecedente se puede modelar la metodología a seguir con las condicionales operacionales en ANTAMINA.

YUPANQUI GRANADOS. CHRISTIAN DIEGO. Propuesta de implementación de mejoras en el plan de mantenimiento basado en la metodología RCM para tracto camiones INTERNATIONAL WORKSTAR 7600. Tesis de grado. Lima, Perú. UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE. 2016. El autor propone la implementación de la metodología RCM con la finalidad de causar un impacto favorable en la disponibilidad y confiabilidad en la flota de camiones. Al evaluar la flota de tracto camiones por un periodo de 18 meses los resultados fueron 5 sistemas con mayor criticidad (motor, transmisión, frenos, eléctrico y neumáticos). Finalmente, para disminuir las paradas inesperadas en la flota de estudio se requiere implementar 10 nuevas tareas de mantenimiento preventivo y predictivo.

PARTIDAS URIBE, GARY YOUSSEF. Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) para los motores principales Detroit Diésel y Cummins en las embarcaciones de la gerencia de flota remolcadores de PDV marina en ciudad de Bolívar. Tesis de grado. Puerto Ordaz, Venezuela. UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA. 2015. El presente trabajo fue desarrollado mediante el uso de conocimiento técnicos y estadísticos los cuales ayudaron al desarrollo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad. Los resultados obtenidos fueron desarrollados por el personal de

mantenimiento al realizar el análisis de modo y efecto de fallas AMEF, identificaron que la mayor criticidad se encontró en el sistema eléctrico representada por la falla en los bornes de batería y el de menor criticidad fue el sistema de instrumentos representado por falla en sensores, concluyendo que mediante el desarrollo del mantenimiento centrado en la confiabilidad se eliminaron las tareas innecesarias y con el aumento de tareas preventivas aumento la confiabilidad de los motores en los remolcadores al reducir la frecuencia de fallas en el año 2014 luego de la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Antamina

La compañía minera Antamina S.A. es un complejo minero polimetálico que contiene uno de los yacimientos de cobre más importante del mundo. La mina está ubicada en el distrito de San Marcos, en la región de Ancash en el Perú aproximadamente a 4 km de la ciudad de San Marcos y 200 Km de la ciudad de Huaraz y a una altitud promedio de 4300 metros sobre el nivel del mar.

Produce concentrados de cobre, zinc, bismuto, molibdeno y de manera secundaria plata y plomo a tajo abierto. En la actualidad es uno de los mayores productores peruanos de concentrados de cobre y zinc y una de las 10 minas más grandes del mundo en términos de volumen de producción.

Surge como producto de una alianza estratégica entre cuatro empresas líderes en el sector minero mundial: BHP Billiton (33.75%), Glencore (33.75%) Teck (22.5%) y Mitsubishi Corporation (10%). Hasta el año 2013 la compañía constituía una importante inversión cuantificada en aproximadamente 3600 millones de dólares.

Cerca del 50% de los colaboradores está compuesta por trabajadores proveniente de la región Ancash y el 100% de la mano de obra no calificada proviene de las zonas de influencia.

- **Historia**

La palabra quechua “anta” significa cobre y da origen a “Antamina” o mina de cobre. Desde los tiempos de la cultura chavín, los hombres del Perú antiguo ya conocían las propiedades de este mineral y lo utilizaban con fines religiosos. Los trabajos en metales eran utilizados para comunicar sus creencias, pues los motivos eran complejos símbolos religiosos.

En 1860, el sabio italiano Antonio Raimondi, documentó las propiedades del Yacimiento de Antamina en su emblemática obra El Perú, que se publicaría en 6 tomos entre 1874 y 1913. El yacimiento quedó en el olvido durante décadas y no es hasta 1952 cuando Antamina se integró a la cartera de exploración de proyectos mineros de la Cerro de Pasco Mining Company.

En la década de los años setenta, Antamina pasó a manos del estado y así se mantuvo hasta 1996. En ese año, luego de un proceso de privatización el yacimiento fue adquirido por las mineras canadienses Rio Algom e Inmet.

Estas empresas iniciaron la formación de lo que hoy es Compañía Minera Antamina S.A. Así después de un proceso de exploración y de construcción del complejo minero, iniciando las operaciones de prueba el 28 de mayo del 2001 El 01 de octubre del 2001, se dio el comenzaron a producir comercialmente concentrados de cobre, zinc y otros subproductos.

En la FIGURA 2.1. Se aprecia el inicio de la construcción de la planta Antamina ubicado en Huaraz.

FIGURA 2.1
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN PLANTA ANTAMINA



Fuente: <http://www.antamina.com/sobre-antamina/quienes-somos/nuestra-historia/>

- **Proceso de producción**

En Antamina los recursos minerales que se obtienen provienen del subsuelo. Estos recursos son procesados en la concentradora, luego gracias al minero ducto – tubería subterránea de 304 kilómetros, son trasladados hacia el puerto de Huarmey donde finalmente son embarcados en buques para su exportación.

El proceso de producción se detalla de la siguiente manera:

- ✓ **Voladura**

El minado en el tajo abierto es la parte inicial del proceso productivo. Ahí la voladura del suelo es necesaria para extraer el mineral del subsuelo, la misma que se realiza de manera planificada y secuencial durante las 24 horas del día en turnos de 12 horas cumpliendo los más altos estándares de seguridad en el trabajo.

Una vez que el material es fragmentado por el minado se procede a cargar el mineral aun mezclado con piedras y tierra mediante las palas eléctricas para que sean trasladadas a la chancadora mediante la flota de acarreo o transporte.

✓ **Chancado**

El mineral es acarreado hacia la chancadora primaria donde los grandes bloques de mineral son reducidos hasta cinco pulgadas. De esta manera quedan en óptimas condiciones para ser trasladadas mediante la faja a la planta concentradora.

✓ **Molienda**

La planta concentradora se encarga de la recepción del mineral enviado por la chancadora primaria y de distribuirla con el brazo radial (Stacker) en Stockpiles (Pilas de Mineral) en el exterior de la planta.

Luego de ingresar el mineral al molino SAG y posteriormente a los tres molinos de bolas, se reduce su tamaño de acuerdo a los requerimientos de la siguiente etapa de flotación.

✓ **Flotación**

Una vez en esta etapa se ejecuta el traspaso de la pulpa (agua y mineral) a las celdas de flotación donde se recupera el cobre y/o zinc, plata, plomo y molibdeno según corresponda el plan de minado.

✓ **Puerto**

Luego de eso, los concentrados de cobre y zinc son enviados al Puerto Punta Lobitos (Huarmey) a través de minero ducto de 304 kilómetros de largo en un recorrido de aproximadamente 50 horas. Esta etapa del proceso productivo

se desarrolla gracias al sistema de monitoreo automático de fibra óptica. Asimismo, existen cuatro estaciones de válvulas que controlan la presión y velocidad de los concentrados durante su paso por el minero ducto.

Siguiendo su recorrido, los concentrados son recibidos en tanques de almacenamiento en el puerto para luego pasar a la planta de filtros, donde se retira el exceso de humedad del concentrado y el agua resultante es debidamente tratada para luego ser usada como regadío en el bosque de Huarney. Posteriormente, los concentrados secos pasan al edificio de almacenamiento, manteniendo entre 8.5% y 9% de humedad.

Finalmente, los concentrados son enviados a través de una faja cerrada a lo largo del muelle hasta el shiploader (Brazo mecánico), para depositarlos en los buques que llegan a “Punta Lobitos” para su comercialización.

En la **FIGURA 2.2**. Se muestra la planta chancadora primaria de la minera Antamina.

FIGURA 2.2
PLANTA CHANCADORA ANTAMINA



Fuente: <http://www.antamina.com/sobre-antamina/nuestras-operaciones/componentes-de-la-mina/>

- **Componentes de la mina**

- ✓ **La Mina**

Antamina es considerada una de las diez minas del mundo a nivel de producción y en el Perú ha realizado una de las mayores inversiones mineras en su historia USD\$3,600 millones, que incluyen lo invertido en la expansión de sus operaciones.

La mina se encuentra ubicada en la quebrada Antamina, en el distrito de San Marcos, Ancash y tiene una vida útil estimada hasta el 2029. Las reservas totales ascienden a 745 millones de toneladas métricas.

- ✓ **El Tajo**

El depósito del mineral de Antamina es de tipo skarn de cobre –zinc, plata, molibdeno y bismuto, en la actualidad es considerado el más grande del mundo. Es importante manifestar que el método de explotación que realizamos es el de tajo abierto conocido como open pit, siendo una de las

características principales en su diseño los bancos de explotación de 15 metros de altura.

✓ **Planta Concentradora**

La planta concentradora de Antamina es un espacio fundamental dentro del proceso productivo, ya que aquí se reciben los diferentes tipos de mineral que serán procesados. Podríamos decir que la función principal de esta planta es recibir el mineral fragmentado para poder dirigirlo al proceso de molienda y posteriormente a la zona de flotación, donde con la ayuda de un proceso físico químico se recupera los metales preciosos como cobre, zinc, molibdeno, plata y plomo.

Asimismo, este proceso se realiza por periodos de acuerdo a las etapas de plan de minado.

✓ **Presa de Relaves**

La excepcional presa de relaves de Antamina – La más alta del mundo en su tipo-tiene capacidad de almacenar 570 Mton. De material estéril o 330 Mm^3 durante el tiempo de su vida útil. La presa de relaves de Antamina está diseñada para garantizar seguridad. Cuenta con un sistema técnico de control de riesgos a través de instrumentación clave que garantice una operación eficiente.

Ubicada en la quebrada de Huincush y a tres kilómetros de la planta concentradora, esta poza de relaves cuenta con una presa de arranque de 135 metros de altura y con una placa interior de concreto reforzado. Esta

elevación está protegida a su vez con geo-membranas de alta densidad para evitar posibles filtraciones desde la poza de relaves hacia el exterior.

Túneles de drenaje, inyecciones de concreto de hasta 80 m en los estribos y canales colectores de agua de lluvia con capacidad final de $25 \text{ m}^3/\text{s}$ complementan una obra de alta tecnología, lo que garantiza el cuidado del medio ambiente, así como su estabilidad estructural.

Está construida a prueba de fallas estructurales para mantenerse estable ante un Máximo Sismo Creíble (MCE) y está preparada para contener lluvias torrenciales extremas. El diseño considera la instalación de instrumentación geotécnica de control para monitorear permanentemente los asentamientos, deformaciones, cambios de niveles de agua y filtraciones.

Asimismo, cuenta con el respaldo y continuo seguimiento y monitoreo de reconocidos expertos a nivel internacional, así como con la supervisión de organismos como la OEFA y OSINERGMIN. La presa de relaves no solo es empleada en la disposición de las fracciones no comerciales de lo procesado en la molienda, sino también para recircular el 98.5% del agua empleada por la concentradora. De esta manera Antamina no afecta cuerpos de agua alto andinos, sino que minimiza el empleo de agua fresca en su operación.

Las descargas que se realizan, desde la presa de relaves hacia el valle de Ayash, alcanzan un grado de cumplimiento superior al 98%, de acuerdo a las frecuencias observadas desde el año 2004, y aseguran la libre disponibilidad del recurso en el valle como flujo ecológico todo el año al menos un caudal 150 l/s .

✓ **Minero ducto**

El minero ducto es una tubería reforzada que corre bajo el suelo y que es monitoreada en toda su trayectoria. Así este ducto ha sido diseñado con el uso de la tecnología más avanzada, que incluye una red de fibra óptica entre la mina y Huarmey. Este tubo metálico recubierto transporta concentrado de cobre o zinc desde la Mina (San Marcos) hasta Puerto Punta Lobitos (Huarmey).

El mismo tiene tres capas:

- ❖ Recubierta externa de plástico (Polietileno)
- ❖ Tubo de Acero
- ❖ Cubierta interna de Plástico Grueso (HDPE)

Este ducto, tiene un diámetro que no pasa los 25 cm y cuenta con 4 estaciones de válvula en el valle Fortaleza y una estación terminal en el Puerto.

Este mecanismo está diseñado para proteger el medio ambiente en caso ocurriera algún accidente.

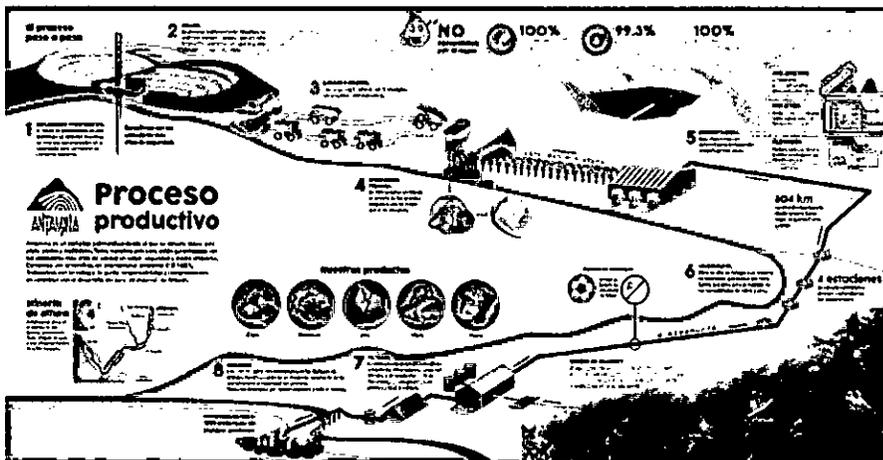
✓ **Puerto punta lobitos Huarmey**

El puerto Punta Lobitos fue diseñado para filtrar los concentrados de cobre y zinc provenientes de la concentradora ubicada en Yanacancha y así exportar el mineral a los diferentes puertos internacionales de desembarque. El puerto cuenta con instalaciones costeras y marinas para recibir, filtrar y almacenar los concentrados, así como un muelle de 271 metros de largo que soporta la faja transportadora hermética utilizada en los embarques.

El puerto de Punta Lobitos está ubicado a un kilómetro al Oeste de Puerto Huarney a 140 Kilómetros al sur de Chimbote y a 300 Kilómetros al norte de Lima.

En la FIGURA 2.3. Se muestra todo el proceso productivo de Antamina desde la exploración y explotación hasta el embarque en el puerto lobitos.

**FIGURA 2.3
PROCESO PRODUCTIVO ANTAMINA**



Fuente: <http://www.antamina.com/sobre-antamina/nuestras-operaciones/proceso-de-produccion/>

- **Productos**

En Antamina se produce diferentes concentrados de mineral, fundamentalmente cobre y zinc además de molibdeno, plata y plomo que son obtenidos de manera secundaria en el proceso de producción.

- ✓ **El Cobre**

El cobre conforma un grupo amplio de aleaciones que se presentan propiedades mecánicas a pesar de tener una conductividad eléctrica menor. El cobre es un metal duradero, ya que tiene la ventaja de poder ser reciclado de manera casi limitada sin que pierda sus propiedades mecánicas.

Las aleaciones más importantes se conocen como el nombre de bronce o latón.

La demanda del cobre tiende a ser creciente, ya que este metal está presente en casi todos los elementos tecnológicos y todo parece indicar que por lo menos esto se mantendrá así el futuro próximo. Esto lo podemos ver en muchos sectores como el transporte, La construcción, los medios de comunicación, la informática, el medio ambiente y la energía. Debido a ello, en Antamina buscamos aportar a nuestro país y al mundo con la producción de este metal.

✓ **Zinc**

El zinc es un metal blanco azulado que tiene la propiedad de ser un agente anticorrosivo y es esencial para muchos aspectos de la salud humana. Se encuentra en la corteza terrestre, en la atmosfera y también en los seres vivos. Su creciente producción en la última década puede deberse a su mayor demanda, sobre todo en el sector construcción, dado el dinamismo económico en China e India. En el 2016, las principales empresas productoras de zinc en el Perú fueron Volcán (con el 21% del total producido), Antamina (20%) y Milpo (14%). Estas tres empresas fueron responsables del 59% de la producción de zinc en dicho año.

Por otro lado, el Zinc tiene diversos usos, uno de ellos es en la industria farmacéutica, porque produce vitaminas que ayudan a prevenir enfermedades como la diarrea y neumonía, también se puede encontrar en productos de uso diario como vendas adhesivas, cremas bloqueadoras, desodorantes,

cosméticos, etc. Además, el 50% en el mundo es empleado en la galvanización que es el recubrimiento de un metal con otro para reducir su corrosión y es usado en aleaciones como el latón (zinc + cobre) que por su mayor resistencia es empleado en armamento y en los terminales eléctricos.

✓ **Plata**

La plata es un excelente conductor del calor y la electricidad, es un metal blanco brillante que usualmente se encuentra en la corteza terrestre junto a otros minerales. Su brillo y ductilidad lo hacen ideal para la joyería y las artesanías.

Entre sus usos, podemos encontrarla en la industria para fabricar material de soldadura paneles solares, entre otros productos y como conector en aparatos electrónicos (pantallas táctiles), también sirve como catalizador en la producción de algunos insumos químicos del plástico, sirve en la fotografía pues permite la impregnación del color en los rollos de película. Por otro lado, en la joyería y orfebrería es utilizada por su belleza y brillo, así como también en la fabricación de cubiertos y vajillas. Por lo que, debido a su abundancia y menor precio, se ha convertido en un atractivo para la inversión.

✓ **Molibdeno**

El Molibdeno es un metal gris plateado, utilizando principalmente en aleaciones de acero y hierro por su durabilidad, fortaleza y resistencia a la corrosión y las altas temperaturas. En la naturaleza no se encuentra en estado puro, sino asociado a otros elementos.

Su producción está liderada por China, seguida por Chile, Estados Unidos y por Perú en el cuarto puesto. Se usa generalmente en aleaciones de acero, de hierro y en las llamadas “superaleaciones”, pues eleva su resistencia. Asimismo, en la industria química, el molibdeno es usado para elaborar pigmentos para plásticos, pinturas, micronutrientes de fertilizantes e inhibidores de humo, entre otros productos.

- **Salud y seguridad industrial**

Para Antamina la salud y la seguridad de sus colaboradores y socios estratégicos es una prioridad por ello, busca minimizar y controlar cualquier riesgo laboral enfocándonos en cero lesiones y cero accidentes.

En la **FIGURA 2.4**. Se muestra el equipo responsable de la seguridad, salud y medio ambiente de la minera Antamina.

FIGURA 2.4
EQUIPO SSOMA ANTAMINA



Fuente: <http://www.antamina.com/salud-seguridad-industrial/sistema-de-gestion-en-salud-y-seguridad-industrial-ohsas-18001/>.

- **Salud ocupacional**

El principal recurso para Antamina son las personas. Por lo tanto, su compromiso es velar por la salud de sus colaboradores y socios estratégicos desempeñando una política de prevención a largo plazo que incluye controles periódicos de salud.

Antamina vela por la salud de su equipo de manera integral. Una manifestación de eso, es la implementación de Vida saludable, un programa integral de salud que busca mantener a sus colaboradores en óptimas condiciones a todo nivel psicológico y físico.

Asimismo, busca prevenir cualquier tipo de riesgo, por lo que realizan exámenes ocupacionales y mapeos anuales de tal manera evitan no solo las situaciones riesgosas, sino que puedan actuar a tiempo en caso de la identificación de algún problema de salud en sus colaboradores o socios estratégicos. Del mismo modo la higiene ocupacional es un pilar fundamental dentro de la cultura Antamina por ello mantienen espacios saludables que permiten un óptimo desempeño personal.

- **Seguridad Industrial**

La seguridad en Antamina es una pieza fundamental dentro del buen desempeño de la compañía .Debido a ello tienen un compromiso permanente que busca mantener un espacio seguro y libre de accidentes .Por lo tanto para lograr este objetivo, es fundamental la cooperación de todo el conjunto de la compañía Así pues mediante las interrelaciones entre los equipos de trabajo la disciplina y mutuo cuidado se ha establecido una Cultura de Seguridad Interdependiente que anhela tener la marca de cero accidentes en seguridad industrial.

2.2.2 Historia del mantenimiento

Barreda (2015) menciona:” Desde las primeras herramientas de la historia, el hombre ha tenido la necesidad de mantener un buen estado sus equipos. Las fallas en las máquinas, eran causadas por llevar hasta el límite la capacidad de estas, hasta que ya no eran capaces de hacer su función, de manera que el mantenimiento lo recibían cuando ya era imposible hacer uso de estas. Este tipo de mantenimiento recibe el nombre de “Mantenimiento ante fallo”. Esta clase de fallas siguen repitiéndose hoy en día, aunque con menor frecuencia debido a la evolución del mantenimiento.

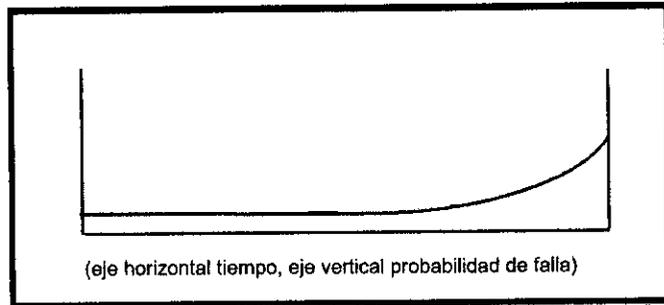
Debido a la evolución que ha sufrido la sociedad, el mantenimiento ha tenido que avanzar de igual manera. Este desarrollo se puede separar cronológicamente en cuatro generaciones que cada una de ellas se caracteriza por tener una metodología específica” (p. 09).

- **Primera generación**

Este periodo cubre la etapa hasta la II Guerra Mundial y se caracteriza por el mantenimiento correctivo. En aquellos tiempos el tiempo medio entre averías (MTBF) no importaban demasiado, debido a que la industria no estaba muy mecanizada. La maquinaria existente era sencilla y fácil de reparar. El mantenimiento se limitaba a la limpieza y lubricación de las maquinas, de manera que no era ni un mantenimiento sofisticado, ni se requería de un personal calificado para ejercerlo.

En la **FIGURA 2.5**. Se muestran las tasas de fallas que ocurrían en la primera generación.

FIGURA 2.5
PATRON DE FALLA PRIMERA GENERACION



Fuente: Barreda Beltrán (2015)

El patrón de esta generación muestra como a medida que los elementos físicos envejecen, tienen más probabilidad de fallar.

- **Segunda generación**

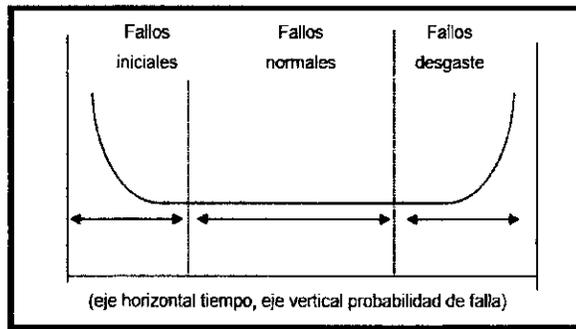
En el transcurso de la II Guerra Mundial aumento la demanda de todo tipo de producto, al mismo tiempo que la mano de obra industrial bajo drásticamente. A causa de esto, la mecanización aumento por necesidad.

Las empresas empezaron a mecanizarse y a depender cada vez mas de sus equipos, además de aumentar la complejidad de las maquinas. Debido a esto, se empezó a pensar en cómo reducir el tiempo entre averías, ya que la parada de la maquina cada vez más se volvía más crítica. Finalmente, se llegó a la conclusión que la mejor idea era que las fallas en los equipos se podían prevenir.

Hasta aproximadamente 1970 el mantenimiento preventivo que se aplicaba estaba basado en paradas totales programadas cada cierto tiempo, donde se realizaban reparaciones. Al aumentar el control sobre las maquinas, también aumento el coste de mantenimiento. Como resultado las empresas empezaron a establecer sistemas de control y programar el mantenimiento.

En la FIGURA 2.6. Se muestran la probabilidad de fallas ocurridas en la segunda generación.

FIGURA 2.6
PATRON DE FALLA SEGUNDA GENERACION



Fuente: Barreda Beltrán (2015)

Los cambios sufridos, hicieron que también variase el patrón. En este caso la gráfica es conocida como “Curva de bañera”.

- **Tercera generación**

A partir de mediados de los 70, todavía se han experimentado cambios más significativos en cuanto el papel del mantenimiento dentro de la empresa.

Progresivamente la mecanización ha ido creciendo, hasta llegar al punto donde los periodos improductivos tienen un gran efecto en la producción, coste y servicio al cliente. Además, si los sistemas de producción se dirigen cada vez más a la producción “Just in time” (JIT, justo a tiempo), en los que el inventario es reducido, provoca la parada de toda una planta por pequeñas averías. Por esta razón el papel del mantenimiento es tan importante, lo que crea una mayor demanda para desarrollar esta función

Asimismo, las nuevas investigaciones están haciendo cambiar las creencias básicas del mantenimiento. Un ejemplo sería la conexión que, anteriormente,

había entre el tiempo que lleva un equipo funcionando y la probabilidad de falla de este. Actualmente, después de muchos estudios e investigaciones se ha demostrado que esta relación no es directa, como antiguamente se creía.

Además, las empresas empezaron a tener en cuenta aspectos como la seguridad industrial y los daños medioambientales.

Por todos estos factores, el mantenimiento se ha caracterizado por la sistematización de los procedimientos, actividades y estrategias. Otros avances como la automatización computarizada de sus procesos, ayudan también a alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos.

Esta sistematización ha hecho posible definir etapas en el mantenimiento como son: recopilación de información, diagnóstico, definición de estrategia, planificación, programación, control y optimización. En cada una de estas etapas se han creado herramientas informáticas y diferentes aplicaciones que posibilitan la automatización computarizada de estos procesos.

Actualmente, la ingeniería del mantenimiento es la encargada en profundizar e investigar en la obtención de nuevos métodos y herramientas para la ya mencionada automatización computarizada, y hacer de esta forma más accesible su implementación en toda clase de empresas.

- **Cuarta generación**

Desde inicios de los noventa, el mantenimiento se ha caracterizado por la sistematización de los procedimientos, actividades y estrategias. Otros avances como la automatización computarizada de sus procesos, ayudan también a alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos.

Esta sistematización ha hecho posible definir etapas en el mantenimiento como son: recopilación de información, diagnóstico de estrategia, planificación, programación, control y optimización. En cada una de estas etapas se han creado herramientas informáticas y diferentes aplicaciones que posibilitan la automatización computarizada de estos procesos.

Actualmente, la ingeniería del mantenimiento es la encargada en profundizar e investigar en la obtención de nuevos métodos y herramientas para la ya mencionada automatización computarizada y hacer de esta forma más accesible su implementación en toda clase de empresas.

2.2.3 El Mantenimiento

Partidas (2015) define al mantenimiento como: "El conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado", este conjunto de acciones implica tareas tales como limpieza, lubricaciones, ajustes, cambio programado de piezas, inspecciones, reparaciones, entre otras, que son llevadas a cabo sobre los equipos y maquinarias a fin de garantizar su operatividad durante el tiempo que sea requerido" (p.58).

Para Duffaa y otros (2002) definen el mantenimiento como: "La combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene o se restablece a un estado en el que pueda realizar las funciones designadas" (p.34).

Señalan que el mantenimiento es un elemento importante en la calidad de los productos y puede utilizarse para incrementar la ventaja competitiva de una empresa; esto se logra a través de la reducción del tiempo de paradas no programadas,

umentando la calidad y productividad y reduciendo el tiempo de entrega de los productos al mercado.

Estos autores consideran que el mantenimiento es un sistema integrado por una serie de actividades o procesos que se realizan en paralelo con las tareas del sistema productivo. Las entradas en este sistema están formadas por el personal, repuestos, gestión, herramientas, equipos y maquinarias en buen estado de funcionamiento que satisfagan las necesidades de producción establecidas.

Según Milano (2005) define el mantenimiento como: “Todas aquellas labores que realiza el usuario durante la vida operativa de los equipos o sistemas para lograr que estén en estado de funcionamiento o para volverlos a ese estado” (p.70).

Resalta el autor que este conjunto de tareas es conocido como “proceso de mantenimiento”, donde la entrada al mismo está formada por el equipo o sistema cuyo funcionamiento debe ser conservado y la salida por el equipo o sistema en estado de funcionamiento adecuado o satisfactorio.

El mantenimiento se puede agrupar o clasificar según las estrategias de mantenimiento generales que consideran tanto el momento en el cual se producen las fallas como el momento de ejecución de las tareas de conservación y reparación.

2.2.4 Mantenimiento correctivo

Ávila (1987) establece que: “La característica principal de este mantenimiento es la corrección de las fallas a medida que se presentan ya sea por “síntomas” perceptibles o por la parada inesperada del equipo o instalación. Resalta el autor que en la práctica

este mantenimiento es el más generalizado dado que requiere menos conocimiento y organización para su aplicación.

Duffua y Otros (2002) definen el mantenimiento correctivo como:” Aquel que solo se aplica cuando el equipo es incapaz de seguir operando, no es planeado y se realiza cuando el costo de aplicación de otro tipo de mantenimiento es más costoso”.

2.2.5 Mantenimiento preventivo

Duffuaa y otros (2002) establecen que:” El mantenimiento preventivo es una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un equipo”.

La definición anterior es apoyada por Partidas (2015) quien define el mantenimiento preventivo como:” Aquel que se planea y programa con el objeto de ajustar, reparar o cambiar partes en equipos antes de que ocurra una falla o daños mayores eliminando o reduciendo al mínimo los gastos de mantenimiento”.

Las actividades básicas de este tipo de mantenimiento, señaladas por el autor, son:

- Inspección periódica de los activos y del equipo de la planta para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de la producción o depreciación perjudicial.
- Conservar la planta para anular dichos efectos, adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aun en su etapa incipiente. Entre las razones por las cuales este tipo de mantenimiento es mejor que el correctivo, tenemos:

- La frecuencia de fallas puede reducirse mediante una adecuada lubricación, ajuste, limpieza e inspecciones periódicas.
- Si la falla no puede evitarse, la inspección y la medición pueden ayudar a reducir la severidad de las fallas.
- Puede detectarse el síntoma de una falla inminente.
- Hay diferencias importantes en costos entre las intervenciones no planeadas y las planeadas, incluyendo en la calidad del trabajo realizado.

2.2.6 Mantenimiento predictivo

Gonzales (2017) menciona: Es aquella metodología que las basa intervenciones en la maquina o instalación sobre la que se aplica, en la evolución de una determinada variable que sea realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir” (p.179).

Este método corrige las desventajas del mantenimiento preventivo. ya que cambia las sustituciones por inspecciones. De forma que en vez de cambiar las piezas cada cierto tiempo, se inspeccionan periódicamente. Cada pieza inspeccionada deberá cumplir una clase de parámetros y en caso de no cumplirlos se deberá intervenir mediante una operación correctiva (reparación o sustitución).

Para realizar estas inspecciones no se requiere la detención de la máquina, de este modo no interrumpimos la producción. La medida de los parámetros (ruido, vibraciones, temperatura, lubricante.) puede realizarse de forma periódica o continua. El parámetro más utilizado en el mantenimiento es el de las vibraciones, al ser el que detecta con más fiabilidad los fallos de las maquinas.

El mantenimiento predictivo se aplica generalmente a maquinas donde un fallo causa un problema de seguridad, el fallo catastrófico de la maquina o provoca una parada de la producción.

Las ventajas que presenta este método son:

- La vida útil de las piezas se puede agotar al máximo, se disminuyen el número de intervenciones y se evitan los fallos inesperados.
- El aburrimiento de los trabajadores después de tomar datos repetitivos, sin que se produzcan cambios antes de una situación donde han de actuar.
- La inversión que supone la compra de equipos de medida.

2.2.7 El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

Gonzales (2017) expone: “El RCM se implementa sobre la base de una serie de pasos muy planificados y relacionados. Primero hay que examinar bien las metas de productividad y de mejora que ha definido la dirección para lo que se precisara una clara estrategia por parte de esta sobre los principales parámetros a mejorar (costes, fiabilidades, etc.)” (p.99).

Moubray (2004) manifiesta: “Cualquier proceso RCM debe asegurar que se respondan satisfactoriamente todas las siguientes siete preguntas y en esa misma secuencia:

- ¿Cuáles son las funciones y los modelos ideales de rendimiento del recurso en su actual contexto operativo (funciones)?
- ¿En qué formas no puede cumplir sus funciones (fallas funcionales)?
- ¿Qué ocasiona cada falla funcional (modos de falla)?

- ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla (efectos de la falla)?
- ¿En qué forma es importante cada falla (consecuencias de la falla)?
- ¿Qué debe hacerse para predecir o prevenir cada falla (tareas proactivas e intervalos de labores)?
- ¿Qué debe hacerse si una tarea proactiva adecuada no puede ser encontrada (acciones por defecto)?

Para dar una respuesta “satisfactoria” a cada una de las anteriores preguntas, la siguiente información debe ser obtenida, y las siguientes decisiones deben ser tomadas. Toda la información y las decisiones deben ser documentadas en forma tal que estén disponibles y aceptables para el propietario o usuario del recurso” (p.25).

Gránela (1999) presento un trabajo, dónde se explica: “La aplicación de los pasos de la estrategia RCM al sistema de floculación de una planta de tratamiento de agua, en cuba; luego de un análisis de confiabilidad realizado a partir de la información recopilada sobre la historia de fallas. Como resultado se incrementaron las tareas de mantenimientos basados en condición y disminuyeron las decisiones de funcionamiento hasta el fallo, añadiéndose una tare de prueba de detección de falla. Se alcanzo una reducción de las horas-hombre requeridas por las actividades de mantenimiento preventivo. El RCM demostró sus potencialidades para garantizar, luego de un análisis sistemático, que cualquier activo físico continuara cumpliendo las funciones operacionales para las cuales fue diseñado y fabricado” (p.56).

Aladon (2005) señala lo siguiente: “El RCM se presenta como un enfoque del mantenimiento que combina armoniosamente prácticas y estrategias correctivas, preventivas y predictivas, con la finalidad de maximizar la vida de los activos y asegurar el cumplimiento de sus funciones. Su implementación puede considerarse como un proceso en el que se determinan los requerimientos de mantenimiento de los activos, teniendo en cuenta su contexto operacional”.

El método del RCM, plantea 7 preguntas básicas, o pasos a seguir:

- ¿Cuáles son las funciones del activo, en su actual contexto operacional?
- ¿Cuáles son las fallas funcionales?
- ¿Cuáles son los modos de falla?
- ¿Cuál es el efecto de falla?
- ¿Qué importancia tiene la falla?
- ¿Qué puede planearse para predecir o prevenir la falla?
- ¿Qué hacer si no se puede prevenir la falla?

Las cuatro primeras preguntas, corresponden a los que se conoce como Análisis de Modos y efectos de Falla (AMEF), y las restantes tres, sería lo que es la lógica de decisiones del RCM.

Ladino (2005) expresa: “Precisamente porque no suceden con frecuencia (las fallas esporádicas), aun cuando su costo puede ser muy alto, éste se amortiza a través de varios años. Por otro lado, las fallas crónicas de que hemos venido hablando, se caracterizan por un costo relativamente bajo, pero son bastante frecuentes. Son tan pequeñas que a menudo pasan desapercibidas, pero si acumulamos eso” (p.66).

Las causas de cualquier falla pueden ubicarse en una de las categorías siguientes: Defectos de diseño, defecto de materiales, manufactura o procesos de fabricación defectuosos, ensamblaje o instalación defectuosos, imprevisiones en las condiciones de servicio, mantenimiento deficiente y malas operaciones.

2.2.7 Metas y objetivos a alcanzar basándonos en RCM

Para abordar una metodología nueva de mantenimiento como esta, es necesario partir de una definición estratégica clara por parte de la Dirección. Esto de forma rotunda y totalmente preliminar, porque no se puede poner en marcha un equipo de trabajo de RCM, sin haber dejado claro a sus miembros, que es lo que la empresa espera de ellos. En caso contrario, el equipo es posible que navegue a la deriva y que se encuentre con interrogantes que exceden su nivel de decisión. Así pues, se pueden encontrar un caso extremadamente extraño de averías múltiples, que pueden causar un percance de gran entidad, incluso con riesgo de vidas humanas, pero cuya hipótesis de aparición es muy baja y por tanto, sus costos para realizar, por ejemplo, una intervención modificativa de la instalación a fin de prevenirlos son altísimos. ¿Qué deben hacer en dicho caso? En Inglaterra se llega al extremo de valorar económicamente, el costo que cada empresa está dispuesta a pagar, en una reforma o modificación de un equipo para salvar una vida. Esto puede parecer extremadamente duro, pero a título de ejemplo de RCM, tener claro hasta donde pueden llegar y cuál es la meta a conseguir. Quizá la dirección quiera a toda costa reducir los costos de mantenimiento, conservando los índices actuales de fiabilidad y disponibilidad, tal vez no sea así y los que pretendan sea eliminar averías o fallos que producen accidentabilidad clara al costo que sea, etc.

El siguiente cuadro expone posibles beneficios a obtener de la implantación del RCM. En dicho cuadro pueden verse valores concretos de mejora en la disponibilidad en los costes de mantenimiento, etc. Sobre los que debe reflexionar el equipo directivo, antes de la puesta en marcha del sistema. Esperamos que ellos sirvan de ayuda a los mismos, para la elección de objetivos concretos, tan necesarios para su equipo técnico, en la implantación de una metodología como esta, aunque resaltamos que los valores que se aportan son referenciales y su aplicación concreta a un Departamento, puede verse modificados, según el grado de optimización de actividades que ya tenga implantado.

En la **TABLA 2.1**. Se muestran los beneficios de la implementación del RCM.

TABLA 2.1
BENEFICIOS AL IMPLEMENTAR EL RCM

COSTES	SERVICIO	CALIDAD	TIEMPO	RIESGOS
<ul style="list-style-type: none"> Reducir los niveles y costes del mantenimiento preventivo rutinario (10 a 40%). Definir directrices y objetivos concretos para 	<ul style="list-style-type: none"> Conocer mejor los requerimientos de servicios del cliente. Definir de forma consensuada niveles de calidad de servicio (p.ej. Según ISO 9001). 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de la disponibilidad por menor preventivo y menor correctivo (2 a 10%). Eliminación de fallos crónicos que "no entienda" producción como no se reparan. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción en las paradas programadas para grandes revisiones. Intervalos normalmente más largos entre paradas por seguimientos predictivos. Tiempos de reparación 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor aseguramiento de la integridad de la seguridad y entorno. Análisis de fallos ocultos y sus causas, que no suelen revisarse en mantenimiento

sustituir preventivo s rutinarios por predictivo s. • Reducir los niveles de mantenimi ento contratado y sus importes.	• Reducir las averías con especial incidencia en las que repercuten en el servicio.	• Mejora de la adhesión a cambio en el mantenimiento	más cortos por mejor conocimiento del sistema en su conjunto.	ntos rutinarios. • Reducción de probabilida d de fallos múltiples.
--	--	---	--	--

Fuente: Gonzales Fernández (2017)

2.2.8 Funciones y parámetros de funcionamiento

Moubray (2004) menciona: “Las funciones se dividen en 02 categorías. Funciones primarias, que en primera instancia resumen el porqué de la adquisición del activo, está categoría cubre temas como velocidad, producción, capacidad de almacenaje o carga, calidad de producto y servicio al cliente. Funciones secundarias, la cual reconoce que se espera de cada activo que haga más que simplemente cubrir sus funciones primarias. Los usuarios también tienen expectativas relacionadas con las áreas de seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia operacional, cumplimiento de regulaciones ambientales y hasta de apariencia del activo” (p.08).

2.2.9 Fallos funcionales

En relación al fallo funcional Parra (2205), señala: “Un fallo funcional es definido como una ocurrencia no previsible, que no permite que el activo alcance el estándar de ejecución esperado en el contexto operacional en el cual se desempeña, trayendo como consecuencia que el activo no pueda cumplir con su función o la cumpla de forma ineficiente “(p.78).

De lo anterior se puede decir que el no cumplimiento de una determinada función por parte de un activo en su contexto operacional, se puede definir como fallo funcional.

En el proceso de implantación del mantenimiento basado en la confiabilidad, el grupo de trabajo debe comprender que el objetivo básico del mantenimiento es preservar los activos en un estado que estos puedan cumplir con sus funciones básicas. Esto significa que los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo podrán ser determinados si sus funciones están claramente definidas y comprendidas.

Para poder cumplir con ello se deberá:

- Definir y diferenciar los distintos tipos de funciones según el mantenimiento basado en la confiabilidad.
- Aclarar los estándares de ejecución (operacionales de cada activo.
- Registrar los estándares de ejecución esperados asociados a cada función.

Una gran cantidad de esfuerzo y tiempo puede ser ahorrado si el estándar de ejecución esperado es definido de forma precisa y si todo el personal relacionado

con el mantenimiento (personal de operaciones y mantenimiento) conoce este estándar de ejecución. El estándar de ejecución esperado deberá ser definido claramente para cada función de cada activo con respecto a su contexto operacional, a partir del análisis y la aprobación de todos los integrantes del grupo de trabajo.

2.2.10 Modos de Falla

Moubray (2004) define como: “Falla toda condición de operación de cualquier equipo o componente que este fuera de un estándar definido, esto implica, que no necesariamente el equipo o componente se haya roto para dejar de cumplir sus funciones” (p.77).

Martin (2000) expone: “Los modos de falla son las condiciones que rodean al equipo o componente antes de presentarse la falla. Definiéndolo de otra manera. “El modo de falla es la identificación del mecanismo o cambio de condición que experimenta cualquier equipo o componente antes de detectarse su pérdida de potencial”.

Para definir cuáles son los modos de falla de un equipo o componentes en particular se deben estudiar dos cosas, la primera es analizar por diversas técnicas disponibles, las fallas o interrupciones que hayan existido, de no contar con esa información, se pueden hacer otro análisis que se pueden sintetizar con las siguientes preguntas:¿Cuáles son las funciones?,¿De qué forma pueden fallar?,¿Que causa que fallen?,¿Qué sucede cuando fallan?,¿Qué ocurre si fallan?,¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos?,¿Qué sucede si no puede prevenirse el fallo?.

2.2.11 Efectos de Falla

Moubray (2004) expone:” Consiste en hacer un listado de información con los eventos secuenciales que ocurren cuando un modo de falla se da. Esta descripción debe contener toda la información necesaria para apoyar la evaluación de las consecuencias de la falla y tareas de mantenimiento, debe describirse como si no estuviera haciéndose algo para prevenirlos y debe considerarse que el resto de los dispositivos y procedimientos operacionales funcionan o se llevan a cabo. La descripción de un efecto de falla debe contener:

¿Qué evidencias hay de que ocurrió la falla (si la hay)?

¿De qué manera afecta la seguridad y el ambiente (si es que la representa)?

¿De qué manera afecta la producción o las operaciones (si las afecta)?

- ¿Es necesario para el proceso?
- ¿Hay impacto en la calidad?
- ¿Hay impacto en el servicio al cliente?
- ¿Se producen daños a otros sistemas?

¿Qué daños físicos ocasiona la falla (si los hay)?

¿Qué debe hacerse para reparar la falla?

Los efectos de las fallas deben registrarse, lo cual permite decidir la importancia de cada falla, y por lo tanto que nivel de mantenimiento sería necesario. El proceso del RCM de responder solo a las cuatro primeras preguntas produce oportunidades sorprendentes y a menudo muy importantes para mejorar el funcionamiento, la seguridad, también elimina errores. También mejora enormemente los niveles generales de comprensión acerca del funcionamiento de los equipos.

2.2.12 Consecuencias de las fallas

Las consecuencias de las fallas consisten en preguntarse cómo y cuánto importa cada falla. La razón de esto es que las consecuencias de cada falla dicen si se necesita tratar de prevenirlos. El RCM, clasifica las consecuencias de las fallas en cuatro grupos:

- **El primer grupo:** Es el de las consecuencias de las fallas no evidentes, es decir, las fallas que no son evidentes y tienen impacto directo, pero exponen a la organización a otras fallas con consecuencias serias, a menudo catastróficas. Un punto fuerte del RCM es la forma en que se tratan las fallas no evidentes, primero reconociéndolas como tales, en segundo lugar, otorgándoles una prioridad muy alta y finalmente, adoptando un acceso simple, práctico y coherente con relación a sus mantenimientos.
- **El segundo grupo:** Consiste en las consecuencias en la seguridad y el medio ambiente ya que una falla que tiene consecuencias sobre la seguridad si puede físicamente afectar a alguien. Tiene consecuencias sobre el medio ambiente si infringe normas gubernamentales relacionadas con el medio ambiente y pone a la persona por encima de la producción.
- **El tercer grupo:** Son las consecuencias operacionales que son las fallas que tienen consecuencias operacionales y afectan a la producción (capacidad, calidad del producto, servicio al cliente o costos industriales en adición al costo directo de la reparación). Estas consecuencias cuestan dinero y lo que cuesten sugiere cuánto necesita gastar en tratar de prevenirlas.

- **El cuarto grupo:** Son las de consecuencias que no son operacionales. Estas fallas evidentes que entran dentro de esta categoría no afectan ni a la seguridad, ni a la producción, por lo que el único gasto directo es el de la reparación.

Si una falla tiene consecuencias significativas en los términos de cualquiera de estas categorías, es importante tratar de prevenirlas. Por otro lado, si las consecuencias no son significativas, entonces no merece la pena hacer cualquier tipo de mantenimiento sistemático que no sea el de las rutinas básicas de lubricación y servicio.

En la **TABLA 2.2** se describe el nivel de gravedad de las consecuencias no operacionales, operacionales, fallos ocultos, seguridad y medio ambiente.

**TABLA 2.2
INDICE DE GRAVEDAD EN LA CONSECUENCIA DE FALLAS**

- GRAVEDAD +	<ul style="list-style-type: none"> • Consecuencias en la seguridad y el medio ambiente: cuando se puede herir o matar a alguien, o se infringen normativas relacionadas con el entorno. • Consecuencias de los fallos ocultos: mayoritariamente asociadas a dispositivos de seguridad que no son a prueba de fallos o averías y nos exponen a un fallo múltiple de serias o catastróficas consecuencias. • Consecuencias operacionales: Cuando afecta a la producción (cantidad, calidad, servicio al cliente o costos operacionales además del costo directo de reparación). • Consecuencias no operacionales: Cuando afecta únicamente a la reparación.
---------------------	---

Fuente: Gonzáles Fernández (2017)

2.2.13 Tareas de mantenimiento o acciones de prevención de fallas

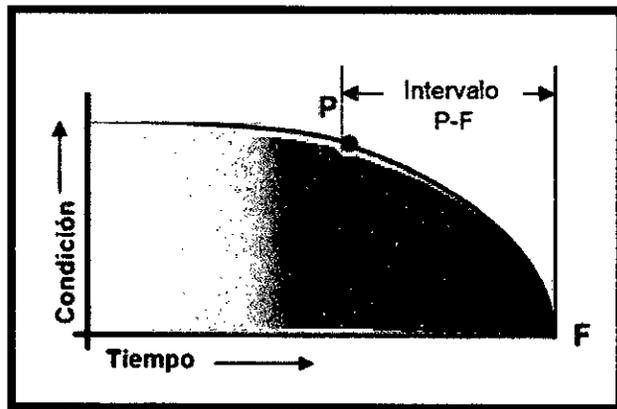
El RCM reconoce las categorías más importantes de tareas preventivas, como siguen:

- **Reconocimiento cíclico:** Se revisan los equipos o se reparan los componentes con una determinada frecuencia (no importa el estado en que se encuentren). La edad a la que se incrementa las opciones de falla del elemento será el condicionante para fijar la frecuencia de revisión. Este tipo de tareas resultan rentables si existe una edad a la cual la probabilidad de falla en los elementos se incremente, y si realizando el mantenimiento es capaz de devolver al mantenimiento al estado inicial. Aunque en ocasiones se deben estudiar diferentes alternativas, ya que puede que exista otro tipo de tareas que sean más factibles.
- **Tareas de sustitución cíclica:** Estas tareas consisten en reemplazar un equipo o alguno de sus componentes periódicamente. Este periodo se determina a partir de la vida de los diferentes elementos. Estas tareas serán factibles si los elementos tienen una edad a partir de la cual aumenta la posibilidad de falla considerablemente. En este caso si se consigue recuperar el estado inicial del equipo, ya que los elementos que sustituimos son nuevos completamente.
- **Tareas a condición:** En este caso, estas tareas se basan en que muchas de las fallas no se producen en un momento puntual, sino que se desarrollan poco a poco. Cualquier tarea de este tipo ha de satisfacer los siguientes puntos:
 - ✓ Tiene que existir una falla potencial perfectamente definida.

- ✓ Debe tener un intervalo P-F (Intervalo de tiempo entre el punto en que una falla potencial es detectable y el punto en el que se vuelve en una falla funcional) bien definido.
- ✓ El intervalo de la tarea a realizar debe ser menor que el intervalo P-F.
- ✓ El tiempo de descubrimiento de la falla ha de ser lo suficientemente corto, ya que después todavía se ha de examinar cómo actuar en la falla y se ha de realizar la tarea y todo esto ha de ser menor que el intervalo P-F.

En la **FIGURA 2.7**. Se muestra el intervalo de tiempo entre el punto de falla y el punto en que se vuelve una falla funcional.

FIGURA 2.7
INTERVALO P-F



Fuente: Barreda Beltrán, 2015

Para poder detectar la falla potencial con anterioridad a producirse una falla funcional, el intervalo entre revisiones deberá ser menor que el intervalo P-F. Además, la condición para detectar esta falla funcional deberá ser lo bastante clara para saber con rotundidad que la persona encargada de las revisiones en los equipos, localizará la falla potencial cuando esta ocurra (Moubray J., 2004).

En la **TABLA 2.3**. Se muestra las estrategias de mantenimiento, basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad.

**TABLA 2.3
ESTRATEGIAS DEL MANTENIMIENTO**

TAREAS PREVENTIVAS	A FALTA DE TAREAS PREVENTIVAS VIABLES Y EFICACES
<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento predictivo. Si identificamos una variable “medible” cuya evolución nos indique el estado de la máquina. Mantenimiento preventivo cíclico. Revisiones a intervalos fijos (solo útil en un porcentaje pequeño de casos). • Sustitución cíclica. Cambios periódicos para revisión en otros niveles de mantenimiento con mínima indisponibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de fallos ocultos. • Rediseño. Modificar los equipos para evitar fallos, modificar los equipos para mejorar su mantenibilidad o cambiar los procesos organizados. • NO HACER NINGUNA TAREA PREVENTIVA Y ESPERAR EL FALLO.

Fuente: Gonzáles Fernández, 2017

2.2.14 Acciones a “falta de”

Además de preguntar si las tareas son significativas son técnicamente factibles, el RCM se pregunta si vale la pena hacerlas. La respuesta depende de cómo reaccione a las consecuencias de las fallas que pretende prevenir. Al hacer esta pregunta el RCM combina la evaluación de la consecuencia con la selección de la tarea en un proceso único de decisión, basado en los principios siguientes:

Una acción sistemática que signifique prevenir una falla que tiene consecuencias en la seguridad o el medio ambiente merecerá la pena hacerla si reduce el riesgo de esa falla en sí mismo a un nivel realmente bajo, o si lo suprime por completo. Si no se

puede encontrar una tarea que reduzca el riesgo a un nivel aceptable, el componente de rediseñarse.

Si la falla tiene consecuencias operacionales, solo vale la pena realizar una tarea sistemática si el costo total de hacerla durante cierto periodo de tiempo es menor que el costo de las consecuencias operacionales y el costo de la reparación durante el mismo periodo de tiempo. Si no es justificable, la decisión definitiva inicial “a falta de” sería de nuevo el no mantenimiento sistemático. Si esto ocurre y las consecuencias operacionales o son aceptables todavía, entonces la decisión a falta de secundaria sería rediseñar de nuevo.

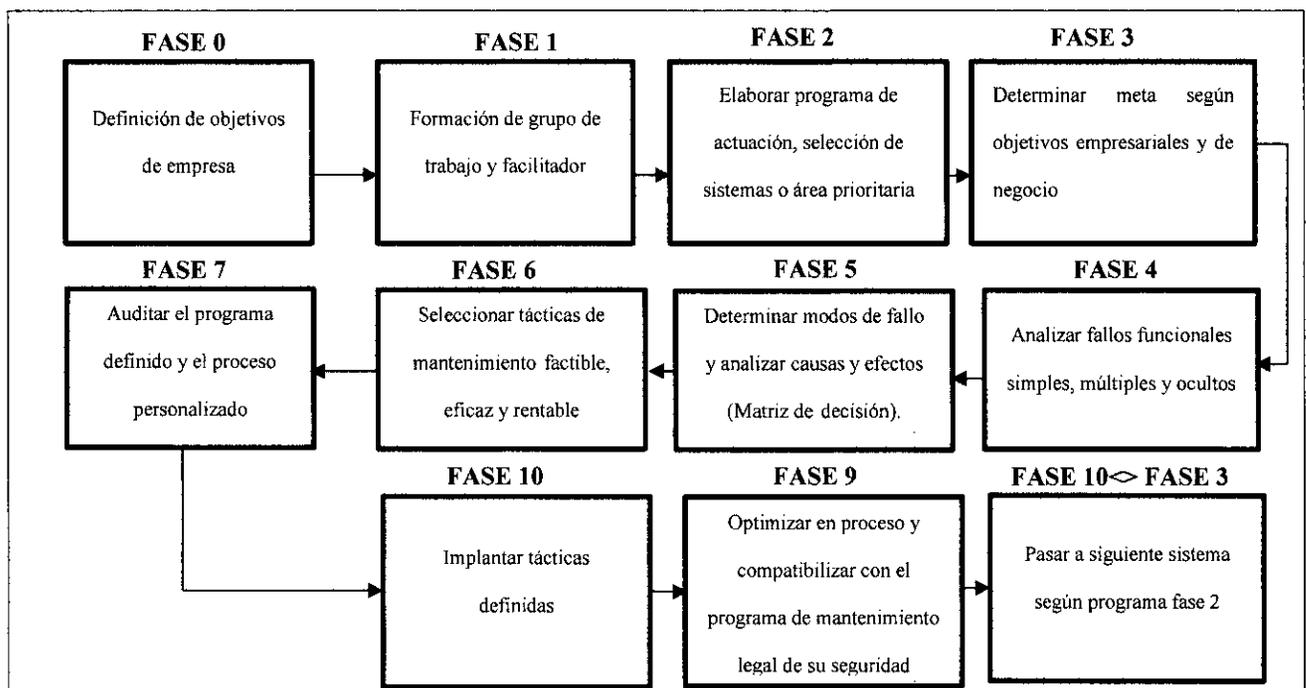
De forma similar, si una falla no tiene consecuencias operacionales, solo vale la pena realizar la tarea sistemática, si el costo de la misma durante un periodo de tiempo, es menor que el de la reparación durante el mismo periodo. Si no son justificables, la decisión inicial “a falta de” sería de nuevo el no mantenimiento sistemático si el costo de reparación es demasiado alto, la decisión “a falta de” secundaria sería volver a diseñar de nuevo.

Este enfoque gradual de arriba-abajo significa que las tareas sistemáticas solo se especifican para elementos que la necesiten realmente. Esta característica del RCM normalmente lleva a una reducción significativa en los trabajos rutinarios. También significa que las tareas restantes son más probables que se haga bien. Esto combinado con unas tareas útiles equilibradas llevara a un mantenimiento más efectivo.

El resumen de las anteriores preguntas o pasos a dar por el grupo de análisis de RCM, se indica a continuación en un diagrama de bloques, en el que se ha pretendido extractar las fases o pasos a dar en la selección de tareas. En él se propone cual sería

la forma de seleccionar un prototipo o aquellos tipos y sistemas de nuestra planta por los que empezar, pues pensamos que, habida cuenta de arduo que es el análisis de fallos anteriormente expuesto, es conveniente ,para alcanzar resultados medibles que gratifiquen y motiven tanto al propio equipo de trabajo como a la propia dirección, empezar por una determinada área, sistema o equipo relevante, cuyos fallos o cuyo actual mantenimiento tengan importantes repercusiones para la empresa. De esta forma, si conseguimos los beneficios perseguidos en un elemento significativamente problemático, todo el conjunto de la empresa vera en el RCM, una técnica viable y rentable, lo que ayudara a la motivación de todo el colectivo, para seguir avanzando y extendiendo la misma a toda la planta o flota. En la FIGURA 2.8. Se aprecia el diagrama de flujo del RCM.

FIGURA 2.8
DIAGRAMA DE FLUJO DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD



Fuente: Elaboración propia

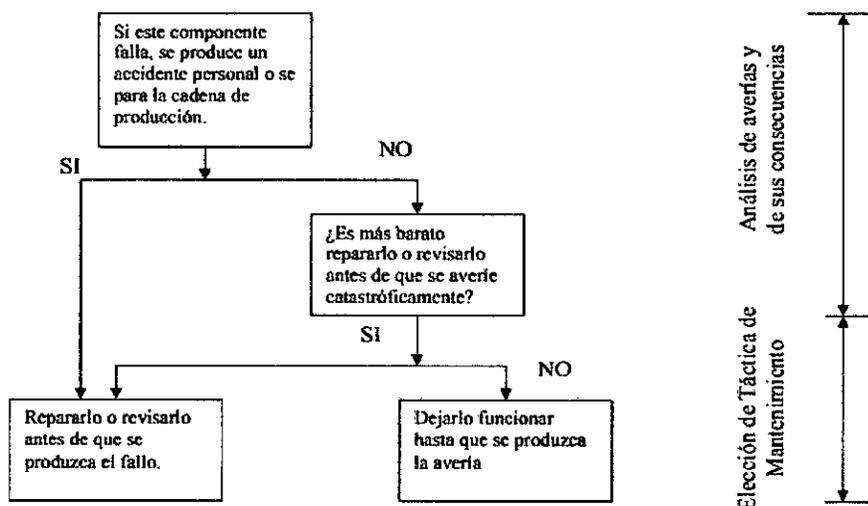
2.2.15 Aplicación práctica del análisis por RCM

Lo anteriormente expuesto, es conveniente que el grupo de trabajo lo tenga clarificado de forma sinóptica, para asegurarnos de que todos los integrantes, tienen clara la meta y objetivo marcados por la empresa y la forma de implementar esta metodología. Cualquiera de los integrantes del grupo y cuanto más bajo sea su nivel formativo, en mayor grado debe ser capaz, en un determinado elemento, subsistema o sistema de su planta de establecer este simple árbol lógico, para auto demostrarse que ha entendido perfectamente la metodología perseguida.

Los estudios de RCM, comienzan normalmente por una detallada explicación del contexto operacional, donde se explota u opera el sistema a mantener y por una explicación funcional y circuital del mismo, que sirve de introducción, repaso y homogenización de conocimientos del grupo de trabajo.

En la **FIGURA 2.9**. Se describe el árbol lógico de mantenimiento para poder establecer tareas.

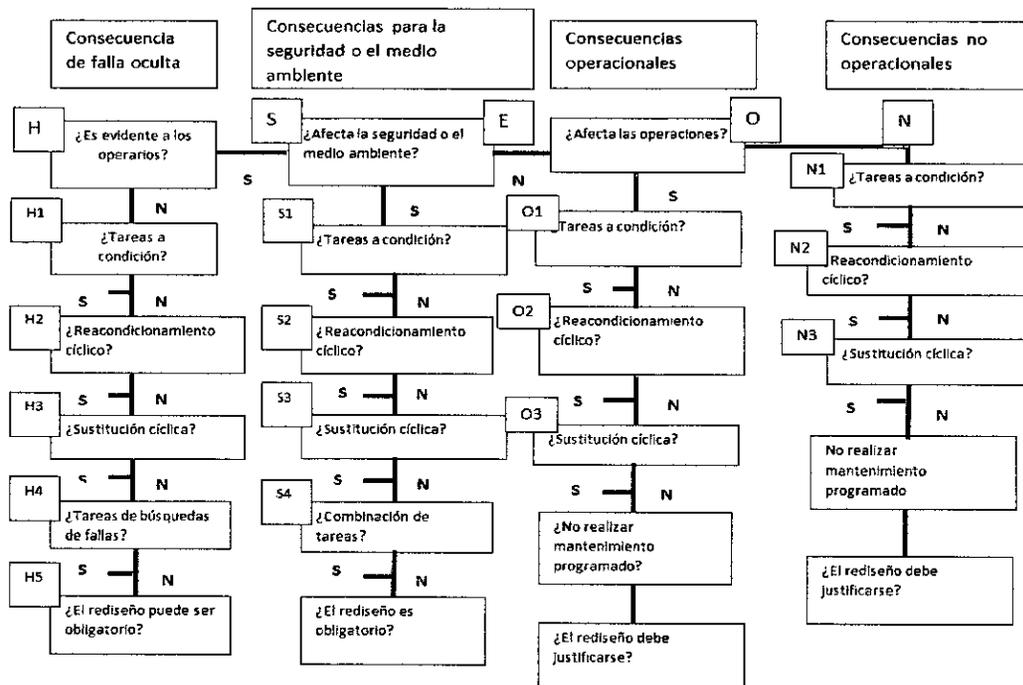
FIGURA 2.9
ARBOL LOGICO DE MANTENIMIENTO



Fuente: Gonzales Fernández, 2017

Para facilitar más aun el trabajo de selección de tareas y actividades, los diferentes libros de RCM existentes en el mercado, aportan matrices o gráficos de decisión, que sistematizan el proceso de análisis, preguntándose en cada columna prácticamente las mismas cuestiones y cambiando las mismas según la criticidad o no de los fallos. En el siguiente dibujo se incluye la matriz de decisión, con base en algunas muy comúnmente conocidas en el sector, que incorpora en su parte inferior como novedad, las necesidades de reingeniería, de análisis coste-beneficio o en su defecto de informar a la Dirección en caso de que la propuesta del grupo RCM no prospere; para que los responsables de mantenimiento y lo propios integrantes del grupo de trabajo, tengan cubierta su responsabilidad ante un fallo o ante un percance. En la FIGURA 2.10. Se realizó el diagrama de decisiones, donde se registra el tipo de consecuencias para poder designar la nueva tarea de mantenimiento.

FIGURA 2.10
DIAGRAMA DE DECISIONES DE MANTENIMIENTO



Fuente: Moubray John ,2004

En dicha figura aparecen cuatro columnas y el comienzo debe realizarse por el extremo superior izquierdo, haciéndose la pregunta de si el fallo es evidente o no a los operarios de mantenimiento. Contestando a esas preguntas se entra en una u otra columna, según hemos expuesto. Pensamos que no es necesaria mayor explicación, puesto que la misma es suficientemente auto explicativa, no obstante, la atención sobre las dos columnas de la derecha, en las que se concluye que tras analizarse todas las cuestiones, si el grupo de trabajo determina la ineficacia del mantenimiento preventivo, periódico o rutinario, la imposibilidad de encontrar una variable significativa y medible del estado y evidenciada la ineficacia de una sustitución cíclica periódica, se debe optar por no realizar ningún tipo de mantenimiento preventivo y esperar a que aparezca el fallo. Esta situación de no realizar mantenimiento preventivo, puede ser de lo más innovador y chocante de lo expuesto en esta tesis. Hay que analizar también, cuánto costaría realizar un rediseño acudiendo al apartado de reingeniería de mantenimiento.

2.2.16 Proceso de implantación del RCM

Es obvio que antes de que los grupos de trabajo empiecen a desarrollar sus tareas, es necesario un análisis empresarial de la implantación de este sistema que pasamos a esquematizar a continuación.

- **Planificación:** Ya se ha tratado la total necesidad, de que por parte de la empresa, la implantación de RCM, enmarque dentro de una estrategia previa general. Con ello queremos decir que, para la implantación de RCM (por el cambio filosófico que supone, por los recursos y el tiempo requerido para ello y por la necesidad de definir alternativas muy a menudo difíciles de seleccionar),

la Dirección debe ser consciente de los importantes recursos humanos que precisa para este trabajo. Esto es meses de reuniones para reelaborar un plan de mantenimiento con un equipo de trabajo formado, como mínimo, por seis o siete personas, que deberán dedicar una importante parte de su jornada (alrededor de 2 o 3 horas al día) para realizar estos análisis.

La elección del guía o líder que motive al grupo, dinamice las reuniones, haga corresponsabilizarse a todos en las decisiones tomadas y al final simplifique y concrete los resultados de los debates obtenidos, es totalmente fundamental.

Asimismo, dar participación adecuada al personal de operación, al personal de ingeniería y supervisión, hasta a los mismos representantes sindicales, es una labor estratégica y de planificación en la que la Dirección de la empresa debe involucrarse de forma activa.

La formación es otro aspecto importante. Hoy en día la formación en RCM es lenta y cara, precisándose muy a menudo a asistencia técnica de una entidad externa, para formar a guías y a participantes. Sus honorarios son realmente más que significativos.

Por último, en este primer apartado de planificación, es importante asegurarse de que el contexto operacional sea claramente entendido por todos los participantes, que los objetivos empresariales que se persiguen con la implantación del RCM, también son entendidos y compartidos por todos. Será difícil, no obstante, explicar y corresponsabilizar a todos en la necesidad de mejorar la productividad y por tanto la competitividad basada en una mayor eficacia, pero ese esfuerzo es

una tarea que evidentemente corresponde a la Dirección y al responsable de la empresa ante cualquier proceso de cambio y mejora.

- **Proceso de revisión basado en RCM:** Una vez realizados los pasos correspondientes a las Fases 0,1,2 y 3, el grupo de trabajo debe ponerse ya realmente a trabajar. Para ello hay que establecer la dinámica de reuniones. El guía elegido tiene aquí una labor básica, pues será el responsable de liderar el grupo y de vigilar la rigurosidad de aplicación del RCM y de que dichas reuniones sean rigurosas y eficaces.

Es necesario elaborar previamente un programa de actuación, que seleccione como primera actividad un sistema, equipo o área que sea prioritario para la empresa, para llevar a cabo su mantenimiento ordinario, etc.

Asimismo, elegir un sistema, equipo o área gravemente problemático. Si bien plantea un importante reto de origen, también arroja mayores posibilidades de éxito y no debemos engañarnos: el grupo también necesita un merecido reconocimiento, tanto directivo como de sus compañeros, para seguir extendiendo el proceso al resto de la empresa de la planta.

Determinado cual es el sistema sobre el que se va a tratar, hay que definir las metas a alcanzar y para ello recordamos el cuadro de beneficios aportados en apartados anteriores y que, como es lógico deben estar en total concordancia con los objetivos empresariales.

Definidas metas y objetivos concretos a alcanzar, bien sean en costos, en servicios, calidad, tiempos o en disminución de riesgos, hay que ponerse manos

a la obra. Para ello habrá que comenzar los análisis de fallos funcionales, determinar sus modos de fallo y analizar las causas y los efectos.

La matriz de decisión anteriormente expuesta, con los cambios que se estimen oportunos, puede ser de gran ayuda. Ante cada modo de fallo y cada análisis concreto, hay que seleccionar una táctica de mantenimiento: hacer determinadas revisiones periódicas si son eficaces, implementar un mantenimiento predictivo o no hacer nada. Por cada sistema y modo de fallo. Hay que culminar con un sub análisis, complementando una “hoja de trabajo RCM”, como la que se incorpora a continuación a modo de ejemplo.

2.2.17 Diagrama de decisión R.C.M. y hojas de información y decisión

El diagrama de decisión, es el encargado de relacionar la información recolectada y las tareas de mantenimiento que se aplicaran para reducir la probabilidad o evitar las fallas funcionales.

La decisión tomada es elegida a través de una estructura lógica que se ajusta a las Normas SAE JA1011 y SAE JA1012. Antes de tomarse una decisión, se valoran las consecuencias de cada modo de avería para elegir la más adecuada.

El diagrama está formado por grupos de preguntas repartidas por las diferentes columnas:

- Columna H, S, E y O (Clasifican según las consecuencias de cada modo de avería).
- Columnas H1, H2, H3; S1, S2, S3; E1, E2, E3, O1, O2, O3 (tareas preventivas y predictivas).
- Columnas H4, H5 y S4 (registran las tareas “a falta de 2”).

La Hoja de información es la encargada de recoger las funciones, fallas funcionales, modos de avería y efectos de averías.

En la **TABLA 2.4**. Se expone la hoja de información donde se describe la función, falla funcional, modo de falla y los efectos que causa un componente.

TABLA 2.4
ELABORACION DE LA HOJA DE INFORMACION

Nombre del Equipo: Motor Cummins QSK78				FECHA	Equipo de diseño
SISTEMA:	MOTOR BASE				JORGE NICHO RAMOS
COMPONENTES DE SUBSISTEMA DE MOTOR	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA (Causa de la Falla)	EFECTOS DE LAS FALLAS (Que sucede cuando falla)	
Pistón	Constituir una pared móvil de la cámara de combustión, transmitiendo a la energía de los gases de la combustión al cigüeñal	Motor comprime	no	Desgaste excesivo	Motor no arranca
				Desgaste excesivo	Falla al arrancar
				Desgaste excesivo	Parada de motor
		Perdida de compresión	de	Desgaste excesivo	Baja Potencia

Fuente: Moubray John,2004

En la **FIGURA 2.5**. Se muestra la hoja de decisión donde se aprecian las nuevas tareas partiendo del diagrama de decisiones.

TABLA 2.5
ELEBORACION DE LA HOJA DE DECISION

Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias					H1	H2	H3	"a falta de "			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a=año m= mes s= semana d= día)	A realizar por
								S1	S2	S3						
								O1	O2	O3						
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	1.1	1.1.1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Realizar pruebas de compresión y verificar el desgaste	2 s	Técnico Mecánico	
1	1.1	1.1.2	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Realizar pruebas de compresión y verificar el desgaste	2 s	Técnico Mecánico	
1	1.1	1.1.3	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Realizar pruebas de compresión y verificar el desgaste	2 s	Técnico Mecánico	
1	1.2	1.2.1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Realizar pruebas de compresión y verificar el desgaste	2 s	Técnico Mecánico	

Fuente: Moubray John,2004

Elaborando el programa de cada uno de los subsistemas y equipos que componen el área piloto que hemos determinado, es muy conveniente que el mismo sea auditado por una entidad o estamento independiente. Esta fase de auditorías garantiza la objetividad del sistema y conlleva una revisión del mismo y de su aplicación concreta por un tercero, que siempre puede observar problemas en el aplicativo concreto en la rigurosidad del proceso, etc., siempre quizás desde un punto de vista no tan involucrado con el propio equipo de trabajo, pero muy objetivo y distante de sesgos o de vicios históricos heredados. Debemos recalcar que, ante un posible percance, un accidente o una reclamación externa o jurídica, contar con esta auditoría externa puede ser de gran validez e importancia.

2.2.18 Índices de clase mundial

Augusto (1998) expone; “Para facilitar la evaluación de las actividades del manteniendo, permitir tomar decisiones y establecer metas se utilizan los “índices de Clase Mundial”, que se utilizan en todos los países”.

De los seis “índices clase mundial”, seis son los que se refieren al análisis de la gestión de equipos y dos a la gestión de costos, según las siguientes relaciones:

- **Tiempo medio entre fallas:** Relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$TMEF = \frac{NOIT \cdot HROP}{\sum NTMC}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

- **Tiempo medio para reparación:** Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$TMPR \frac{\sum HTMC}{NTMC}$$

Este índice debe ser usado, para ítems en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

- **Tiempo medio para la falla:** Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$TMEF \frac{\sum HROP}{NTMC}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla.

- ✓ **Disponibilidad:** Prando (1996) define como: “La característica de un equipo, instalación, línea de fabricación que expresa su habilidad para operar sin problemas” (p.17).

La disponibilidad se relaciona con la duración del tiempo en servicio por operaciones, y es una medida de que tan frecuente el sistema está bien y listo para operar. Esta es frecuentemente expresada como (tiempo en servicio) / (tiempo en servicio + tiempo en parada) con muchas variantes. El tiempo en servicio se refiere a la capacidad para desempeñar la tarea y el tiempo de parada se refiere a cuando este no esté en capacidad de desempeñar tal tarea.

Además, la disponibilidad puede ser el producto de varios términos diferentes, tales como:

$$D = D_{hardware} * D_{software} * D_{humano} * D_{interfaces} * D_{proceso}$$

La disponibilidad está determinada por al menos tres factores principales:

- ✓ Incremento del tiempo para fallar.
- ✓ Decremento de las paradas por reparación o mantenimiento programado.
- ✓ Cumplimiento de los dos anteriores de una manera costo-efectivo.

A medida que la disponibilidad crece, la capacidad para producir se incrementa, porque el equipo estará en servicio un mayor porcentaje de tiempo.

La disponibilidad se describe en términos cuantitativos como: tiempo en línea, tiempo de factor de corrida, falta de paradas y un buen número de términos operativos coloquiales. Aunque muchos equipos no están en operación permanente, los departamentos de producción quieren que estén disponibles por lo menos una cantidad específica de tiempo con el fin de completar sus tareas, por lo que se necesita un mínimo valor de disponibilidad

- ✓ **Disponibilidad alcanzada:** Tal como es vista por el departamento de mantenimiento, (incluye tanto el mantenimiento correctivo como el preventivo, pero no incluye demoras en suministros y demoras administrativas), y es definida como:

$$D_a = \frac{TMEM}{TMEM + TMAM}$$

Donde:

Da= Disponibilidad alcanzada, TMEM = Tiempo medio entre mantenimientos y TMAM= Tiempo medio del activo en mantenimiento

- ✓ **Disponibilidad inherente:** Tal como es vista por el personal de mantenimiento (excluye las paradas por mantenimientos preventivos, demoras en suministros y demoras administrativas) y es definida como:

$$D_i = \frac{TMEF}{TMEF + TMDR}$$

Donde:

Di= Disponibilidad inherente, TMEF= Tiempo medio entre fallas y

TMDR= Tiempo medio de reparación

- ✓ **Disponibilidad operacional:** Tal como es vista por el usuario y es definida como:

$$D_o = \frac{TMEM}{TMEM + TDT}$$

Donde:

Do= Disponibilidad Operacional, TMEM = Tiempo medio entre mantenimientos y TDT= Tiempo medio de paro

- ✓ **Disponibilidad mecánica:** Porcentaje de tiempo de buen funcionamiento del sistema productivo, calculado sobre un periodo largo:

Donde:

$$D_M = \frac{HORAS OPERATIVAS}{HORAS OPERATIVAS+(REPARACION+MANTENIMIENTO)} \times 100$$

- ✓ **Confiabilidad:** Prando (1996) la define como:” La probabilidad de que un dispositivo realice adecuadamente su función prevista al largo del tiempo, cuando opera en el entorno para el que ha sido diseñado” (p.45).

La confiabilidad se relación con la reducción en la frecuencia de las fallas en un intervalo de tiempo y es una medida de la probabilidad para una operación libre de fallas, durante un intervalo dado. Cuando el número de fallas por unidad de tiempo, es decir la tasa de fallas, es constante la distribución del tiempo entre fallas es exponencial y es posible entonces predecir la confiabilidad basándonos en la distribución exponencial. Cuando esto no sucede, cabe aplicar alternativamente la distribución de Weibull u otras distribuciones de probabilidad. La distribución exponencial tiene un amplio uso por su relativa sencillez y porque en gran cantidad de casos, el activo en su conjunto presenta una tasa de fallas (λ) constante independientemente del modelo (o los modelos) de fallo que presenten sus partes componentes individualmente. Cuando el principal mecanismo de falla es el desgaste, la distribución exponencial no resulta valida.

La fórmula de distribución exponencial de la confiabilidad:

$$R_{(t)} = e^{-t/TMEF} = e^{-t\lambda}$$

Donde: $R_{(t)}$ = Probabilidad de funcionamiento libre de fallas

e = Numero de Euler (=2718)

λ = Tasa de fallo (se supone constante para este caso)

TMEF=Tiempo medio entre fallas

- ✓ **Mantenibilidad:** Gonzales (2017) la expresa como: “La probabilidad de que el equipo, después del fallo o avería sea puesto en estado de funcionamiento en un tiempo dado. Una medida de mantenibilidad es el MTTR (Mean Time to Repair) o TMDR en castellano: Tiempo Medio de Reparación” (p.78).

La mantenibilidad tiene que ver con la duración de las paradas por mantenimiento, o en que tanto tiempo se toma en lograr (fácil y rápido) las acciones de mantenimiento, en relación con los datos. Los datos incluyen el mantenimiento (todas las acciones necesarias para mantener un componente como tal, o restablecerlo a una condición específica) realizado por personal calificado, que usa procedimientos y recursos predeterminados, para cada nivel de mantenimiento establecido. Las características de mantenibilidad son usualmente determinadas por el diseño del equipo, el cual establece los procedimientos de mantenimiento y la duración de los tiempos de reparación. El índice clave para la mantenibilidad es frecuentemente el tiempo medio para reparar (TMPR) y es un límite para el tiempo máximo de reparación.

La mantenibilidad es frecuentemente expresada como:

$$M_{(t)} = 1 - e^{-t/TMPR} = e^{-\mu t}$$

Donde: $M_{(t)}$ = Probabilidad de reparar en un tiempo determinado

e = Numero de Euler (=2718)

μ = Constante de tasa de mantenimiento

TMPR= Tiempo medio para reparar

t = Periodo especificado de funcionamiento libre de fallas

- ✓ **Costo de mantenimiento por facturación:** Relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el periodo considerado

$$CMFT = \frac{\text{Costo de mantenimiento}}{\text{Facturación}} \times 100$$

- ✓ **Costo de mantenimiento por el valor de reposición:** Relación entre el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo (valor de reposición).

$$CMRP = \frac{\text{Costo de mantenimiento}}{\text{Valor de reposición}} \times 100$$

Este índice debe ser calculado para los ítems más importantes de la empresa (que afectan la facturación, la calidad de los productos o servicios, la seguridad o al medio ambiente).

2.2.19 Análisis de criticidad- Prioridades de estudio

Según Gonzales (2017):” Es necesario realizar un listado de todos aquellos equipos del sistema cuyas operaciones se aborden en el plan de mantenimiento y se hayan evidenciados como críticos, por la ponderación y puntuación surgida de la aplicación de una tabla específica para cada caso y empresa” (p.128).

No todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial. Es un hecho que unos equipos son más importantes que otros, Como los recursos de una empresa para mantener una planta son limitados, debemos destinar la mayor parte de los recursos a los equipos más importantes, dejando una pequeña porción del reparto a los equipos que menos pueden influir en los resultados de la empresa.

Pero, ¿Cómo diferenciamos los equipos que tienen una gran influencia en los resultados de los que no la tienen? Cuando tratamos de hacer esta diferenciación, estamos realizando el análisis de criticidad de los equipos de la planta.

Un criterio válido es distinguir una serie de niveles de importancia o criticidad:

- **Equipos críticos:** Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente los resultados de la empresa.
- **Equipos semi críticos:** Son aquellos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles.
- **Equipos no críticos:** Son aquellos con una incidencia escasa. Como mucho, supondrán una pequeña incomodidad, algún pequeño cambio de escasa trascendencia o un pequeño costo adicional.

Debemos considerar la influencia que una anomalía tiene en los siguientes aspectos: Frecuencia de fallas, Impacto operacional, Flexibilidad operacional, Costo de mantenimiento, Impacto en seguridad, Ambiente e higiene.

- ✓ **Frecuencia de Fallas (FF):** Son las veces que falla cualquier sistema o componente.
- ✓ **Impacto operacional (IO):** Es el nivel de servicio o producción que se afecta cuando ocurre la falla.
- ✓ **Flexibilidad operacional (FO):** Definida como la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables.
- ✓ **Costo de mantenimiento (CM):** Indica el gasto de mantenimiento.

- ✓ **Impacto en seguridad, ambiente e higiene (ISAH):** Enfocado a evaluar los posibles inconvenientes que puede causar sobre las personas o medio ambiente.

Encuesta y tratamiento de la criticidad

Esta encuesta y sus puntuaciones es un ejemplo real y debe ser analizada, reelaborada y consensuada con la empresa en cuestión antes de su aplicación.

En la **FIGURA 2.6.** Se muestra un cuestionario que es usado como criterio para evaluar el nivel de criticidad en los componentes y/o equipos.

TABLA 2.6
CRITERIOS PARA EVALUAR LA CRITICIDAD

FRECUENCIA DE FALLAS	
Fallas elevadas mayores a 40 por año	4
Fallas en 20 – 40 por año	3
Fallas entre 10 -20 por año	2
Menos de 10 fallas por año	1

IMPACTO OPERACIONAL	
Parada total del equipo	10
Impacto en niveles de producción o calidad	8
Parada del sistema o efectos en otros sistemas	6
Repercute en costos operativos adicionales asociados a la disponibilidad del equipo	2
No genera ningún efecto significativo sobre la producción, las operaciones o la calidad.	1

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	
No existe opción producción o respaldo	4
El equipo puede seguir funcionando	2
Existe opción de respaldo	1

COSTO DE MANTENIMIENTO	
Mayor o igual a USD 1000 (incluye repuestos)	2
Inferior a USD 1000 (incluye repuestos)	1

IMPACTO A SEGURIDAD AMBIENTE E HIGIENE	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna	8
Afecta el ambiente produciendo daños reversibles	6
Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores (accidente e incidentes)	2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	1
No provoca ningún daño a personas instalaciones o ambiente	0

Fuente: Información de Moubray, J. (2004)

CRITICIDAD TOTAL (CT) = Frecuencia de falla x Consecuencia

Frecuencia = Numero de fallas en un tiempo determinado

Consecuencia = (Impacto Operacional x Flexibilidad Operacional) +

Costo de Mantenimiento + Impacto SAH.

Resultados de la encuesta de criticidad

Una vez realizado los análisis necesarios para marcar una prioridad de estudio de los diferentes equipos que forman el sistema para seguir un criterio de trabajo, se clasifican según su criticidad siguiendo la siguiente tabla de referencia.

En la **FIGURA 2.11**. Se tiene la matriz de criticidad de acuerdo a los resultados de la encuesta desarrollada.

FIGURA 2.11
MATRIZ DE NIVEL DE CRITICIDAD

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

Fuente: Información de Moubray, J. (2004)

Dónde:

NC: No critico

SC: Semi Critico

C: Critico

De esta forma se tiene un listado ordenado de mayor criticidad y menor para comenzar a realizar el estudio del método de mantenimiento basado en la confiabilidad a los diferentes sistemas, priorizando aquellos en los que sus fallos tienen más impacto técnico y económico en la planta.

2.2.20 Análisis del modo de fallas y efectos (AMEF)

Según Gonzales (2017) :”Este análisis trata de evitar fallos acaecidos en los procesos de mantenimiento, revisando de forma metodológica y sistemática los mismos y la experiencia acumulada .Es un medio esencial para lograr bucles de calidad, tanto a nivel de ingeniería de mantenimiento como de la propia ejecución o producción de mantenimiento, aprendiendo de fallos anteriores tras el análisis constructivo de los

mismos, sin ánimo de búsqueda de culpables sino de causas de fallos, definiendo medidas correctoras y preventivas para que no se repitan”(p.297).

El Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) es una herramienta de mejora de procesos, proactiva, sistemática y de trabajo en equipo que permite rediseñar un proceso para evitar fallas o errores antes de que estos ocurran. El AMEF asume que sin importar que tanto conocimiento, experiencia o cuidado tengan las personas, las fallas ocurrirán o pueden ocurrir dependiendo de las circunstancias. Idealmente el AMEF se puede utilizar para evitar fallas potenciales; sin embargo, si una falla en particular no puede ser prevenida, el AMEF se enfoca en las barreras que se pueden implementar para que el error no afecte al personal.

2.2.21 Objetivo del análisis de modos y efectos de falla AMEF

Moreno (2017) manifiesta:” El AMEF tiene como objetivo lograr un desempeño óptimo eliminando riesgos con un enfoque proactivo, esta herramienta se ha utilizado en la industria aeronáutica para reducir las fallas y evitar los errores de la tripulación”.

Los objetivos que se logran con la aplicación de la metodología de análisis de fallas, sus efectos y consecuencias son los siguientes: a) Revisión sistemática del modo de falla del componente, b) Determinar el efecto que la falla tiene sobre otras partes del sistema, c) Calcular la probabilidad de falla. d) Establecer programas de pruebas, e) Determinar cómo reducir la tasa de fallas del sistema y f) Identificar y reducir los efectos adversos que puedan ocurrir por la falla.

2.2.22 Generación del análisis de modo y efectos (AMEF).

La identificación de la falla se simplifica si se usa una serie de palabras guías, aplicadas en forma sistemática, sección por sección, línea por línea para revelar situaciones no adecuadas o desviaciones de los valores de las variables fuera de los límites de aceptación.

En la FIGURA 2.12. Se muestra el desarrollo del análisis modo y efecto de fallas describiendo la función, falla funcional, modo de fallas y efectos que ocasiona el componente y/o equipo.

FIGURA 2.12
ELABORACIÓN DEL AMEF (ANÁLISIS MODO EFECTO DE FALLAS)

COMPONENTES DE SUBSISTEMA DE MÓTOR	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA (Causa de la Falla)	EFFECTOS DE LAS FALLAS (Que sucede cuando falla)
Piston	1. Constituir una pared móvil de la cámara de combustión, transmitiendo a la energía de los gases de la combustión al cigüeñal	1.1 Motor no comprime	1.1.1 Desgaste excesivo	Motor no arranca
			1.1.2 Desgaste excesivo	Falta al arrancar
			1.1.3 Desgaste excesivo	Parada de motor
Anillos de compresion	mantener la presión y lubricación del pistón	1.2 Pérdida de compresion	1.2.1 Desgaste excesivo	Baja Potencia
		2.1 Pérdida de compresion	2.1.1 Anillo con desgaste excesivo	Baja Potencia
		2.2 Motor no comprime	2.2.1 Anillo con desgaste excesivo	Motor no arranca
		2.2.2 Anillo con desgaste excesivo	Pase de Gases al Carter	
Metales de Biela	3. Suavizar el giro del cigüeñal y evitar el sobrecalentamiento entre la biela y el cigüeñal	3.1 Ruido	3.1.1 Desgaste excesivo	Recalentamiento
		3.2 Fricción	3.2.1 Rozamiento	Recalentamiento
		3.3 Fundición del metal	3.3.1 Raspaduras	Paro inesperado
Biela	4. Transmite la potencia al cigüeñal	4.1 Detonacion de combustion	4.1.1 Biela doblada	Motor no arranca
		4.2 Fricción	4.2.1 Degaste excesivo	Recalentamiento
Camisa	5. Lugar donde se realiza el proceso de combustion	5.1 Pérdida de compresion	5.1.1 Desgaste excesivo	Parada de Motor
			5.1.2 Fisura	Recalentamiento

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se detallarán ocho pasos que lo orientarán a realizar la metodología de manera adecuada:

- **PASO 1: Seleccionar el proceso de riesgo prioritario a partir de la evaluación integral de riesgos y problemas.**

Cada organización deberá llevar a cabo al menos una vez al año una evaluación integral de riesgos y problemas a partir de la cual se identificará un riesgo prioritario que sea susceptible de ser analizado mediante la herramienta

Esta identificación debe incluir los sistemas críticos y de gestión (personal, instalaciones y equipos) con el propósito de llevar a cabo un rediseño y la mejora del proceso con la intención de hacerlo más seguro y prevenir que ocurra un evento adverso.

Las características que al menos se deben considerar al seleccionar el proceso de riesgo prioritario.

- ✓ Relacionado con un proceso de riesgo
- ✓ Debe ser un riesgo derivado del análisis integral que se considere prioritario para la Organización.
- ✓ Debe ser factible para el riesgo prioritario elegido la realización de la herramienta AMEF acorde al análisis de la organización.

Algunos de los errores más frecuentes que se pueden cometer en este paso son los siguientes:

- ✓ Que el riesgo sea un formato, una actividad y no un proceso.
 - ✓ Que no sea un proceso de riesgo prioritario para la organización.
 - ✓ Que no haya partido de un análisis integral de riesgos.
- **PASO 2: Conformar el equipo que participara en el proceso**

Una vez elegido el riesgo prioritario en el cual se aplicará la herramienta AMEF, el siguiente paso es elegir el equipo de trabajo con quienes realizara el análisis.

Para este paso deberá considerar las siguientes recomendaciones

- ✓ Nombrar un líder que coordine el análisis con el siguiente perfil:
 - ❖ Conocimiento de la metodología AMEF.
 - ❖ Capacidad de trabajo en equipo
- ✓ Integrar un equipo multidisciplinario que pueda participar en el análisis (no más de 10 personas). El equipo debe incluir:
 - ❖ Personal que facilite la gestión y toma de decisiones.
 - ❖ Personal responsable del proceso.
 - ❖ Personal operativo involucrado directamente en el proceso objeto de análisis.
- ✓ Tener bien definido el objetivo del equipo durante el desarrollo de la herramienta.
- ✓ Generar y motivar al equipo en tener una buena comunicación y una participación activa de todos los integrantes.
- ✓ Monitorizar el progreso de la herramienta.
- ✓ El equipo deberá tener el apoyo de la administración durante el desarrollo de la herramienta sin mayores contratiempos. Es importante el liderazgo y el trabajo en equipo efectivo para un mejor desarrollo del AMEF.

- **PASO 3: Delimitar el inicio y el fin del proceso**

Para llegar a este paso ya debemos tener seleccionado el riesgo prioritario y el equipo de análisis, el paso a seguir es delimitar el inicio y el final del proceso a analizar, al delimitar el alcance del análisis condiciona enfoque y orden.

El delimitar el proceso donde aplicaremos la herramienta proactiva, evitará extender el trabajo que el equipo deberá realizar, esto ayuda a que la sesión o sesiones sean efectivas, el personal no se desmotive y no genere confusiones en el objetivo del AMEF.

A continuación, encontrarán las siguientes acciones las cuales ayudarán a delimitar el inicio y fin de proceso:

- ✓ Identificar la actividad inicial que detona el proceso motivo de análisis.
- ✓ Identificar la actividad con la cual se concluye el proceso de análisis de AMEF.

- **PASO 4: Elaborar mapa del proceso actual.**

El mapa de proceso es una herramienta que permite representar de manera gráfica la secuencia e interacción de todas las actividades de un proceso. La manera más común para esta representación es a través de un diagrama de flujo.

Para la elaboración del mapa deben participar las personas involucradas directamente en el proceso que permita la confiabilidad y validación con los responsables del mismo.

Es recomendable realizar un diagrama de flujo que incluya:

- ✓ La descripción clara y puntual de las actividades.

- ✓ Iniciar la redacción con un verbo en infinitivo. (Una buena práctica es incluir el lugar y el rol de quien o quienes realizan la actividad).
- ✓ Se deben mapear las actividades que estén dentro de la gestión de la propia organización, (Actividades que realizan personas que dependen de la organización).
- ✓ Verificar las actividades en el lugar donde se realice el proceso.

Algunos de los errores más comunes que ocasionan errores en la metodología del AMEF:

- ✓ Omitir actividades
- ✓ Elaborar el mapa de proceso a partir de un documento, norma o guía.
- ✓ No verificar la información del mapa de proceso actual.
- ✓ Omitir personal que participe directamente en el proceso.
- ✓ No respetar la delimitación del proceso a mapear.
- ✓ Redacción confusa de las actividades.
- ✓ Describir actividades que están fuera del control de la propia organización.

- **PASO 5: Identificar los modos de falla de cada actividad**

De inicio es importante concientizar al equipo de que los modos de fallo a identificar son potenciales, por lo cual no implican que hayan ocurrido anteriormente y que algún miembro del equipo sea responsable de ello.

Una vez reunido el equipo, se debe responder a la siguiente pregunta para cada una de las actividades: "¿Qué pudiera salir mal en esta actividad?". Esto motivará al equipo a generar una lluvia de ideas que represente las posibles fallas factibles

que podrían ocurrir durante el proceso. Las respuestas que el equipo otorgue se listarán a un costado de cada una de las actividades.

Es importante considerar lo siguiente durante el desarrollo de este paso:

- ✓ Cada actividad puede tener más de un modo de fallo, por lo cual integre todas las opciones propuestas por el equipo.
- ✓ Considerar todos los modos de fallo posible.
- ✓ El modo de fallo debe ser claro, factible de presentarse o que se haya presentado en el pasado en la organización o en alguna similar y por tanto existe posibilidad de volverse a presentar en el futuro.

- **PASO 6: Identificar el efecto inmediato**

El sexto paso en esta guía consiste en identificar de cada modo de falla potencial todas las posibles consecuencias que estas pueden implicar, en otras palabras, lo que pasaría si el modo de falla realmente ocurriera.

- **PASO 7: Identificar las causas de cada modo de fallo**

Para poder generar mejoras en el proceso y eliminar o reducir riesgos, es necesario que se identifiquen todas las posibles causas de los modos de fallo este paso es muy importante y medular de la herramienta ya que de él se desprenderán las acciones de mejora.

La importancia de este paso radica en que, si encontramos la causa por la cual los riesgos están latentes en el proceso, será de mayor facilidad detectar en que actividad se aplicará el rediseño del proceso.

Una de las buenas prácticas internacionales para la identificación de causas es el uso de herramientas como los 5 por qué's. Esta, en función del AMEF, va

enfocada en encontrar la causa principal del riesgo, quiere decir que el enfoque es proactivo.

El error más frecuente en este paso es el no identificar todas las posibles causas del modo de fallo, esto puede generar que no se establezcan las acciones de mejora pertinentes.

- **PASO 8: Identificar los controles para detectar cada causa**

El octavo paso consiste en determinar con que barreras se cuenta en la organización para poder identificar las causas que generan fallas de manera de que estas no ocurran.

Estas barreras van enfocadas a evitar que la causa genere un modo de falla, estas barreras pueden ser procesos establecidos por la propia organización o actividades que realiza el personal operativo o supervisor de manera informal.

2.2.23 Políticas de mantenimiento

Partidas (2015) expone: “En la gestión de mantenimiento se establece 5 políticas en cualquier organización. La aplicación de estas políticas depende de dos factores fundamentales a saber, el Tiempo Hasta el Fallo (duración) y el Tiempo Para el Mantenimiento (TPM). A continuación, se esbozan cada una de ellas:

- Política de Mantenimiento Basada en la Ocurrencia del Fallo (Failure-Based Maintenance, FBM), en donde las tareas de mantenimiento se inician al momento de producirse el fallo, es decir la presentación de anomalías en la funcionalidad del equipo.

- Política de Mantenimiento Basada en la Vida del Sistema (Life-based Maintenance,LBM), donde se establecen tareas de mantenimiento preventivo a intervalos fijos predeterminados durante la vida operativa del sistema.
- Política de Mantenimiento Basada en la inspección (Inspection-based Maintenance, IBM), donde se realizan inspecciones en el elemento o sistema a intervalos fijos de tiempos de operación hasta que se requiera la ejecución de una tarea de mantenimiento preventivo.
- Política de Mantenimiento Basada en el Examen (Examination-Baes Maintenance, EBM) donde se realizan tareas de mantenimiento condicional en forma de exámenes, según la condición observada en el elemento o sistema hasta que se necesite la ejecución de una acción de mantenimiento preventivo.
- Política de Mantenimiento Basada en la Oportunidad (Opportunity-based Maintenance,OBM) donde se lleva a cabo un mantenimiento preventivo en los elementos restante del grupo de elemento asignado.

2.2.24 El Benchmarking en el mantenimiento

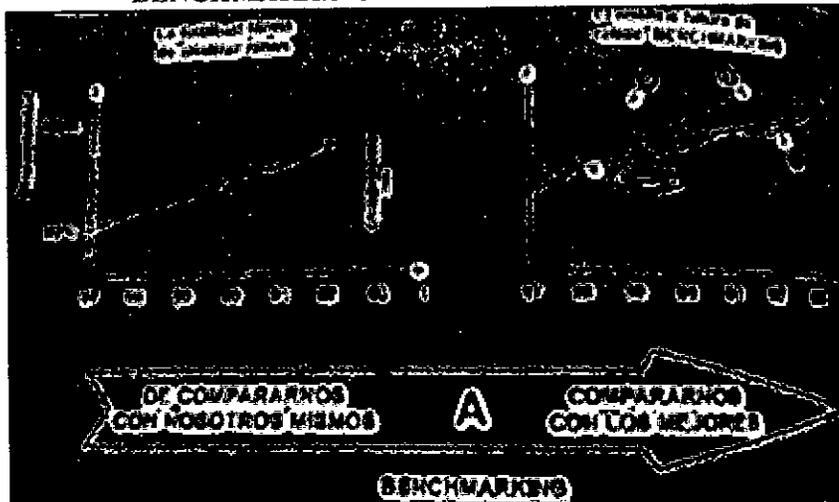
Gonzales (2017) expone: “El Benchmarking analiza las ratios de otras empresas homologas a la nuestra y de nuestro entorno que sean mejores que las nuestras y estudiar cómo han conseguido su mejora para intentar hacerlo nosotros también” (p.413).

Se podría decir, en términos muy simples y llanos, que se trata de observar los avances de otros compañeros en sus empresas y contextos, para emular los métodos

puestos en marcha por ellos y que les han resultado eficaces alcanzado ratios mejores que las nuestras.

En la FIGURA 2.13. Se aprecia el análisis del benchmarking en referencia a distintos mercados

FIGURA 2.13
BENCHMARKING EN EL MANTENIMIENTO



Fuente: Gonzáles Fernández ,2017

2.2.25 Motor Diesel

Tecsup (2013) menciona:” El motor Diesel para vehículo, tal como se usa hoy en vehículos industriales o comerciantes y en coches de turismo se ha desarrollado partiendo del motor Diesel estacionario, de marcha lenta. Ha sido necesario para ellos disminuir notablemente las dimensiones y el peso. Simultáneamente hubo que elevar de modo importante el número de revoluciones (hasta unas 6000 l/min). La rápida sucesión de las combustiones que esto exigía se consiguió mediante una adecuada conformación de la cámara de combustión. Hoy se construyen cada vez más frecuentemente para vehículos industriales y comerciales motores Diesel con

inyección directa que si bien son por lo general algo más ruidosos conducen en cambio a un menor consumo de combustible y con ello a una mayor economía.

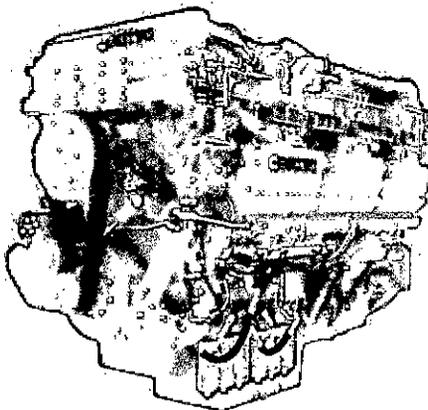
En los vehículos industriales se ha mejorado además últimamente la relación potencia a peso a 4.4 kw/t, con lo cual ha aumentado la cilindrada y el número de cilindro de los motores (los de 6 a 12 l de antes a 15 l y los de 6 cilindros a 8-12” (p.01).

2.2.26 Motor Cummins QSK78

Los motores QSK78 corresponden a motores de más alta potencia que Cummins fabrica. La potencia a la que pueden llegar es de 3500 HP y sus aplicaciones son diversas, desde aplicaciones marinas, grupo generador y construcción.

En la **FIGURA 2.14**. Se tiene al motor Cummins QSK78 diseñado para aplicación de gran minera.

FIGURA 2.14
MOTOR CUMMINS QSK 78



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/index.html>

Este motor QSK78 se desarrolló a partir del diseño de la serie QSK60. Se diseñó para cumplir con las presiones competitivas, regulaciones mundiales de emisiones y

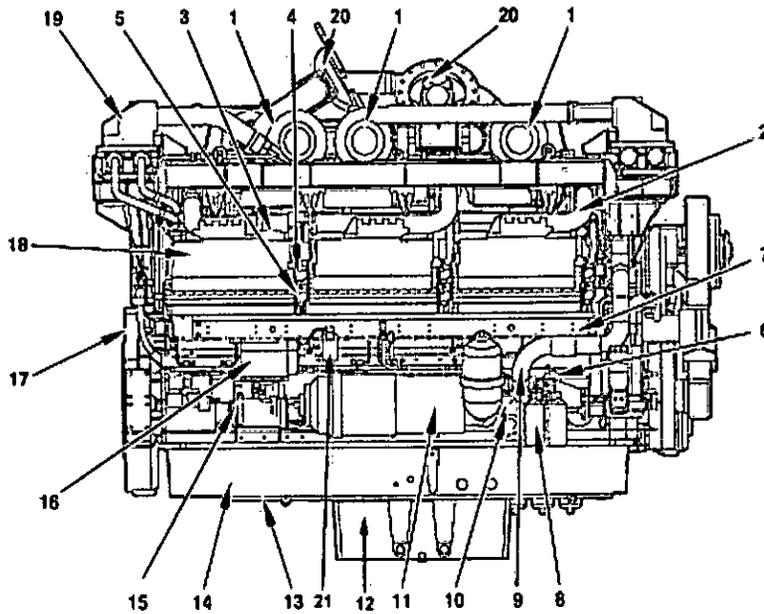
estándares corporativos presentes y futuros para desempeño, confiabilidad y durabilidad.

Vista Lateral Derecha del Motor Cummins QSK78

- | | |
|---|--|
| 1. Turbo cargadores de Baja Presión | 13. Placa del Adaptador del Carter de Aceite |
| 2. Conexiones de Paso de aire | 14. Adaptador del Carter de Aceite |
| 3. Cubierta de Balancines | 15. Sistema del Motor de Arranque Prelub |
| 4. Tubo de Salida de Agua del Post enfriador | 16. Módulo de Control Electrónico CENSE |
| 5. Tubo de Entrada de agua del Post enfriador | 17. Cubierta del Volante |
| 6. Bomba de Agua | 18. Ensamble de Post enfriador |
| 7. Múltiple del Combustible | 19. Ensamble de Interenfriador |
| 8. Filtro | 20. Brida de Salida de Escape |
| 9. Tubo | 21. Convertidor de Voltaje del Sensor de Temperatura de Escape |
| 10. conexión de Entrada del Agua | |
| 11. Filtro de Aceite Eliminator | |
| 12. Sumidero del Carter de Aceite | |

En la **FIGURA 2.15**. Se describen las partes de motor Cummins QSK78, vista lateral derecha.

FIGURA 2.15
MOTOR CUMMINS QSK78 VISTA LATERAL DERECHA



0000063

Fuente: <https://quickservice.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

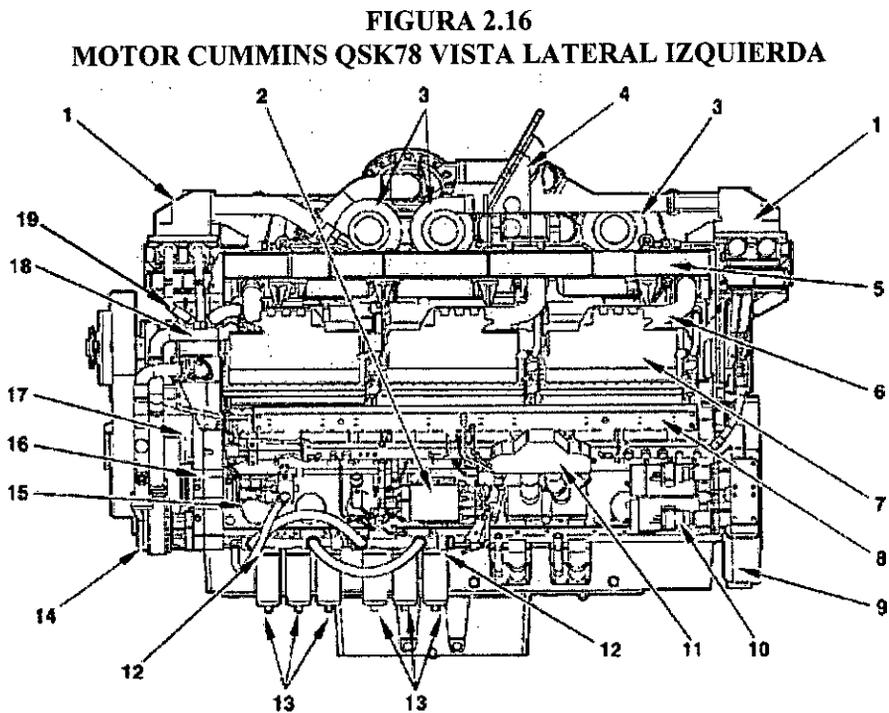
Vista Lateral Izquierda del Motor Cummins QSK78

- | | |
|--|--|
| 1. Ensamblados de Interenfriador | 10. Motor de Arranque |
| 2. Módulo de Control Electrónico (ECM) | 11. Ensamble de Respirador del Carter |
| 3. Turbos cargadores de Baja Presión | 12. Cabezales de Filtro de Combustible |
| 4. Brida de Salida de Escape | 13. Filtros de Combustible |
| 5. Bastidor de Dos Etapas | 14. Bomba de Agua LTA |
| 6. Conexión de Paso del Aire | 15. Bomba de Combustible |
| 7. Ensamblados de Post enfriador | 16. Carcasa de Engranajes Frontal |
| 8. Múltiple de Combustible | 17. Cubierta de Engranajes Frontal |
| 9. Cubierta del Volante | |

18. Bloque de Carcasa del

Termostato LTA

19. En la FIGURA 2.16. Se muestran las partes del motor Cummins QSK78, vista lateral izquierda.



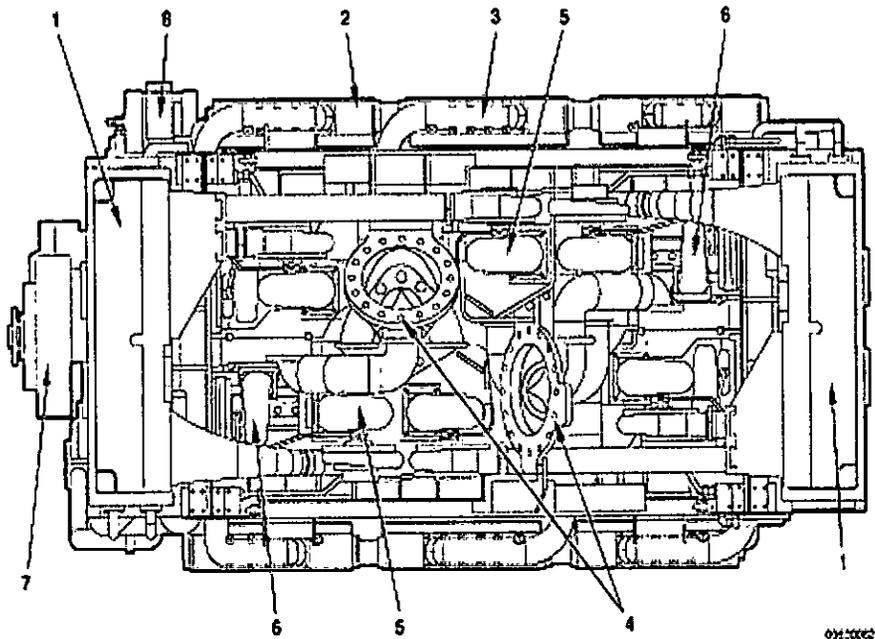
Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

Vista Superior del motor Cummins QSK78

1. Ensamblajes de Interenfriador
2. Ensamblajes de Post enfriador
3. Conexiones de Paso del Aire
4. Brida de Salida de Escape
5. Turbo cargadores de Baja Presión
6. Turbo cargadores de Alta Presión
7. Ensamble de Cubo del Ventilador

En la FIGURA 2.17. Se muestran las partes del motor Cummins QSK78, vista superior

FIGURA 2.17
VISTA SUPERIOR DEL MOTOR CUMMINS QSK78



Fuente: <https://quickservice.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

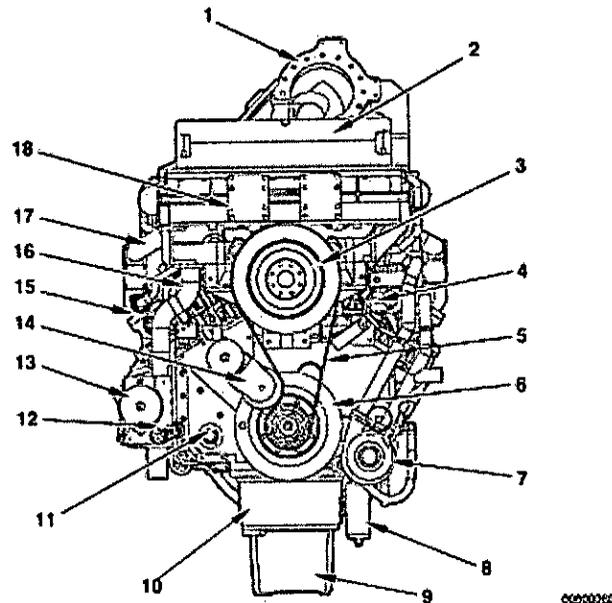
Vista Frontal del motor Cummins QSK78

- | | |
|--|---|
| 1. Brida de Salida de Escape | 8. Filtro de Combustible |
| 2. Ensamble de Interenfriador | 9. Sumidero del Carter de Aceite |
| 3. Ensamble de Cubo del Ventilador | 10. Adaptador del Carter de Aceite |
| 4. Bloque de Ensamble del Termostato LTA | 11. Cubierta de Engranajes Frontal |
| 5. Banda Impulsora | 12. Ensamble de Tensor de la Banda impulsora del Alternador |
| 6. Amortiguador de Vibración | |
| 7. Bomba de Agua LTA | |

13. Alternador
14. Ensamble de Tensor de la
Banda Impulsora
15. Ensamble de Post enfriador
16. Tubo de Derivación el
Refrigerante
17. Conexión de Paso del Aire
18. Placa de Alineación Frontal

En la **FIGURA 2.18**. Se muestran las partes de motor Cummins QSK78 vista frontal

FIGURA 2.18
VISTA FRONTAL DEL MOTOR CUMMINS QSK78



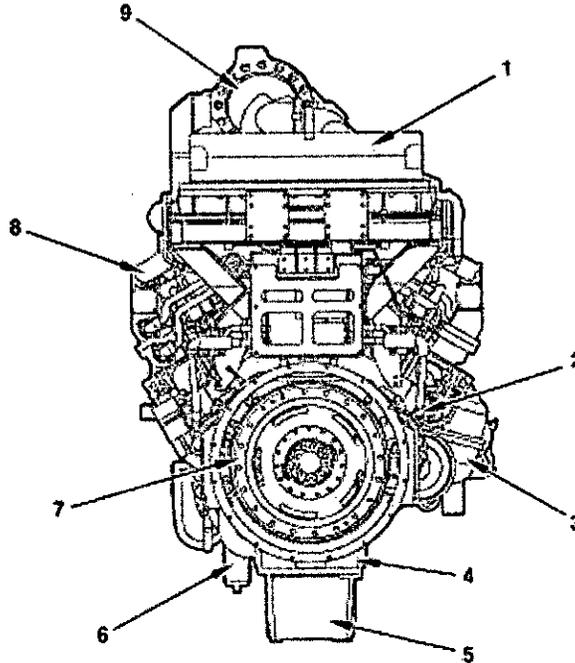
Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

Vista Trasera del motor Cummins QSK78

1. Ensamble de Interenfriador
2. Cubierta de Volante
3. Sistema de Filtración Eliminator de flujo Pleno/Derivación
4. Adaptador del Carter de Aceite
5. Sumidero del Carter de Aceite
6. Filtro de Combustible
7. Volante
8. Ensamble de Post enfriador
9. Brida de Salida de Escape

En la FIGURA 2.19. Se muestran las partes de los motores Cummins QSK78 vista trasera.

FIGURA 2.19
VISTA TRASERA DEL MOTOR CUMMINS QSK78



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

2.2.27 Sistemas de un motor Cummins QSK78 y sus funciones

Es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que actúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (Salida) información, energía o materia. Un sistema puede ser físico o concreto o puede ser abstracto o conceptual. Cada sistema existe dentro de otro sistema más grande, por lo tanto, un sistema puede estar formado por subsistemas y elementos.

- **Sistema de combustible**

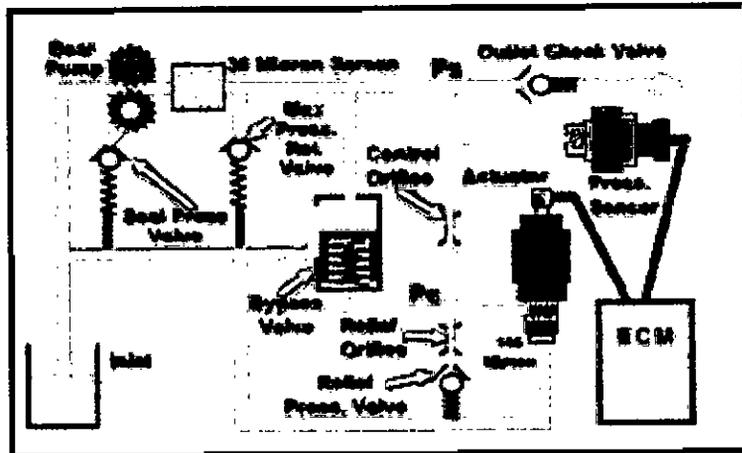
Conocido también como sistema de alimentación de combustible y tiene como función suministrar el combustible necesario para el funcionamiento del

motor. Este sistema está dividido en circuito de alta presión (encargado de impulsar el combustible a una presión determinada para ser introducidos en la cámara de combustión) y circuito de baja presión (que es el encargado de llevar el combustible desde el depósito en el que se encuentra almacenado hasta la bomba de inyección). Dicho sistema se encuentra compuesto por los siguientes elementos: depósito de combustible (tanque de combustible), bomba de alimentación, filtros de combustible, inyector bomba (en caso de vehículos de carga pesada), conductos y mangueras de ingreso y retorno de combustible.

El QSK78 tiene una bomba de combustible controlada electrónicamente que regula la presión de salida a valores específicos basados en una velocidad dada del motor. La bomba tiene un circuito regulador de derivación de combustible que es controlado por un actuador. El actuador recibe la orden del ECM basada en el sensor de presión de la bomba y el sensor de velocidad del motor.

En la **FIGURA 2.20**. Se describe el flujo del circuito de combustible de un motor Cummins QSK78 para aplicación minería.

FIGURA 2.20
CIRCUITO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE DE UN MOTOR QSK78



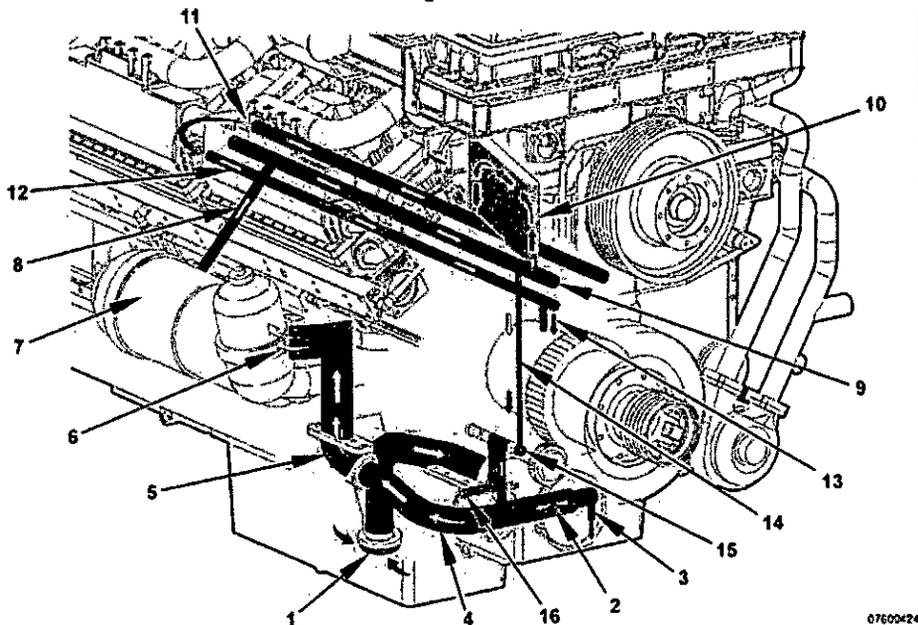
Fuente: <https://quickserv.cummins.com/qs3/portal/service/index.html>

- **Sistema de lubricación**

La función principal del sistema de lubricación es evitar el desgaste de las piezas ya sea en el motor, caja de cambios o diferenciales creando una capa de lubricante ya sea a través de presión generada por una bomba de aceite o por salpicado entre las piezas que se encuentran siempre rozando y en constante movimiento. Este sistema está compuesto por (1) Tubo de Succión de Aceite, (3) Válvula de Alivio de Alta Presión, (4) Tubo de transferencia de Aceite, (7) Filtro Eliminator, (9) Galería de Aceite, (10) Enfriador de Aceite, (12) Galería Principal de Aceite, (13) Suministro de Aceite a los cojinetes de Bancada, (14) Galería de Detección al Regulador de Presión y (15) Válvula Reguladora de Presión.

En la **FIGURA 2.21**. Se describe el flujo del sistema de lubricación del QSK78.

FIGURA 2.21
CIRCUITO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE UN MOTOR CUMMINS
QSK78



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

- **Sistema de refrigeración**

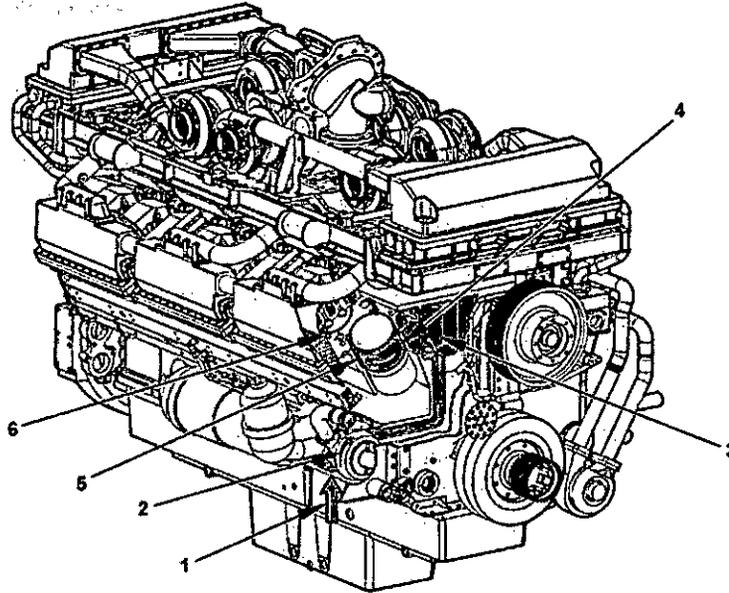
Este sistema cumple la función de eliminar el calor y mantener la temperatura dentro de los rangos seguros de operación tanto en exteriores e interiores para obtener un óptimo desempeño del motor o caja de cambios, regulando la temperatura ideal de los lubricantes y de demás líquidos para que no pierdan sus propiedades y así disminuir el desgaste de partes o piezas por calor, grietas, etc.

El motor QSK78 de Cummins requiere un rango mínimo del tapón de presión del sistema de enfriamiento de 76 kPa [11 psi]. Esto proporciona una presión positiva del refrigerante en la entrada de la bomba del agua.

El QSK78 incorpora dos sistemas de enfriamiento, cada sistema es impulsado por su propia bomba independiente.

En la **FIGURA 2.22**. Se describe el flujo del sistema de enfriamiento QSK78.

FIGURA 2.22
DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

- **Sistema de admisión de aire**

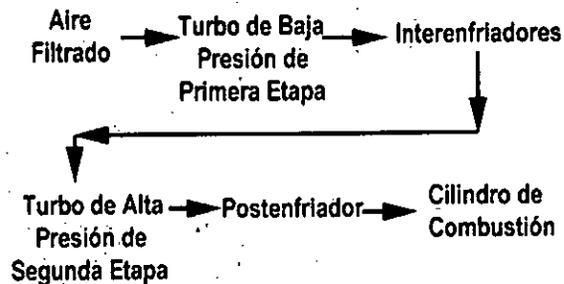
El sistema de admisión de aire del motor QSK78 de dos etapas utiliza 6 turbo cargadores para alta presión y 6 cargadores para baja presión.

El turbo cargador de alta presión opera con una carcasa de cojinetes del turbo cargador enfriada por agua, para prolongar la vida de los cojinetes y sellos del turbo cargador. La tubería para la carcasa de cojinetes está contenida dentro de la envuelta del motor y no requiere instalación o ajuste por parte del cliente. Sin embargo, la tubería de refrigerante del turbo cargador requiere purgarse en el llenado inicial del motor.

Turbo cargador de dos etapas: El turbo cargador de dos etapas proporciona capacidad mejorada de altitud, economía de combustible mejorada, incrementa la durabilidad y mejora del desempeño total.

El aire de admisión filtrado fluye dentro del turbo cargador de baja presión de primera etapa, luego a través de los inter enfriadores y dentro del turbo cargador de alta presión de segunda etapa. Del turbo cargador de alta presión de segunda etapa, el aire fluye hacia el post enfriador y luego hacia los cilindros de combustión. En la FIGURA 2.23. Se aprecia el proceso de admisión del motor

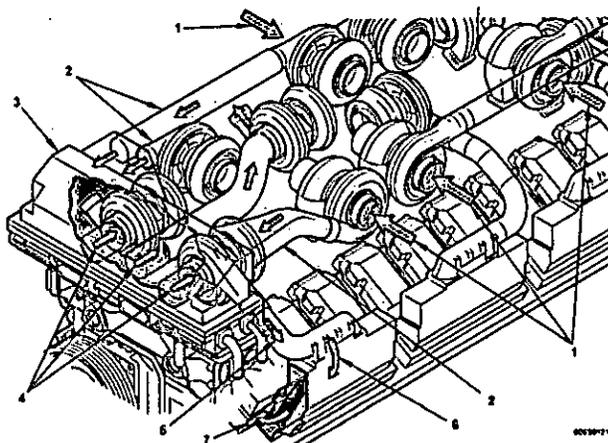
FIGURA 2.23
DIAGRAMA DEL PROCESO DEL SISTEMA DE ADMISION DE AIRE



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/>

En la FIGURA 2.24. Se muestra el flujo de admisión de aire de un QSK78.

FIGURA 2.24
DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE ADMISION DE AIRE



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

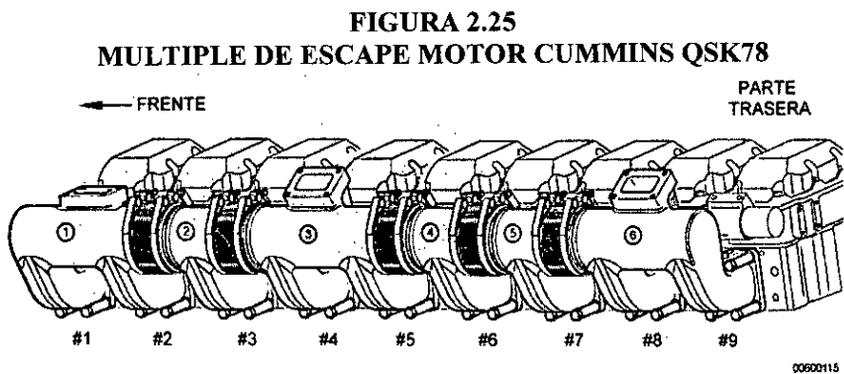
- **Sistema de escape**

Los múltiples de escape del QSK78 se han diseñado aerodinámicamente para reducir pérdidas de bombeo y acrecentar el flujo pulsante. En adición se ha mejorado la conexión del múltiple para permitir la expansión térmica. Se han agregado conexiones de fuelle de acero inoxidable a numerosos puntos en los sistemas del QSK78. Estas conexiones premium minimizarán la posibilidad de un múltiple de escape agrietado debido a expansión térmica.

Los múltiples de escape tienen conexiones de fuelle de acero inoxidable para acomodar la expansión térmica. Estas conexiones premium, en combinación con el material premium del múltiple de escape, minimizan la posibilidad de agrietamiento del múltiple de escape y de fuga de la unión. El motor QSK78 tiene conexiones de fuelle de acero inoxidable en numerosos puntos en todo el sistema de escape. Estos fuelles no son direccionales.

Los fuelles no deben comprimirse durante la remoción o instalación, o la vida del fuelle se reducirá significativamente.

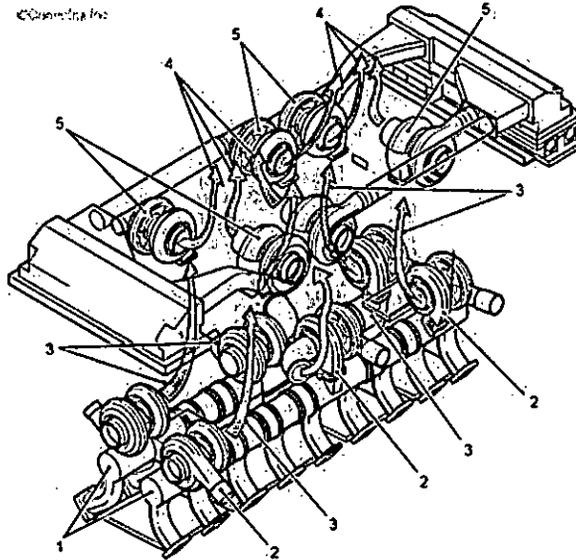
En la **FIGURA 2.25**. Se puede apreciar los múltiples de escape de un QSK78.



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

En la FIGURA 2.26. Se aprecia el diagrama de flujo del sistema de escape de un QSK78.

FIGURA 2.26
DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE ESCAPE



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

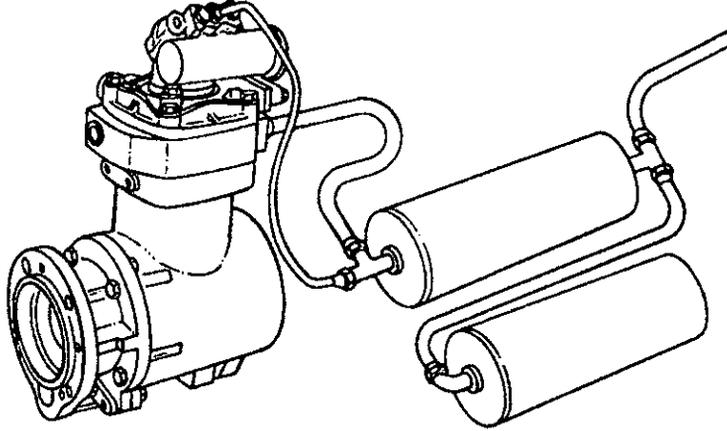
- **Sistema de aire comprimido**

El sistema de aire comprimido consiste normalmente de un compresor de aire impulsado por un engrane, un gobernador de aire, tanques de aire y toda la tubería necesaria.

Los compresores de aire de un cilindro y dos cilindros, son compresores tipo pistón impulsados por el motor, que suministran aire comprimido para operar dispositivos activados por aire. El compresor funciona continuamente, pero tiene un modo de operación de cargado y descargado.

En la FIGURA 2.27. Se aprecia el tipo de compresor que tiene el QSK78.

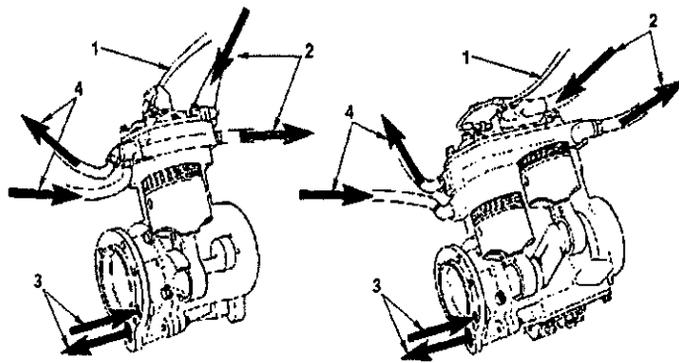
FIGURA 2.27
COMPRESOR DE AIRE MOTOR CUMMINS QSK78



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

En la **FIGURA 2.28**. Se puede apreciar los flujos de entrada y salida del compresor de aire de un motor modelo QSK78 para aplicación minería.

FIGURA 2.28
DIAGRAMA DE FLUJO DE SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

- **Sistema eléctrico**

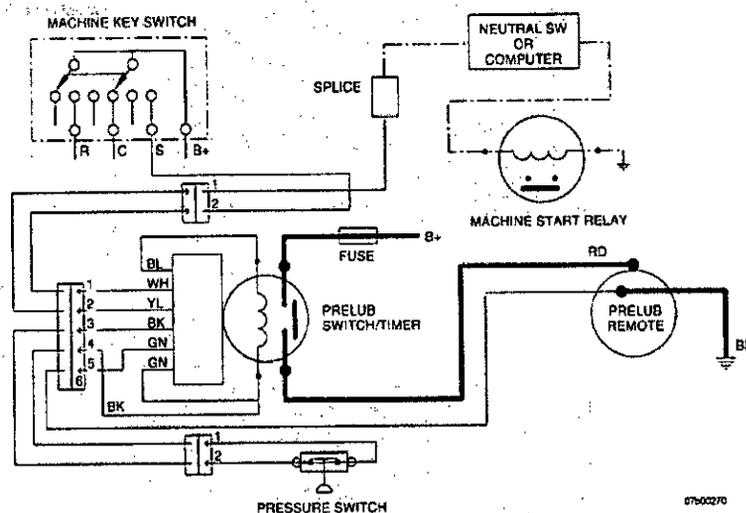
El sistema Prelub de Cummins se instala como equipo estándar en todos los motores QSK78.

El sistema Prelub de Cummins es activado por el interruptor de llave del vehículo o por el botón del motor de arranque. Girando y sosteniendo la llave en la posición START se envía corriente al temporizador del solenoide de pre lubricación, lo cual permite corriente al motor de pre lubricación y luego pre lubrica al motor .Este temporizador del solenoide impide flujo de corriente al solenoide del motor de arranque convencional hasta que se alcance presión del aceite lubricante en la galería del aceite del árbol de levas .Después de un retardo subsiguiente de 2 a 3 segundos la corriente es luego dirigida hacia el motor de arranque del vehículo el cual da marcha al motor .

El giro de arranque del motor es efectuado con suficiente lubricación para proteger los cojinetes del motor y a otros componentes.

En la FIGURA 2.29. Se muestra el diagrama electrico del QSK78.

FIGURA 2.29
DIAGRAMA DEL ARRANQUE DE MOTOR CUMMINS QSK78



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

2.2.28 Componentes de un motor Cummins QSK78 y sus funciones

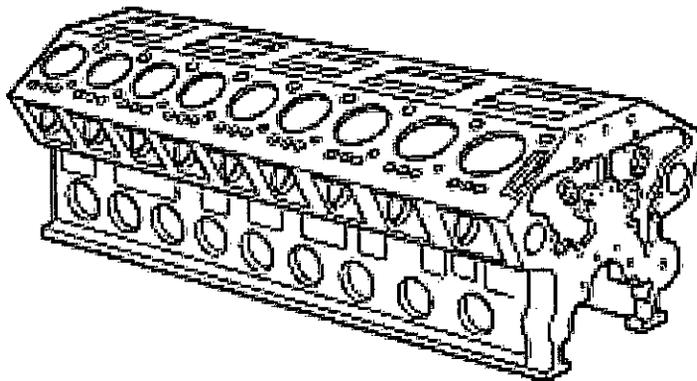
- **Block de cilindro**

El block de cilindros QSK78 es un diseño robusto que está hecho de fundición de hierro de una pieza. Tiene un diseño sólido y durable para absorber fuerzas internas y para permitir montaje resiliente.

El diámetro del QSK78 es de 170 mm y la carrera es 190 mm. El ángulo entre los dos bancos es 60 grados. Lleva una serie de aberturas o alojamientos donde se insertan los cilindros, varillas de empuje del mecanismo de válvulas, conductos del refrigerante, los ejes de levas, apoyos de los cojinetes de bancada y en la parte superior lleva unos taladros donde se sujeta el conjunto de culata.

En la FIGURA 2.30. Se muestra el bloque de cilindros de un motor Cummins QSK78.

FIGURA 2.30
BLOQUE DE UN MOTOR CUMMINS QSK78



Q1500707

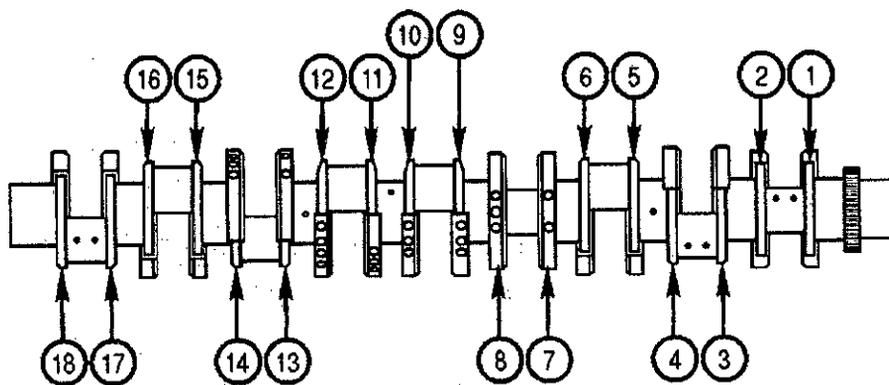
Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

- **Cigüeñal**

El cigüeñal está hecho de acero forjado de gran resistencia a la tracción con contrapesos atornillados. Componente mecánico que cambia el movimiento alternativo en movimiento rotativo. Esta montado en el bloque en los cojinetes principales los cuales están lubricados. Se puede considerar como una serie de pequeñas manivelas, una por cada pistón. El radio del cigüeñal determina la distancia que la biela y el pistón puede moverse. Dos veces este radio es la carrera del pistón.

En la **FIGURA 2.31**. Se muestra el cigüeñal de un motor Cummins QSK78 aplicación minería.

FIGURA 2.31
CIGÜEÑAL DE UN MOTOR CUMMINS QSK78



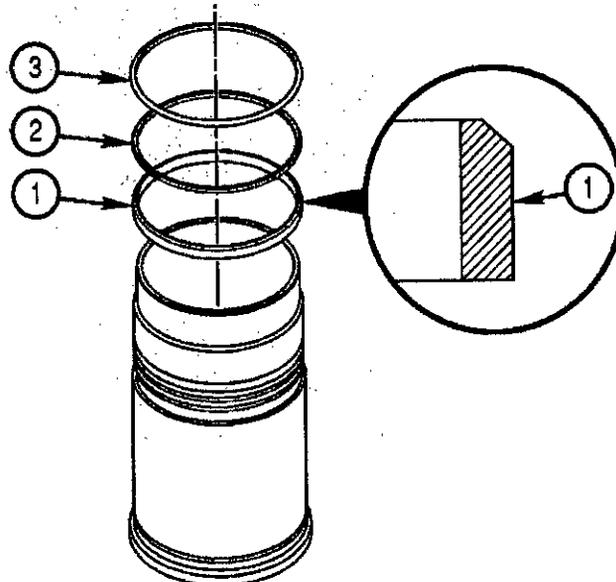
Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

- **Camisa de cilindro**

El QSK78 usa camisas de cilindro a presión desmontables [barreno de 170 mm] la cual incorporan un diseño de camisa de tope superior. El diseño de tope superior incorpora bruñido especial para control de aceite y desgaste

relacionado con el anillo de pistón. Proporciona también enfriamiento mejorado del anillo superior, resistencia mejorada a cavitación de la camisa y mejoras a las uniones de fijación de la cabeza de cilindros debido a esfuerzo de flexión más bajo. No hay anillo de sello de latón, en su lugar se aplica sellador líquido. En la **FIGURA 2.32** Se muestra la camisa de cilindro de un motor Cummins QSK78.

FIGURA 2.32
CAMISA DE CILINDRO DE UN MOTOR QSK78

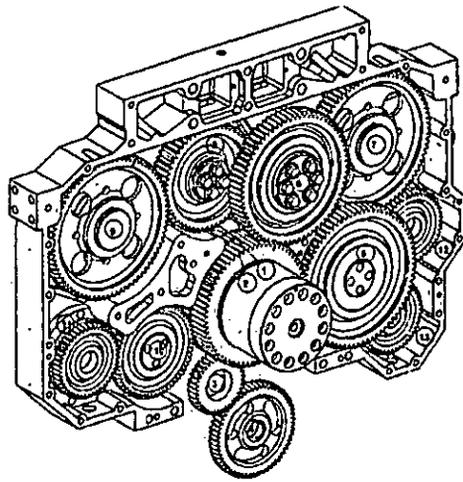


Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/>

- **Engranajes de distribución**

Conduce los accesorios y mantienen la rotación del cigüeñal, árbol de levas, eje de leva de la bomba de inyección ejes compensadores en la relación correcta de desmultiplicación. En la **FIGURA 2.33** se aprecian los engranajes de dist.

FIGURA 2.33
ENGRANAJES DE DISTRIBUCIÓN DE UN MOTOR CUMMINS QSK78



Item Number	Gear Description
1	Crankshaft (rear)
2	Crankshaft (front)
3	Lube Pump Idler
4	Lube Pump Drive
5	Accessory Comp Idler
6	Cam Comp Idler
7	Left Bank Cam
8	Right Bank Cam Idler
9	Right Bank Cam
10	Water Pump Idler
11	Water Pump Drive
12	Fuel Pump Drive
13	LTA Pump Drive

Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>

- **Pistón**

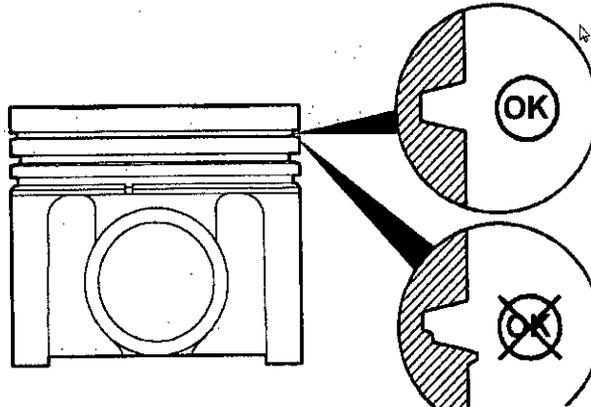
El motor QSK78 presenta un pistón de hierro dúctil fundido de una pieza. El diseño del pistón optimiza eficiencia y durabilidad.

El segmento superior es el de compresión, diseñado para evitar fugas de gases.

El segmento inferior es el de engrase y está diseñado para limpiar las paredes del cilindro de aceite cuando el pistón realiza su carrera descendente.

Cualquier otro segmento puede ser de compresión o de engrase, dependiendo del diseño del fabricante. Llevan en su centro un bulón que sirve de unión entre el pistón y la biela. En la **FIGURA 2.34**. Se muestran los pistones de un QSK78.

FIGURA 2.34
PISTONES DE UN MOTOR CUMMINS QSK78



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/8/>

- **Árbol de levas**

Cuyo dispositivo hace girar la válvula unos cuantos grados cada vez que ésta se abre. Tiene por objeto alargar la vida de la válvula haciendo que su desgaste sea más uniforme y reduciendo la acumulación de suciedad en la cara de la válvula y el asiento y entre el vástago y la guía. En la **FIGURA 2.35**. Se registra el árbol de levas de un motor Cummins.

FIGURA 2.35
ÁRBOL DE LEVAS DE UN MOTOR CUMMINS QSK78



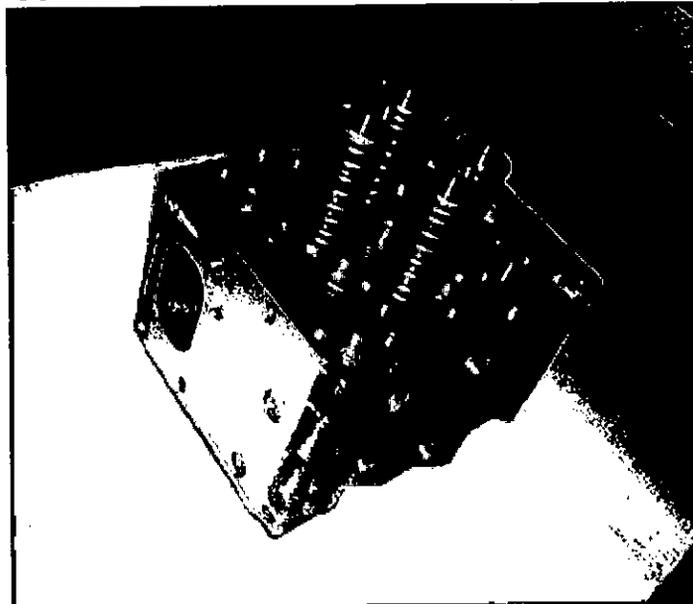
Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/>

- **Culatas**

La cabeza de cilindros está construida de hierro gris fundido. El diseño presenta dos válvulas de admisión y dos de escape por cilindro. La cabeza incorpora camisas de enfriamiento eficientes para enfriamiento mejorado de la cara de combustión cargada térmicamente.

La cabeza de cilindros se fija al block de cilindros usando siete tornillos métricos alrededor del cilindro, más dos tornillos métricos más pequeños para las cavidades de la varilla de empuje. Se usa el método de torque-giro para apretar los siete tornillos del cilindro. Se usa el método de torque directo para apretar los tornillos más pequeños de la cavidad de varilla de empuje. En la **FIGURA 2.36** se aprecia el tipo de culata que lleva el motor Cummins QSK78.

FIGURA 2.36
CULATA DE UN MOTOR CUMMINS QSK78

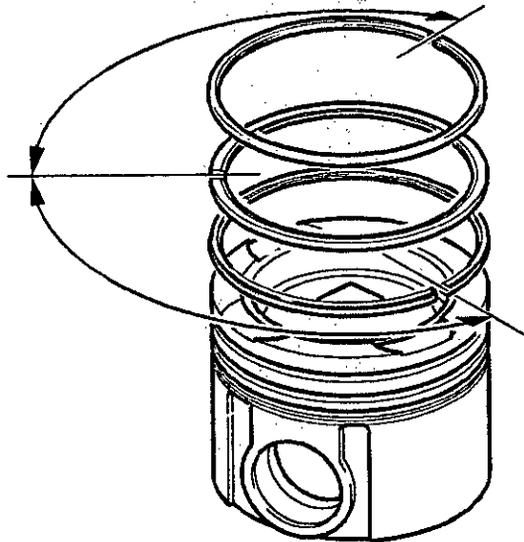


Fuente: Curso Familiarización Cummins QSK78

- **Anillos de pistón**

Son piezas circulares metálicas, autos tensados, que se montan en las ranuras de los pistones para servir de cierre hermético móvil entre la cámara de combustión y el cárter del cigüeñal. Dicho cierre lo hacen entre las paredes de las camisas y los pistones, de forma que los conjuntos de pistón y biela conviertan la expansión de los gases de combustión en trabajo útil para hacer girar el cigüeñal. El pistón no toca las paredes de los cilindros. En la **FIGURA 2.37** Se muestran los anillos de pistón de un motor Cummins QSK78.

FIGURA 2.37
ANILLOS DE PISTÓN DE UN MOTOR CUMMINS QSK78



01b00221

Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4>

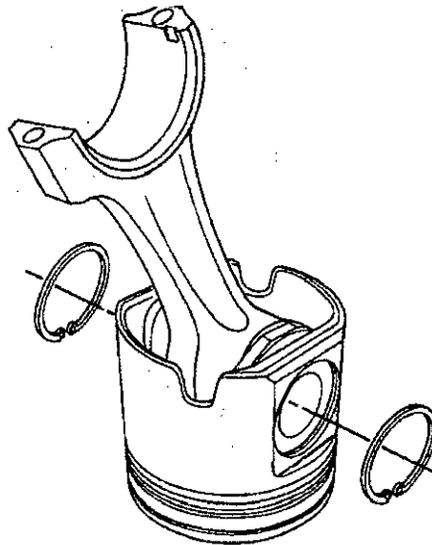
- **Biela**

Las bielas son las que conectan el pistón y el cigüeñal, transmitiendo la fuerza de uno al otro. Tienen dos casquillos para poder girar libremente alrededor del cigüeñal y del bulón que las conecta al pistón. La biela debe absorber las fuerzas dinámicas necesarias para poner el pistón en movimiento y pararlo al

principio y final de cada carrera. Asimismo, la biela transmite la fuerza generada en la carrera de explosión al cigüeñal.

En la **FIGURA 2.38**. Se muestra la biela de un motor Cummins QSK78 para aplicación minería.

FIGURA 2.38
BIELA DE UN MOTOR CUMMINS QSK78



pi2rrma

Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es49/>

- **Metales de biela y bancada**

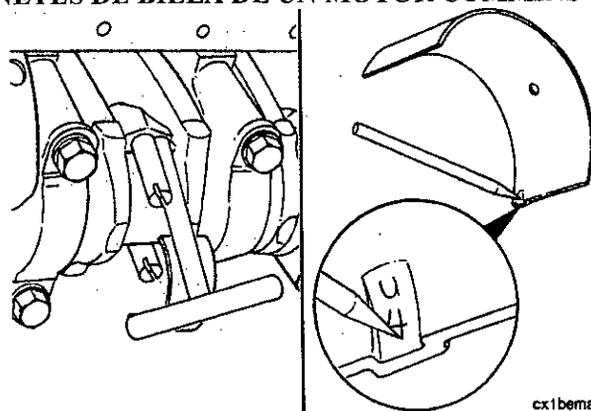
Se puede definir como un apoyo para una muñequilla. Debe ser lo suficientemente robusto para resistir los esfuerzos a que estará sometido en la carrera de explosión. Los cojinetes de bancada van lubricados a presión y llevan un orificio en su mitad superior, por el que se efectúa el suministro de aceite procedente de un conducto de lubricación del bloque.

Lleva una ranura que sirve para repartir el aceite mejor y más rápidamente por la superficie de trabajo del cojinete. También llevan unas lengüetas que encajan en las ranuras correspondientes del bloque las tapas de los cojinetes.

Dichas lengüetas alinean los cojinetes e impiden que se corran hacia adelante o hacia atrás por efectos de las fuerzas de empuje creadas. La mitad inferior correspondiente a la tapa es lisa.

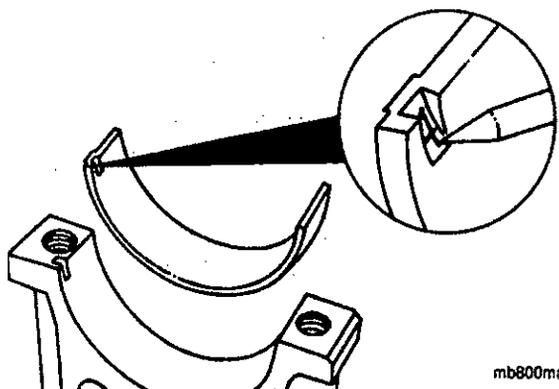
Además de los de bancada, todos los motores llevan un cojinete de empuje que evita el juego axial en los extremos del cigüeñal. En la **FIGURA 2.39**, **FIGURA 2.40** y **FIGURA 2.41** se muestran los cojinetes de biela, bancada y axiales de un motor Cummins QSK78.

FIGURA 2.39
COJINETES DE BIELA DE UN MOTOR CUMMINS QSK78



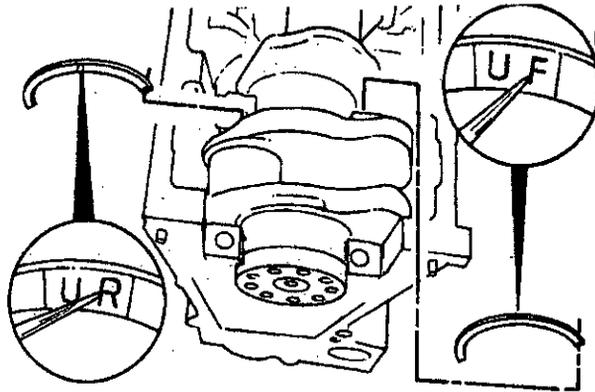
Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/>

FIGURA 2.40
COJINETES DE BANCADA DE UN MOTOR CUMMINS QSK78



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/>

FIGURA 2.41
COJINETES AXIALES DE UN MOTOR CUMMINS QSK78



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/>

2.3 Definición de términos básicos

Este glosario ha sido extraído del libro. El mantenimiento en España, publicado en el año 2000 por la Asociación Española de Mantenimiento, con modificaciones incorporadas para la presente tesis.

Activo físico: Conjunto de ítems de carácter permanente que una empresa o entidad utiliza como medio de explotación y que normalmente forma parte del inventario.

Avería: Cese de la capacidad de un ítem para realizar su función específica. Equivale al término Fallo. Salida del rango de aceptabilidad.

Bañera, curva de la: Representación gráfica característica que relaciona la Tasa de Fallos de un ítem con su tiempo de Operación. Utilizable para elementos sujetos a degradaciones o deterioros con el tiempo. Tiene tres zonas: mortalidad infantil, vida útil y degradación.

Backlog: Periodo de tiempo necesario para que un grupo de mantenimiento ejecute todas las actividades pendientes, suponiendo que durante ese tiempo ningún servicio nuevo va a ser solicitado a ese grupo.

Ciclo de vida: Tiempo durante el cual un ítem conserva su capacidad de utilización. El periodo abarca desde su adquisición hasta que es sustituto o es objeto de restauración/rehabilitación, normalmente mediante una acción inversora.

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

Conjunto: Unidad funcional que forma parte de un ítem y está formada a su vez por componentes (motor, turbina...).

Corrosión: Destrucción de un material, usualmente un metal, o de sus propiedades, a causa de la reacción física, química o bacteriológica con un medio.

Defecto: Eventos en los equipos que no impiden su funcionamiento, todavía pueden a corto o largo plazo, provocar su indisponibilidad.

Disponibilidad: Capacidad de un ítem para desarrollar su función en un determinado momento, o durante un determinado periodo de tiempo, en unas condiciones y con un rendimiento definido. Puede expresarse como la probabilidad de que un ítem pueda encontrarse disponible para su utilización en un determinado momento o durante un determinado periodo de tiempo.

Endoscopio: Equipo de inspección que permite la visión de las superficies internas de cavidades y de zonas no accesibles, mediante un sistema óptico de transmisión.

Equipo: Conjunto de componentes interconectados, con los que se realiza materialmente una actividad de una instalación.

Especificación de trabajo: Documento que describe la forma en que debe efectuarse un determinado trabajo. Puede definir los materiales, útiles, herramientas, condiciones y equipo de seguridad.

Falla: Finalización de la habilidad de un ítem para desempeñar una función requerida.

Fallo, árbol de: Sistema lógico secuencial de acontecimientos utilizado para el análisis de fiabilidad de un ítem.

Fallos, tiempo medio entre (TMEF; mean time between failures, MTBF): Tiempo medio entre averías sucesivas de un ítem reparable. Se representa como TMEF y es inverso de la tasa de fallos.

Ficha histórica: Registro de incidencias, revisiones preventivas, averías, reparaciones, reformas y actuaciones en general que conciernen a un determinado ítem. Equivale al termino historial.

Flota: Grupo de equipos móviles de igual tipo y a los que son aplicables las mismas consideraciones sobre su mantenimiento (flota de autobuses, aviones, trenes, etc.).

Fuga: Salida incontrolada de un gas o de un líquido que debería ser estanco.

Gestión de mantenimiento: Actuaciones con las que la dirección de una organización de mantenimiento sigue una política determinada.

Historial: Registro de las indicaciones, revisiones preventivas, averías, reparaciones, reformas y actuaciones en general que conciernen a un determinado ítem. Equivale al término ficha histórica.

Índice: Proporción o coeficiente que establece la relación entre dos magnitudes ligadas entre sí. A veces se utiliza como valor absoluto comparativo.

Inspección: Servicios de Mantenimiento Preventivo, caracterizado por la alta frecuencia (baja periodicidad) y corta duración, normalmente efectuada utilizando instrumentos simples de medición (termómetros, tacómetros, voltímetros, etc.) o los sentidos humanos y sin provocar indisponibilidad.

Ítem: Término general para indicar un equipo, obra o instalación.

Limpieza: Eliminación o reducción de suciedad, escorias, material de desecho o incrustación para que un ítem trabaje en las mejores condiciones de utilización y óptimo desempeño.

Lubricación: Servicios de Mantenimiento Preventivo, donde se realizan adiciones, cambios, complementaciones, exámenes y análisis de los lubricantes.

Mantenimiento: Acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada.

Mantenimiento correctivo: Servicios de reparación en ítems con falla.

Mantenibilidad: Factibilidad de un ítem en ser mantenido o recolocado en condiciones de ejecutar sus funciones requeridas.

Mantenimiento, manual de: Recopilación de la información, datos y recomendaciones necesarias para el correcto mantenimiento de un ítem.

Mantenimiento, plan de: Relación detallada de las actuaciones de mantenimiento que requiere un ítem y de los intervalos con que deben efectuarse.

Mantenimiento basado en la confiabilidad (MBF; reliability centered maintenance, RCM): Tecnología usada para determinar el mantenimiento idóneo de las máquinas y equipos en su contexto operacional, buscando una mayor confiabilidad operativa, partiendo del análisis de los posibles fallos, sus modos de fallos y sus repercusiones.

Mantenimiento Predictivo: Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio.

Mantenimiento Preventivo: Servicios de inspección, control, conservación y restauración de un ítem con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar fallas.

Mantenimiento preventivo sistemático: Servicios de Mantenimiento Preventivo, donde cada equipo para después de un periodo de funcionamiento, para que sean hechas mediciones, ajustes y si es necesario, cambio de piezas en función de un programa preestablecido a partir de la experiencia operativa, recomendaciones de los fabricantes.

Mantenimiento preventivo periódico: Lo mismo que Mantenimiento Preventivo Sistemático.

Mantenimiento preventivo por estado: Mantenimiento efectuado a partir de la condición de funcionamiento del equipamiento.

Mantenimiento preventivo por tiempo: Mantenimiento efectuado a partir de un programa preestablecido.

mantenimiento previsorio: Lo mismo que mantenimiento predictivo.

Mantenimiento de rutina: Lo mismo que inspección.

Mantenimiento selectivo: Servicios de cambio de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, de acuerdo con recomendaciones de fabricantes o entidades de investigación.

Monitoring, condition: Comprobación del estado real de un ítem mediante control sistemático periódico o continuo de un parámetro significativo. Se traduce por control según condición o control según estado.

Mortalidad infantil: Equivale al termino problemas infantiles.

Nuevas instalaciones: Instalaciones de nuevos equipos para ampliación de la producción, modificaciones en equipos para mejorar su desempeño o facilitar el mantenimiento, sustitución de equipos antiguos por otros más modernos las pruebas de aceptación de nuevos equipos.

Orden de trabajo: Instrucción escrita que define el trabajo que debe llevarse a cabo por la organización de Mantenimiento.

Organigrama: Representación gráfica de una estructura funcional o jerárquica.

Parada general: Lo mismo que reparación General.

Parada programada: Parada debida a la interrupción programada de operación de un ítem.

Parada no programada: Parada debida a la interrupción no programada de operación de un ítem.

Picaduras: Corrosión muy localizada que ocasiona una penetración profunda en varios puntos de la superficie expuesta.

Pieza: Cada una de las partes de un conjunto o de un todo (en este caso equipo).

Prioridad de emergencia: Mantenimiento que debe ser hecho inmediatamente después de detectada su necesidad.

Prioridad de urgencia: Mantenimiento que debe ser realizado a la brevedad posible, de preferencia sin pasar las 24 horas después de detectar su necesidad.

Prioridad normal: Mantenimiento que puede ser postergado por algunos días.

Reparación mayor: Servicio de mantenimiento de los equipos de gran porte, que interrumpen la producción.

Revisión de garantía: Examen de los componentes de los equipos antes del término de sus garantías, tratando de verificar sus condiciones en relación a las exigencias contractuales.

Reparación General: Revisión minuciosa y en su caso, reparaciones extensas de un ítem o parte importante del mismo para que recupere su condición admisible de utilización.

Repuesto: Pieza, componente, conjunto, equipo o maquina perteneciente a un ítem de orden superior que sea susceptible de sustitución por rotura, desgaste o consumo. Equivale al termino recambio.

Revisión general: Lo mismo que Reparación general.

Servicio de Apoyo: Servicios hechos por el personal de mantenimiento tratando de mejorarlas condiciones de seguridad, mejorar las condiciones de trabajo, atender a otros sectores no ligados a la producción.

Sistema operacional: Conjunto de equipos necesarios para realizar una función de una instalación.

Stock: Cantidad de ítems almacenados en previsión de ser utilizados cuando se requieran para trabajos de mantenimiento o como repuestos.

Tasa de fallos: Número de averías de un ítem por unidad de tiempo. Es inverso al tiempo medio entre fallos (TMEF).

Tribología: Estudio de la fricción asociada a la lubricación.

Unidad de producción: Planta, Fabrica, Usina o cualquier unidad fabril de una empresa donde son producidos o generados sus productos o servicios.

CAPITULO III

VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Variables de la investigación

A continuación, se describen las variables para el diseño de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para los motores QSK78 de la minera Antamina.

3.1.1 Variable independiente

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

3.1.2 Variable dependiente

Plan de mantenimiento

3.2 Operacionalización de variables

En la **TABLA 3.1** se puede describe las variables, dimensiones e hipótesis:

TABLA 3.1
OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente: Mantenimiento basado en la confiabilidad	-Tareas cíclicas de reacondicionamiento -Tareas a condición -Tareas “a falta de”	-Pruebas de compresión desgaste -Equipo de monitoreo a tiempo real. -Análisis de aceite -Entrenamiento en el desmontaje del eje de levas.
Variable dependiente: Plan de mantenimiento	Indicadores de mantenimiento	-Disponibilidad Mecánica. -Tiempo medio entre reparaciones (MTTR). -Tiempo medio entre falla (MTBF).

Fuente: Elaboración propia

3.3 Hipótesis generales y específicas

3.3.1 Hipótesis general

“Se diseñará un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad en motores Cummins QSK78 pertenecientes a la minera ANTAMINA”.

3.3.2 Hipótesis específicas:

- Mediante el análisis de criticidad se podrá identificar el sistema del motor Cummins QSK78 que tiene mayor incidencia de fallas.
- Elaborando el Análisis de Modo y efecto de falla (AMEF) se identificarán las fallas funcionales, modos y efectos de falla del sistema del motor Cummins QSK78 con mayor criticidad.

CAPITULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

La presente Tesis es una investigación tipo tecnológico y nivel aplicada.

Tipo tecnológico: Mediante el análisis de datos estadísticos de las fallas de los motores, se diseñará un nuevo plan de mantenimiento basado en la confiabilidad. Espinoza (2014) menciona: “La investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento para solucionar los diferentes problemas que beneficien a la sociedad “(p.90).

Nivel aplicada: Se buscará diseñar una nueva filosofía de mantenimiento que permita elevar la disponibilidad de la flota de motores QSK78 en la minera Antamina.

Espinoza (2014) menciona: “La investigación aplicada tiene como propósito aplicar los resultados de la investigación experimental para diseñar tecnologías de aplicación inmediata en la solución de los problemas de la sociedad, buscando eficiencia y productividad” (p.91).

En la **TABLA 4.1** se describen los tipos y niveles de investigación

TABLA 4.1
TIPOS Y NIVELES DE INVESTIGACION

Tipo de investigación	Nivel de investigación
Investigación básica	Inv. Descriptiva
	Inv. Explicativa
Investigación tecnológica	Inv. Experimental
	Inv. Aplicada

Fuente: Espinoza Ciro (2014)

4.2 Método y diseño de investigación

La tesis presenta un método de investigación descriptiva y un diseño descriptivo simple.

Método de investigación descriptiva: En los reportes de operaciones analizados periodo de tiempo determinado se encontró un alto índice de paradas imprevistas el cual se desea aplicar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para poder mitigar y/o eliminar las fallas ocurridas en la operación mediante nuevas tareas de mantenimiento.

Espinoza (2014) manifiesta: “La investigación descriptiva tiene como propósito describir los objetos tal como están funcionando u ocurriendo. El investigador no debe influir en el funcionamiento del objeto de investigación” (p.76).

Diseño de investigación descriptivo simple: Se extrae una muestra de la flota de motores Cummins modelo QSK78 y se analiza los distintos modos de falla para poder realizar un plan mantenimiento basado en la confiabilidad.

Diagrama descriptivo simple para el diseño del mantenimiento basado en la confiabilidad en los motores QSK78 ubicados en la minera Antamina.

$$M_1 \rightarrow O_1$$

Donde:

M_1 : Reportes diarios de los motores Cummins modelo QSK78.

O_1 : Observación de las muestras en los reportes diarios para diseñar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad.

Espinoza (2014) expone: “El diseño descriptivo simple busca recoger información actualizada sobre el objeto de investigación. Sirve para estudios de diagnóstico descriptivo, caracterizaciones, perfiles, etc.

Diagrama:

$$M \rightarrow O$$

Donde:

M: Muestra u objeto en que se realizara el estudio

O: Observación de la muestra

No podemos suponer las influencias de algunas variables, Nos limitamos a recoger información de la situación actual” (p.93).

En la **TABLA 4.2** se realizó un esquema describiendo el tipo, nivel, método y diseño de la investigación.

TABLA 4.2
ESQUEMA DEL DISEÑO DE LA DE INVESTIGACION

Tipo de investigación	Nivel de investigación	Método de investigación	Diseño de la investigación
Investigación tecnológica: Mediante el análisis de datos estadísticos de las fallas de los motores, se diseñará un nuevo plan de mantenimiento basado en la confiabilidad.	Investigación aplicada: Se buscará diseñar una nueva filosofía de mantenimiento que permita mitigar las paradas de motor.	Investigación descriptiva: En los reportes de operaciones extraídos de una muestra de motores Cummins Modelo QSK78 en la minera Antamina durante un periodo determinado se encontró un alto índice de paradas imprevistas el cual se desea aplicar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para poder mitigar y/o eliminar las fallas ocurridas en la operación mediante nuevas tareas de mantenimiento.	Descriptivo simple: M_1→O_1 Donde: M_1: Reportes diarios de los motores Cummins QSK78. O_1: Observación de las muestras en los reportes diarios para diseñar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

Para efectos de los objetivos propuestos en esta investigación, constituyen una población finita representada por 51 motores Cummins modelo QSK78 pertenecientes a la flota de camiones de acarreo o transporte KOMATSU 930 E.

La flota de motores se encuentra operando en San Marcos, en la región de Ancash en el Perú aproximadamente a 4 km de la ciudad de San Marcos y 200 Km de la ciudad de Huaraz y a una altitud promedio de 4300 metros sobre el nivel del mar.

Los motores son propiedad de la compañía Antamina cuya función es el traslado de mineral. Todos ellos constituyen la población o universo de estudio para la investigación planteada, para la cual se generalizan los resultados.

Partidas (2015), manifiesta: Universo o población constituye la totalidad de un grupo de elementos u objetos que se requiere investigar, es el conjunto de todos los casos que concuerdan con lo que se pretende investigar” (p.89).

4.3.2 Muestra

Por las características que reviste este estudio y a partir del universo seleccionado, se consideró usar el método no probabilístico tomando como muestra el 27% equivalente a 14 motores Cummins QSK78 de la población total.

Partidas (2015), enuncio: “Muestra no Probabilística, es una muestra donde la selección de elementos depende del criterio del investigador. Sus resultados son generalizables a la muestra en sí. No son generalizables a una población” (p. 90).

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

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.

4.4.1 Técnicas de recolección de Datos

Espinoza (2014), menciona: “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” (p.110).

Se utilizó la técnica documental conformado por:

- Reporte de disponibilidad mecánica mensual de los motores Cummins QSK78 tomados desde el 01 de agosto del 2016 al 01 de mayo del 2017.
- Registro mensual del tiempo medio entre fallas de los motores Cummins QSK78 analizados desde el 01 de agosto del 2016 al 01 de mayo del 2017.

- Registro mensual del tiempo medio para reparar en los motores Cummins QSK78 considerando desde el 01 de agosto del 2016 al 01 de mayo del 2017.

En la **TABLA 4.3** se describe la disponibilidad mecánica de los motores que se encuentran en investigación durante 10 meses de operación desde agosto del 2016 a mayo del 2017.

En la **FIGURA 4.1** Se muestra la disponibilidad mecánica desde agosto del 2016 a mayo del 2017.

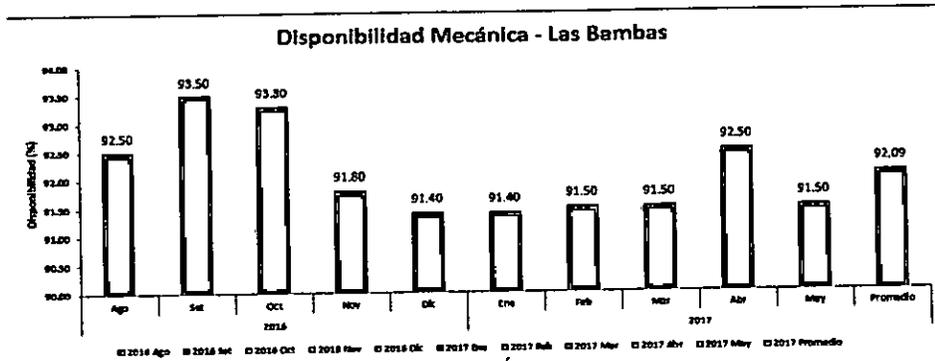
En la **FIGURA 4.2** y **FIGURA 4.3**. Se describen los indicadores de gestión tales como el MTBF y MTTR tomados desde agosto del 2016 a mayo del 2017.

TABLA 4.3
DISPONIBILIDAD EN LOS MOTORES CUMMINS AGOSTO 2016- MAYO 2017

AÑO	MES	DISPONIBILIDAD MECANICA	INDISPONIBILIDAD MECANICA
2016	Ago	92.5	7.5
	Set	93.5	6.5
	Oct	93.3	6.7
	Nov	91.8	8.2
	Dic	91.4	8.6
2017	Ene	91.4	8.6
	Feb	91.5	8.5
	Mar	91.5	8.5
	Abr	92.5	7.5
	May	91.5	8.5
Promedio		92.09	7.91

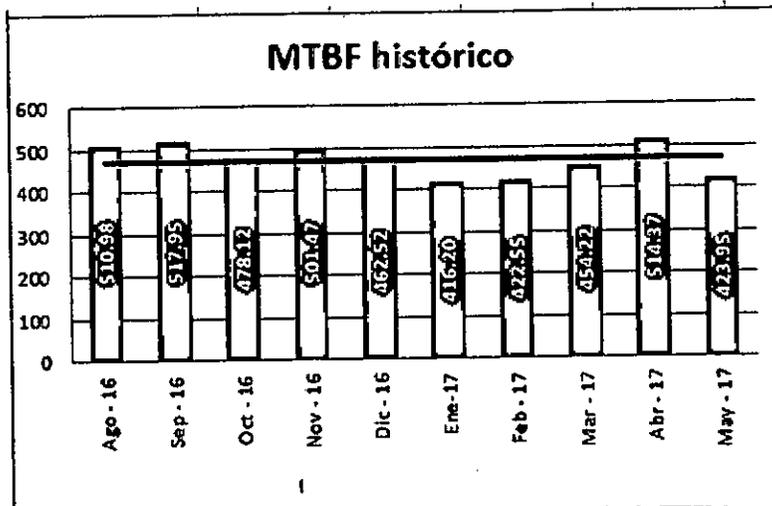
Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.1
DISPONIBILIDAD PROMEDIO EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78
PERIODOS AGOSTO 2016- MAYO 2017



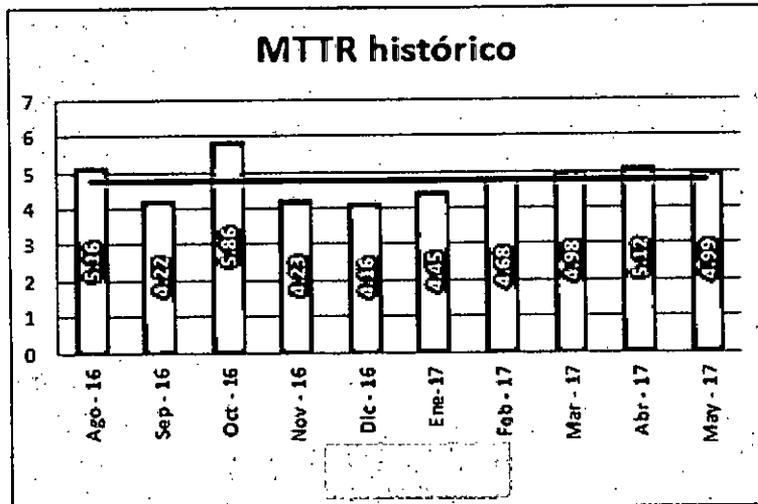
Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.2
MEAN TIME BETWEEN FAILURES EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78
PERIODO AGOSTO 2016-MAYO 2017



Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.3
MEAN TIME TO REPAIR EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78 PERIODOS
AGOSTO 2016-MAYO 2017



Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

4.4.2 Instrumentos para la recolección de datos y análisis de información

Uno de los pasos más importantes para evaluar una problemática, es la selección adecuada de los instrumentos para la recopilación de información confiable, precisa y significativa que permitieran establecer con criterio las bases en el diseño de un sistema basado en la confiabilidad para los motores Cummins QSK78 de la Minera ANTAMINA.

Según el enunciado anterior se utilizó como instrumento de investigación los datos históricos del comportamiento de los motores Cummins QSK78 comprendidos entre el 01 agosto del 2016 y 01 de mayo del 2017.

En el reporte diario de operaciones se describe el tipo de mantenimiento realizado, fecha en el que se realizó el trabajo, el tiempo de intervención y la descripción del trabajo en los motores Cummins QSK78. En la FIGURA 4.4. Se describe el reporte de operaciones siendo el instrumento para la presente investigación.

FIGURA 4.4
REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT001

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT001	930E-4SE	QSK78	66302279	07/10/2016 16:30	07/10/2016 18:00	Se realizó verificación de restricción de circuitos de combustible realizando su cambio, se hicieron pruebas en el motor con carga contando la presión
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	18/10/2016 16:30	18/10/2016 16:50	Cambio de sello de flecha de retorno de combustible por fuga
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	18/10/2016 16:50	18/10/2016 18:10	Actualización de calibración quemador
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	19/10/2016 04:05	19/10/2016 04:30	Cambio de sensor de presión de combustible por lectura errática
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	30/10/2016 08:20	30/10/2016 09:15	Cambio de oring de cubierta de retorno por fuga
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	29/11/2016 20:00	30/11/2016 00:00	Cambio de aceite de motor por confusión
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	02/12/2016 21:00	02/12/2016 21:10	Se realizó el muestreo de aceite de motor (el equipo parado por tiempo)
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	19/12/2016 00:00	19/12/2016 04:30	Cambio de cámara flexible de retorno de aceite de turbo de alta RPM por fuga
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	25/12/2016 08:00	25/12/2016 10:00	Se realizó el cambio de abrazadera de ducto de extracción de aftercooler RPM se encontraron dañados.

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

Con el objetivo de obtener mayor validez y confiabilidad el técnico realizó la descarga de información del módulo de control electrónico del motor Cummins QS78 perteneciente a la muestra a investigar para poder tener con exactitud la fecha de parada, tipo de falla y horas de motor y finalmente sean descritos por el planificador de mantenimiento en el reporte de diario de operaciones.

En la FIGURA 4.5. Se muestran los parámetros exactos de motor para la elaboración de los reportes de operaciones.

FIGURA 4.5
DESCARGA DE INFORMACION DEL MODULO DE CONTROL ELECTRONICO DEL MOTOR QSK78 – HT032

Fault Code	Status	Count	Lamp	Description	PID	ISID	U1607	U1608
CM500	Fault Parameters	First	Last	Units				
	Total ECM Time (Key On Time)	10270	43	90	MM	MM	SS	
	Total Engine Hours (Engine Run Time)	10031	48	01	MM	MM	SS	
	Hours	6494						
0252	Inactive	1	Amber	Engine Oil Level #1 Sensor Circuit - Data Inconsistent	88		2	
0471	Inactive	42	EP	Engine Oil Level #1 Low - Maintenance	88		1	
0518	Inactive	75	Amber	Fuel Supply Pump Actuator - Mechanically Stuck			7	
0254	Inactive	1	Red	Fuel Shutoff Valve Circuit - Shorted Low			17	4
0514	Inactive	1	Red	Fuel Control Valve - Mechanically Stuck			18	7
0222	Inactive	1	Amber	Barometric Pressure Sensor Circuit - Shorted Low	108		4	

Fuente: Distribuidora Cummins Perú

4.5 Procedimiento para la recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizaron los reportes diarios de operaciones con el propósito de poder elaborar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para el tipo de motor y según el contexto en que se encuentran operando.

4.5.1 Reporte de operaciones del motor Cummins Modelo QSK78 periodo 2016.

A continuación, se presentan los reportes operacionales pertenecientes a los 14 motores que se encuentran en periodo de investigación desde agosto a diciembre 2016.

FIGURA 4.6
REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT003

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT003	930E-4SE	QSK78	66302465	02/08/2016 10:30	02/08/2016 11:30	Evaluación de motor por ruido extraño. Sin observaciones
HT003	930E-4SE	QSK78	66302465	04/08/2016 23:00	05/08/2016 15:00	Cambio de manguera de aftercooler RSM por fuga.
HT003	930E-4SE	QSK78	66302465	30/08/2016 3:00	30/08/2016 6:45	Cambio de abrazaderas de ingreso a turbo de baja LBF y RSR
HT003	930E-4SE	QSK78	66302465	30/08/2016 3:00	30/08/2016 5:00	Limpieza de alojamiento de pernos de la tapa del centrifugo del eliminador por fuga
HT003	930E-4SE	QSK78	66302465	30/08/2016 3:00	30/08/2016 6:45	Cambio de tapa de radiador por fuga de refrigerante por aviso de badlog de baja presión.
HT003	930E-4SE	QSK78	66302465	30/08/2016 15:00	30/08/2016 16:30	Cambio de sello de niple de entrada de refrigerante a turbo de alta RBF por fuga.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	02/09/2016 22:00	03/09/2016 0:00	Cambio de filtros por saturación.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	06/09/2016 7:00	06/09/2016 10:50	Limpieza de actuadores de combustible. Evaluación de válvula Shut off con 35 Ohmios
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	10/09/2016 23:45	11/09/2016 1:25	Cambio de filtros por saturación.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	05/10/2016 10:00	05/10/2016 12:00	Se realizó verificación de restricción de filtros de combustible realizando su cambio, se hicieron pruebas en el m
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	17/10/2016 11:00	17/10/2016 12:00	Cambio de abrazadera de líneas de refrigeración LTA por fuga
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	23/10/2016 21:15	23/10/2016 23:05	Cambio de manguera de crossover LBF por estar dañada
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	11/11/2016 7:20	11/11/2016 8:45	Descarga de data Cense y Quantum, reseteo de código de falla, inspección y limpieza de sensores de tapones m
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	20/12/2016 8:40	20/12/2016 10:15	Ajuste de pernos de tapa de centrifugo por fuga de aceite

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.7
REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT005

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	27/09/2016 10:00	27/09/2016 12:00	Cambio de filtros de combustible por saturación. En la medición se tiene 10 in-Hg
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	29/09/2016 8:00	29/09/2016 9:10	Se observa fuga de refrigerante por empaque de culata. Se elabora backlog para su cambio en próximo PM
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	30/09/2016 21:05	30/09/2016 21:20	Toma de muestra de aceite por condición
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	04/10/2016 0:00	04/10/2016 1:00	Se realizó el desmontaje, montaje y calibración del ECM QUANTUM.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	04/10/2016 1:30	04/10/2016 2:30	Se realiza el Cambio de culata 3LB por presentar empaque de culata rota y fuga de refrigerante.
HT005	930E-4SE	QSK78	66302475	10/10/2016 8:43	10/10/2016 10:45	Fuga de combustible por la válvula check de retorno, cambio de sello de la válvula check, instalación y ajuste de
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	29/10/2016 9:00	29/10/2016 11:50	Cambio de abrazadera de Bellows por fractura.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	02/11/2016 20:00	02/11/2016 22:40	Fuga de aceite de la tapa centrifuga por los pernos rotos y hilos dañados.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	08/11/2016 2:10	08/11/2016 6:53	Cambio de manguera del sistema de refrigeración LTA por fuga. Estaba rota.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	11/11/2016 23:30	12/11/2016 1:08	Se realiza limpieza de sensor de nivel de aceite el que detecta bajo nivel de aceite en el carter de motor, se dio d
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	22/11/2016 16:50	22/11/2016 17:20	Limpieza de conectores de termocoupla 3LB por baja potencia
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	24/11/2016 16:30	24/11/2016 17:30	Cambio de empaque de tapa de balancines 3LB por fuga de aceite
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	04/12/2016 10:00	04/12/2016 10:30	Se realizó la inspección y cambio del sensor de nivel de aceite el cual se encontraba defectuoso
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	16/12/2016 18:00	16/12/2016 18:20	Muestreo de aceite por condición de Na
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	18/12/2016 7:00	18/12/2016 11:00	Inspección de termocoupla 3LB e inyector 3LB por temperatura fuera de lo normal.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	18/12/2016 7:00	18/12/2016 12:00	Cambio de manguera de venteo de turbo de alta LBR
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	21/12/2016 0:20	21/12/2016 0:50	Reajuste de filtro de combustible por fuga
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	31/12/2016 9:00	31/12/2016 10:30	Limpieza de conector de termocoupla 2LB por función errática. Alerta de motor.

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.8
REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT007

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT007	930E-4SE	QSK78	66302173	01/08/2016 7:00	01/08/2016 11:00	Apoyo a Komatsu por tubo doblado de Entrador de sistema hidráulico
HT007	930E-4SE	QSK78	66302173	12/08/2016 20:30	12/08/2016 22:00	Cambio de alternador 24V por encontrarse defectuoso.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	01/09/2016 9:52	01/09/2016 11:32	Cambio de filtros por saturación.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	03/09/2016 8:00	03/09/2016 9:00	Cambio de sensor blow by por encontrar circuito abierto
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	10/09/2016 7:30	10/09/2016 10:40	Cambio de filtros por saturación.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	15/09/2016 2:20	15/09/2016 3:00	Revisión de motor por alarma de pérdida de propulsión. Se descartó problema de motor.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	25/09/2016 20:00	25/09/2016 21:00	Cambio de actuador de sistema combustible
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	03/10/2016 1:00	03/10/2016 3:00	Cambio de filtros de combustible por saturación. En la medición se tiene 12 in-Hg
HT007	930E-4SE	QSK78	66302173	07/10/2016 13:20	07/10/2016 15:10	Se realizó la descarga de data CENSE y QUANTUM, se realizó la inspección de las abrazaderas y mangueras de ad
HT007	930E-4SE	QSK78	66302173	08/10/2016 11:00	08/10/2016 13:40	Se cambio manguera y abrazadera del crossover.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	15/10/2016 21:45	15/10/2016 22:30	Muestreo de aceite por condición
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	17/10/2016 3:00	17/10/2016 4:45	Inspección de tubos de escape por reporte de chips en tubo de escape derecho. No se encontró observación
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	20/10/2016 9:30	20/10/2016 10:00	Actualización de calibración quantum
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	05/11/2016 12:45	05/11/2016 14:15	Inspección de motor por fuga de refrigerante a la altura del empaque de culata 2LB. Se dá operativo para realizar
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	05/11/2016 4:20	09/11/2016 7:00	Presencia de refrigerante en carter. Atención en campo. Equipo será remocido a taller.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	09/11/2016 13:00	11/11/2016 6:00	Cambio de unidad de potencia 2LB por daño causado por rotura de tobera de inyector. Evento de ruido extraño e
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	10/11/2016 8:00	13/11/2016 6:00	Medida vía turbo de alta (RBM, LBF, RBF) y turbo de baja (RBT, KBR, RBM) y 18 Inyectores
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	30/11/2016 15:40	30/11/2016 18:45	Evaluación de motor diesel, no se encuentran observaciones. Equipo queda por Komatsu
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	02/12/2016 1:30	02/12/2016 1:50	Evaluación de data e inspección de motor apropiado durante parada por Komatsu. Inspección del sistema spec

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.9
REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT009

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT009	930E-4SE	QSK78	66302553	1/08/2016 04:00	1/08/2016 07:00	Instalación correcta de sistema respecto por tener conector suelto
HT009	930E-4SE	QSK78	66302553	1/08/2016 07:00	2/08/2016 19:00	Inspección de correa de engranajes C1500
HT009	930E-4SE	QSK78	66302553	1/08/2016 07:00	3/08/2016 07:00	Medida vida de motor diesel por horas de operación. Cambio de 15 leystores, camperes y abrazaderas de admisión y escape
HT009	930E-4SE	QSK78	66302553	3/08/2016 19:00	4/08/2016 04:00	Cambio de turbo de alta LHM por rotura de eje
HT009	930E-4SE	QSK78	66302553	4/08/2016 14:00	4/08/2016 15:45	Reemplazo de tapones respaldos de distribución por código 222
HT009	930E-4SE	QSK78	66302553	7/08/2016 10:00	7/08/2016 11:15	Cambio de aceite por fin de campaña de engranajes
HT009	930E-4SE	QSK78	66302553	16/08/2016 04:10	16/08/2016 05:50	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT009	930E-4SE	QSK78	66302553	23/08/2016 02:15	23/08/2016 03:00	Ajuste de manguera de filtros de combustible por fugas
HT009	930E-4SE	QSK78	66302553	25/08/2016 23:30	26/08/2016 01:27	Cambio de filtros de combustible por saturación
HT009	930E-4SE	QSK78	66302553	30/08/2016 10:20	30/08/2016 17:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	3/09/2016 02:00	3/09/2016 04:00	Cambio de filtros por saturación. Y cambio de actuador de combustible
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	6/09/2016 07:45	6/09/2016 10:15	Cambio de filtros por saturación y cambio de strabier. Medicion de restricción 11 in - 1kg
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	9/09/2016 14:10	9/09/2016 16:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	11/09/2016 02:40	11/09/2016 03:30	Cambio de filtro de combustible por saturación
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	23/09/2016 21:10	23/09/2016 03:00	PMI
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	23/09/2016 03:00	23/09/2016 04:00	Cambio de abrazadera de below de escape por presentar fugas en la union del caracol del turbo de baja LHM
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	23/09/2016 04:00	23/09/2016 05:00	Libreriza de sensor de temperatura de refrigerante por presentar valores fuera de rango
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	27/09/2016 12:45	27/09/2016 13:27	Cambio de filtros de combustible por saturación. En la medicion se tiene 12 in1kg
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	4/10/2016 21:30	4/10/2016 22:30	Se realizo verificación de restricción de filtros de combustible realizando su cambio, se hicieron pruebas en el motor

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	4/10/2016 22:30	5/10/2016 00:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	15/10/2016 09:00	15/10/2016 14:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	15/10/2016 14:00	15/10/2016 15:30	Activación de calibración quantum
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	16/10/2016 01:50	16/10/2016 03:20	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	6/11/2016 20:20	6/11/2016 21:00	Evaluación de motor por reporte de ruido extraño, se identifica el empuje de culata 603 dañado
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	7/11/2016 01:00	8/11/2016 01:00	Cambio de culata 603 por daño causado por empuje de culata roto
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	7/11/2016 05:00	7/11/2016 06:45	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	12/11/2016 15:45	13/11/2016 01:00	Se desmonta los tubos de refrigerante del sistema CIA, Reemplazo de los ajustamientos de los orines, por rotura de perno de soporte de tubería de refrigerante (RTA)
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	16/11/2016 11:00	16/11/2016 12:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	3/12/2016 21:50	4/12/2016 02:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	3/12/2016 22:00	4/12/2016 04:30	Se realizo el cambio de termocoplas 973, 853, 763, por falla interna que presentaba
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	4/12/2016 04:30	4/12/2016 05:30	Se realizo el cambio de faja de alternador, desmontaje de pasador de alternador, faja de alternador, escoteje y arranque y pruebas
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	9/12/2016 04:30	9/12/2016 06:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	13/12/2016 16:00	13/12/2016 17:00	Instalación de sistema respecto como reposición por haber hecho intercambio con HT044

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	23/12/2016 00:55	23/12/2016 03:25	Inspeccion de motor diesel, se realizo el cambio de alternador de 24V debido por encontrarse quemado, desmontaje de componentes perifericos de alternador arranque y pruebas de equipo quedando operativo.
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	23/12/2016 04:00	23/12/2016 06:50	Cambio de alternador de 24V por estar en mal estado. Alternador recientemente instalado se reactiva para su uso
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	31/12/2016 14:20	31/12/2016 14:50	Descarga de data, inspeccion de motor diesel

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.10
REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT012

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT012	930E-4SE	QSK78	66302105	03/08/2016 5:25	03/08/2016 6:00	Cambio de sensores de presión de eliminador pre y pos por luz amar de motor. Mal funcionamiento
HT012	930E-4SE	QSK78	66302105	04/08/2016 4:30	04/08/2016 4:45	Inspección de motor por aviso de luz amar en el panel. Se detecta problema eléctrico pero no se descarta el co
HT012	930E-4SE	QSK78	66302105	22/08/2016 23:50	23/08/2016 2:25	Cambio de manguera y abrazaderas de Intercooler LBF por fuga
HT012	930E-4SE	QSK78	66302105	23/08/2016 0:00	23/08/2016 7:00	Cambio de sello de cañería de aceite de turbo de alta LBF por fuga
HT012	930E-4SE	QSK78	66302105	23/08/2016 2:30	23/08/2016 4:00	Cambio de tubo centrífugo del eliminador por desgaste
HT012	930E-4SE	QSK78	66302105	23/08/2016 8:00	23/08/2016 15:30	Cambio de cañería de lubricación de turbo de alta LBF por fuga.
HT012	930E-4SE	QSK78	66302105	24/08/2016 19:00	24/08/2016 22:40	Cambio de manguera de refrigerante por fuga.
HT012	930E-4SE	QSK78	66302105	30/08/2016 4:20	30/08/2016 5:20	Cambio de filtros por saturación. Se limpió el actuador de metering.
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	09/09/2016 16:40	09/09/2016 19:00	Cambio de filtros por saturación. Medición de restricción 13 In-Hg
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	13/09/2016 16:00	13/09/2016 17:30	Cambio de abrazadera central de turbo de alta RBR por rotura.
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	13/09/2016 16:00	13/09/2016 18:30	Cambio de soporte de caja de termostatos LTA por fisura.
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	23/09/2016 1:30	23/09/2016 4:50	Cambio de filtros de combustible por saturación. En la medición se tiene 10 In-Hg
HT012	930E-4SE	QSK78	66302105	06/10/2016 19:00	09/10/2016 2:00	Se realizó la ejecución de media vida de motor
HT012	930E-4SE	QSK78	66302105	09/10/2016 14:10	09/10/2016 18:15	Se inspecciona el motor encontrando fuga en manguera de refrigerante de turbo de alta RBR, realizando su cam
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	23/10/2016 8:50	23/10/2016 9:10	Limpieza de conectores de termocupla 9RB por baja potencia
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	04/11/2016 20:30	05/11/2016 0:00	Se realizó el cambio de cañería flexible de retorno de aceite de turbo RBM, inspección de fluidos y prueba de m
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	21/12/2016 15:00	21/12/2016 15:35	Descarga de data CENSE y QUANTUM, evaluación de termocupla 9RB, limpieza de conector, arranque y pruebas.

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.11
REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT013

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT013	930E-4SE	QSK78	66302285	05/08/2016 1:35	05/08/2016 4:00	Ajuste de pernos en crossover por encontrarse sueltos y permitir fuga.
HT013	930E-4SE	QSK78	66302285	06/08/2016 22:00	07/08/2016 0:00	Reposición de pernos en crossover LBF por pérdida.
HT013	930E-4SE	QSK78	66302285	14/08/2016 0:05	14/08/2016 3:15	Cambio de manguera de refrigeración de turbo de alta LBR por fuga refrigerante
HT013	930E-4SE	QSK78	66302285	24/08/2016 23:30	24/08/2016 23:45	Reposición de pernos y tuercas a soporte Intercooler LBF
HT013	930E-4SE	QSK78	66302285	25/08/2016 7:30	25/08/2016 11:45	Intercambio de Inyectores 2L y 7R por posible falla en inyector 7R. Se mantiene en monitoreo.
HT013	930E-4SE	QSK78	66302285	26/08/2016 9:15	26/08/2016 10:35	Cambio de tapa de radiador por fuga de refrigerante.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	02/09/2016 3:30	02/09/2016 4:45	Cambio de filtros por saturación.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	12/09/2016 2:10	12/09/2016 2:50	Evaluación de motor por ruido extraño. No se encuentra código de falla
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	24/09/2016 9:20	24/09/2016 10:40	Cambio de filtros de combustible por saturación. En la medición se tiene 12 In-Hg
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	28/09/2016 22:00	28/09/2016 22:22	Cambio de filtros de combustible por saturación. En la medición se tiene 12 In-Hg
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	29/09/2016 8:30	29/09/2016 9:00	Cambio de nipple de toma de presión de combustible por fuga
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	04/10/2016 20:50	04/10/2016 21:00	Se realizó el muestreo de aceite de motor (el equipo parado por limpi).
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	06/10/2016 16:30	06/10/2016 18:00	Se realizó verificación de restricción de filtros de combustible realizando su cambio, se hicieron pruebas en el m
HT013	930E-4SE	QSK78	66302285	07/10/2016 22:00	07/10/2016 22:10	Muestreo de aceite por seguimiento por condición
HT013	930E-4SE	QSK78	66302285	09/10/2016 16:35	09/10/2016 16:50	Muestreo de aceite por seguimiento por condición
HT013	930E-4SE	QSK78	66302285	11/10/2016 13:10	13/10/2016 11:30	Se realizó la ejecución de media vida de motor por horas de operación y cambio de 02 turbos de baja posición RB
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	16/10/2016 5:28	16/10/2016 5:38	Muestreo de aceite por condición
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	28/10/2016 22:35	28/10/2016 22:50	Muestreo de aceite por seguimiento
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	10/11/2016 5:15	10/11/2016 7:00	Evaluación de motor por pérdida de propulsión, no se encuentra falla. Equipo queda inoperativo por Komatsu

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	18/11/2016 15:50	18/11/2016 17:35	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	24/11/2016 01:10	28/11/2016 01:30	Evaluación de data e inspección de motor aprovechado durante parada por Komatsu. Inspección del sistema apert
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	5/12/2016 03:00	5/12/2016 06:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	15/12/2016 14:10	15/12/2016 15:10	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	20/12/2016 09:25	20/12/2016 09:50	Muestreo de aceite por condición de Oe
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	20/12/2016 21:20	20/12/2016 22:40	Era función de motor, no se encuentra ninguna observación
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	27/12/2016 14:00	28/12/2016 13:50	Cambio de celula 6PS por fuga de compresión por empaque de celula. Empaque defecto
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	27/12/2016 19:00	27/12/2016 23:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.12
REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT014

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT014	930E-4SE	QSK78	66302530	5/08/2016 01:10	5/05/2016 02:20	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT014	930E-4SE	QSK78	66302530	20/08/2016 05:00	20/08/2016 12:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT014	930E-4SE	QSK78	66302530	20/08/2016 09:00	20/08/2016 09:50	Cambio de manguera de crossover UEM por estar resacaado
HT014	930E-4SE	QSK78	66302530	30/08/2016 00:45	30/08/2016 01:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	1/09/2016 20:25	1/09/2016 23:58	Limpieza de líneas de combustible, sensores, ECUA
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	3/09/2016 00:50	3/09/2016 02:50	Cambio de filtros por saturación.
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	14/09/2016 01:15	14/09/2016 06:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	14/09/2016 02:00	14/09/2016 03:00	Cambio de actuador de bomba de combustible por mal accionamiento.
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	26/09/2016 05:20	25/09/2016 06:00	Cambio de filtros de combustible por saturación. En la medición se tiene 8 l/m ³
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	26/09/2016 23:10	27/09/2016 00:00	PreFM
HT014	930E-4SE	QSK78	66302530	7/10/2016 08:50	7/10/2016 04:50	Se realiza verificación de restricción de filtros de combustible realizando su cambio, se hicieron pruebas en el motor
HT014	930E-4SE	QSK78	66302530	9/10/2016 08:00	9/10/2016 07:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT014	930E-4SE	QSK78	66302530	9/10/2016 05:00	9/10/2016 06:00	Se realiza cambio de abrazadera por daño de ducto de adición RSF, cambio de empaquetadura de crossover UEM dañado por pernos sueltos
HT014	930E-4SE	QSK78	66302530	9/10/2016 10:00	9/10/2016 10:40	Se realiza el cambio del estroznar de la bomba de combustible.
HT014	930E-4SE	QSK78	66302530	9/10/2016 10:30	9/10/2016 11:00	Se realiza la calibración del ECM QUANTUM en banco.
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	20/10/2016 03:15	20/10/2016 04:20	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	20/10/2016 03:20	20/10/2016 02:45	Cambio de filtros de combustible por baja presión del combustible
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	2/11/2016 19:00	4/11/2016 23:50	Se realiza la media vida del motor se cambio otra bomba de alta y control de baja
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	12/11/2016 01:05	12/11/2016 02:24	Se realiza limpieza de fuga de aceite, ajuste de pernos de manguera de retorno de aceite de turbo de baja UEM, caja de carga.
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	24/11/2016 01:00	14/11/2016 02:40	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	28/11/2016 20:30	29/11/2016 08:50	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible / Cambio por control de fuga inicial de Probetesta TSO H014
HT014	930E-4SE	QSK78-C	66302530	18/12/2016 02:25	18/12/2016 03:45	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.13
REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT016

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT016	930E-4SE	QSK78	66302215	1/08/2016 21:30	1/08/2016 23:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT016	930E-4SE	QSK78	66302215	5/08/2016 19:00	6/08/2016 02:50	Cambio de manguera de retorno de aceite de turbo de alta UEM por fuga.
HT016	930E-4SE	QSK78	66302215	14/08/2016 23:00	14/08/2016 23:30	Limpieza conectores de sensor de presión de aceite por diferencia de presión
HT016	930E-4SE	QSK78	66302215	14/08/2016 13:00	14/08/2016 23:30	Cambio de empaque de cañería de retorno turbo alta RSF por fuga de aceite
HT016	930E-4SE	QSK78	66302215	24/08/2016 13:30	15/08/2016 02:50	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT016	930E-4SE	QSK78	66302215	25/08/2016 01:15	25/08/2016 02:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	2/09/2016 02:45	2/09/2016 04:45	Cambio de filtros por saturación.
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	9/09/2016 01:30	9/09/2016 14:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	9/09/2016 02:00	9/09/2016 04:00	Cambio de soporte de caja de termostatos por rajadura
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	9/09/2016 03:00	9/09/2016 04:00	Cambio de empaque de sistema de refrigeración por fuga
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	21/09/2016 00:40	21/09/2016 02:00	PreFM
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	24/09/2016 03:50	24/09/2016 05:25	Cambio de filtros de combustible por saturación
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	3/10/2016 14:50	3/10/2016 16:50	Se realiza verificación de restricción de filtros de combustible realizando su cambio, se hicieron pruebas en el motor
HT016	930E-4SE	QSK78	66302215	7/10/2016 04:00	7/10/2016 11:45	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT016	930E-4SE	QSK78	66302215	7/10/2016 09:45	7/10/2016 11:45	Se realiza el desmontaje, montaje, calibración en banco del ECM QUANTUM.
HT016	930E-4SE	QSK78	66302215	11/10/2016 12:00	11/10/2016 13:25	Se realiza la inspección del sensor de temperatura de admisión de aire que se encuentra en mal estado ya lo reemplazamos de lo especificado, se genero backlog para su cambio.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HTD16	930E-4SE	QSK78	66302215	12/10/2016 08:20	12/10/2016 08:50	CAMBIO SELLO DE SELLO DE TAPA DE ELLEVADO. INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO, INSPECCION DE NIVELES DE FLUIDOS.
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	16/10/2016 01:25	16/10/2016 04:15	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	16/10/2016 13:40	16/10/2016 14:30	Cambio de sensor de temperatura de refrigerante del aftercooler R3 por circuito fallido
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	16/10/2016 19:25	16/10/2016 22:25	Reajuste de riñón de toma rápida del eliminador por fuga de aceite.
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	18/10/2016 20:40	18/10/2016 23:50	Cambio de escrupera de conexión de turbo de baja a intercooler posterior por estar dañada
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	29/10/2016 10:50	29/10/2016 11:00	Se descarga data Cense y Obertum se encontro código inactivo del sensor BLOW BY, error en el monitoreo del sensor.
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	30/10/2016 08:00	30/10/2016 08:15	Se detecta fuga de combustible de la válvula de toma rápida
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	1/11/2016 00:00	1/11/2016 01:00	Se realiza la evaluación del sensor de Blowby el cual no arroja señal de señal, se procedió a realizar su cambio.
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	1/11/2016 00:00	1/11/2016 04:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	1/11/2016 01:00	1/11/2016 02:00	Se realiza el cambio de actuador y cedazo de la bomba de combustible.
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	1/11/2016 02:00	1/11/2016 02:30	Se realiza la instalación de perno faltante en aftercooler posición B.
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	1/11/2016 08:00	1/11/2016 14:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	7/11/2016 01:10	7/11/2016 02:30	Evaluación de termoplasmas 1,2 y S/B encontrando circuito abierto. Se hizo backing para el cambio en prox PM
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	11/11/2016 02:00	11/11/2016 03:00	Ubicación de conector de termoplasma 1, 2 y S/B por evento de baja potencia
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	11/11/2016 12:30	11/11/2016 13:50	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	13/11/2016 03:00	13/11/2016 03:20	Descarga de data cense, inspección general de motor, inspección de conectores de los termoplasmas 918,919 Arranque y pruebas quedando operativo.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	23/11/2016 12:10	23/11/2016 12:30	Evaluación de data e inspección de motor aprovechado durante parada por Konatsu inspección del sistema speed
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	23/11/2016 20:15	23/11/2016 20:45	Instalación de tapón de crossover ESR por no encontrarse. Evento de ruido extraño
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	30/11/2016 09:00	30/11/2016 21:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible / cambio papel cartucho filtro de Praterco 750 Horas
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	30/11/2016 05:00	30/11/2016 05:30	Cambio de escape/llenado de toma de presión de restricción de combustible por fuga.
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	30/11/2016 07:30	30/11/2016 17:00	Cambio de turbo de baja por presentar aceite por caracol, también las mediciones de juegos estaban fuera de especificaciones
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	16/12/2016 06:00	16/12/2016 06:20	Evaluación de data e inspección de motor aprovechado durante parada por Konatsu inspección del sistema speed
HTD16	930E-4SE	QSK78-C	66302215	19/12/2016 14:00	19/12/2016 15:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

**FIGURA 4.14
 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT018**

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT018	930E-4SE	QSK78	66302235	4/08/2016 07:50	4/08/2016 08:40	Reemplazo de filtros de refrigerante por pérdida fuga
HT018	930E-4SE	QSK78	66302235	4/08/2016 09:00	4/08/2016 10:20	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT018	930E-4SE	QSK78	66302235	9/08/2016 09:05	9/08/2016 09:10	Cambio de escanera de crossover por rotura LWA.
HT018	930E-4SE	QSK78	66302235	16/08/2016 00:15	16/08/2016 06:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT018	930E-4SE	QSK78	66302235	16/08/2016 02:00	16/08/2016 02:30	Reparación de protector de tapa de balancines con soldadura.
HT018	930E-4SE	QSK78	66302235	21/08/2016 11:05	21/08/2016 11:30	Se observa desgaste en cubierta de aceite de eliminador. Se realiza backing para su cambio el próximo PM
HT018	930E-4SE	QSK78	66302235	22/08/2016 13:00	22/08/2016 16:20	Cambio de válvula check por deterioro fuga de aceite.
HT018	930E-4SE	QSK78	66302235	27/08/2016 16:50	27/08/2016 18:15	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	3/09/2016 11:30	3/09/2016 14:00	Cambio de filtros por saturación y cambio de sensor de presión de combustible. Medicion de restricción 9 in - Hg
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	7/09/2016 05:00	7/09/2016 14:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	7/09/2016 11:30	7/09/2016 13:00	Evaluación de actuadores del sistema de combustible
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	21/09/2016 23:40	22/09/2016 01:00	Pre-PM
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	23/09/2016 12:30	23/09/2016 15:35	Cambio de filtros de combustible por saturación. En la medición se tiene 10 in-Hg
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	29/09/2016 00:10	29/09/2016 02:30	Cambio de filtros de combustible por saturación. En la medición se tiene 12 in-Hg
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	29/09/2016 13:10	29/09/2016 15:30	Limpieza de válvula shut off por apagado de equipo por corte de peso de combustible
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	30/09/2016 07:00	30/09/2016 14:50	Cambio de actuadores de timing y metering de combustible encontrando sociedad
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	3/10/2016 11:00	3/10/2016 17:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	3/10/2016 12:00	3/10/2016 12:20	Se encuentra fuga en tapa de eliminador, procediendo a realizar el cambio de una nueva tapa.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	3/10/2016 13:00	3/10/2016 15:00	Se realiza la calibración y prueba del controlador QUANTUM por ID60521
HT018	930E-4SE	QSK78	66302235	12/10/2016 22:20	13/10/2016 01:40	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	14/10/2016 16:04	14/10/2016 17:30	Corrección de hilos de filtros de refrigerante por fuga.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	18/10/2016 01:45	18/10/2016 08:10	Cambio de filtros de combustible por presentar saturación y evento de baja potencia
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	20/10/2016 17:45	20/10/2016 20:55	Cambio de sensor blow by por mal funcionamiento. Evento de baja potencia
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	26/10/2016 07:00	26/10/2016 10:22	Desmontaje de los actuadores del sistema de combustible, se realizan limpiezas, pruebas con caja de carga, equipo operativo.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	27/10/2016 10:30	29/10/2016 09:40	Se realiza la ejecución de media vida de motor por horas de operación y cambio de 05 turbos de baja (JES, JEM, JEM, JES, JES), 04 de alta (JES, JES, JEM, JEM) y 18 inyectoras.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	3/11/2016 19:30	3/11/2016 22:55	Limpieza de correctores de actuadores, evaluación de data por ruido anormal (explosión por el tubo de escape)
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	6/11/2016 21:30	6/11/2016 22:00	Evaluación de motor por pérdida de propulsión, se descarga data y no se encuentran códigos de falla.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	9/11/2016 14:00	9/11/2016 15:35	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	23/11/2016 17:30	24/11/2016 09:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	27/11/2016 20:00	27/11/2016 21:00	Evaluación de motor por ruido extraño, se encuentra escape de cubierta 6RS sospecho. Se envía equipo a taller
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	27/11/2016 23:55	29/11/2016 01:00	Cambio de cubierta 6RS por daño de empaque de cubierta rota.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	4/12/2016 17:00	4/12/2016 18:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	10/12/2016 08:45	10/12/2016 09:45	Se realiza descarga de data. CENSE Y QUANTUM. Inspección de motor, revisión de niveles de fluido.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	19/12/2016 14:30	19/12/2016 22:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	29/12/2016 06:00	29/12/2016 20:40	Cambio de cubierta de retorno de aceite de turbo de alta RPM por fuga.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	31/12/2016 16:00	31/12/2016 16:40	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERU

**FIGURA 4.15
 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT019**

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT019	930E-4SE	QSK78	66302185	6/08/2016 01:30	6/08/2016 02:00	Cambio de manguera y abrazaderas de crossover UEM por rotura.
HT019	930E-4SE	QSK78	66302185	6/08/2016 01:30	6/08/2016 04:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible.
HT019	930E-4SE	QSK78	66302185	16/08/2016 14:30	16/08/2016 15:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor.
HT019	930E-4SE	QSK78	66302185	19/08/2016 03:00	19/08/2016 03:12	Descarga de muestra de aceite por condición de Co.
HT019	930E-4SE	QSK78	66302185	23/08/2016 10:05	23/08/2016 13:10	Cambio de boquilla y eje de centrifugado de eliminador por desgaste en la boquilla.
HT019	930E-4SE	QSK78	66302185	29/08/2016 08:30	29/08/2016 15:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	2/09/2016 05:30	2/09/2016 12:55	Cambio de filtros por saturación.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	7/09/2016 09:25	7/09/2016 23:00	Cambio de filtros por saturación.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	21/09/2016 05:40	22/09/2016 06:30	PM2
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	21/09/2016 08:00	23/09/2016 17:00	Aplicación de aceite vida de motor por horas de funcionamiento.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	23/09/2016 20:00	24/09/2016 01:45	Medición de juego axial de cigüeñal por la instalación de nuevo a hornador principal, teniendo 0,27 mm.
HT019	930E-4SE	QSK78	66302185	1/10/2016 07:00	1/10/2016 10:00	Medición de restricción de filtros, cambio de filtros y prueba final.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	5/10/2016 14:00	5/10/2016 16:00	Se realiza la calibración del EDM QUANTUM.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	14/10/2016 19:15	15/10/2016 06:45	Cambio de cañería de transferencia de aceite de turbo de alta RPM por fuga de aceite.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	16/10/2016 08:00	16/10/2016 14:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	16/10/2016 13:00	16/10/2016 16:00	Cambio de set de líneas de refrigeración LIA por fuga.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	29/10/2016 09:20	29/10/2016 10:10	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	12/11/2016 05:00	12/11/2016 05:40	Descarga de data, desmontaje y limpieza de sensor de RPM, medición de resistencia, sensor sin resistencia circuito abierto en las dos bobinas de sensor.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	12/11/2016 07:00	12/11/2016 09:00	Se realiza cambio del sensor de RPM del motor, debido que el equipo perdió RPM del motor, circuito abierto en las bobinas del sensor de RPM.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	13/11/2016 14:00	13/11/2016 17:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	23/11/2016 05:00	24/11/2016 06:20	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	8/12/2016 01:00	8/12/2016 06:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	8/12/2016 04:00	8/12/2016 06:00	Se realiza el cambio de O2 actuadores de Udiag, O1 actuador meretric, filtro de bomba, filtro de actuador de bomba e inspección de válvula shut off.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	21/12/2016 13:30	21/12/2016 14:50	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	31/12/2016 01:50	31/12/2016 11:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible.
HT019	930E-4SE	QSK78-C	66302185	31/12/2016 13:00	31/12/2016 16:00	Instalación de sensor de nivel de aceite en tanque de reserva.

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.16
REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT021

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	07/08/2016 7:00	07/08/2016 12:00	Cambio de sensor de nivel de refrigerante por emitir valores erróneos
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	07/08/2016 10:00	07/08/2016 21:30	Cambio de turbo de alta LBM por rotura desgaste entre cartridge y caracol.
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	07/08/2016 12:00	08/08/2016 18:30	Se cambió metales arboles y de bancada por encontrarse juego axial de cigüeñal fuera de rango.
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	12/08/2016 3:30	12/08/2016 5:10	Cambio de aceite por fin de trabajo sobre cigüeñal.
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	12/08/2016 13:05	12/08/2016 13:40	Muestreo por seguimiento posterior al cambio de cigüeñal.
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	14/08/2016 4:30	14/08/2016 5:10	Medición de juego axial del cigüeñal por seguimiento
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	14/08/2016 22:30	14/08/2016 23:00	Medición de juego axial del cigüeñal por seguimiento. Valor encontrado 0,35 mm
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	16/08/2016 0:33	16/08/2016 1:30	Medición de juego axial del cigüeñal por seguimiento. Valor encontrado 0,35 mm
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	18/08/2016 18:10	18/08/2016 18:35	Medición de juego axial del cigüeñal por seguimiento. Valor encontrado 0,013"
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	22/08/2016 5:30	22/08/2016 13:50	Cambio de mangueras de admisión de turbos de baja RBR, LBM y LBR por estar deterioradas. Evento de ruido en el
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	23/08/2016 7:00	23/08/2016 8:50	Reajuste de tapa de seguidor de levas por fuga de aceite.
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	23/08/2016 10:30	27/08/2016 10:50	Reajuste de tapa de seguidor de levas por fuga de aceite. Se crea un backlog para atención en PM.
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	31/08/2016 17:30	01/09/2016 0:00	Aplicación de campaña C1500
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	31/08/2016 17:30	31/08/2016 19:30	Cambio de ducto de enfriamiento del sistema LTA por fuga
HT021	930E-4SE	QSK78	66302711	31/08/2016 17:30	03/09/2016 11:20	Trabajos de media vida por horas de motor
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	03/09/2016 22:30	04/09/2016 2:30	Cambio de sello de ducto de entrada a los filtros de combustible por fuga. Sello deteriorado.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	05/09/2016 21:30	05/09/2016 23:03	Cambio de aceite y papel centrifugo por campaña de engranajes
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	07/09/2016 4:25	07/09/2016 7:00	Cambio de filtros por saturación. Medición de restricción 12 in - Hg
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	07/09/2016 7:00	07/09/2016 9:10	Cambio de manguera flexible de retorno de aceite de turbo de baja LBF por deterioro
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	08/09/2016 8:00	08/09/2016 10:30	Inspección de caja de balancines ZR8 por fuga de aceite. Se determina realizar el cambio de empaque en su PM.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	13/09/2016 22:15	14/09/2016 0:40	Cambio de filtros de combustible por saturación.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	26/09/2016 3:53	26/09/2016 5:05	Cambio de filtros de combustible por saturación. En la medición se tiene 9 in-Hg
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	27/09/2016 14:00	27/09/2016 15:00	Calibración de ECM Quantum con versión X0605 Z1-99
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	27/09/2016 14:00	28/09/2016 7:00	Cambio de empaque de tapa de caja de balancines ZR8
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	27/09/2016 15:00	27/09/2016 15:30	Cambio de screen filter del actuador de timing
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	27/09/2016 18:00	27/09/2016 18:30	Cambio de abrazadera de ducto de admisión de turbo de baja LBR por rotura
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	28/09/2016 23:20	28/09/2016 23:45	Cambio de abrazadera de manguera de bomba de refrigeración
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	29/09/2016 8:00	29/09/2016 9:00	Reajuste de abrazaderas de sistema ILTA por fuga
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	05/10/2016 1:00	05/10/2016 2:00	Se realizó verificación de restricción de filtros de combustible realizando su cambio, se hicieron pruebas en el m
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	21/10/2016 16:15	21/10/2016 17:30	Cambio de sensor blow by por mal funcionamiento. Evento de baja potencia
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	21/10/2016 17:00	21/10/2016 17:30	Cambio de filtros de combustible por presentar saturación y evento de baja potencia
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	22/10/2016 19:00	23/10/2016 1:10	Cambio de alternador de 24 V por estar en mal estado
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	23/10/2016 10:00	23/10/2016 11:00	Se pasó macho a hilos de base de tapa de llenado de aceite por fuga.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	08/11/2016 1:30	08/11/2016 1:50	Reajuste de nipple de varilla de nivel de aceite por fuga.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	19/11/2016 3:00	19/11/2016 4:00	Se observo fuga de gases de escape por abrazadera central rota de turbo de alta RBF, se procedio a realizar el cam
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	19/11/2016 4:00	19/11/2016 4:20	Se observo fuga de aceite por tapa de llenado, se realizo el cambio de tapa.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	12/12/2016 20:00	13/12/2016 6:45	Cambio de turbo de alta LBF por tener juego entre núcleo y caracol de fuego, fuga de gases de escape.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	13/12/2016 1:00	13/12/2016 3:00	Cambio de termocupla 1, 2 y 3UB por presentar arnes cortado

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

Fuente: Distribidora CUMMINS PERU

UNIDAD	MODELO	SERIE	FECHA DE PAGA	FECHA DE OPERATIVO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	18/12/2018 12:00	Revisión de motor por fuga de aceite por escape de tomas de balancines de cilindros 750
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	17/12/2018 22:43	La zona superior de aceite de motor, inspección de niveles de fluidos
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	18/12/2018 23:00	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor

UNIDAD	MODELO	SERIE	FECHA DE PAGA	FECHA DE OPERATIVO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	19/09/2018 05:00	Calibración de ECM Quecummins con versión 1050521.99
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	29/09/2018 12:00	Cambio de aceite 110 por aceite de motor Cummins DCF aceite garantizado
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	9/10/2018 22:45	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	18/10/2018 11:45	Revisión de nivel de aceite de combustible por fuga hacia los cilindros
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	15/10/2018 19:00	Cambio de turbinas de alta velocidad de escape de turbina de alta velocidad, cambio de
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	15/10/2018 07:00	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	26/10/2018 00:00	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	6/11/2018 00:20	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	14/11/2018 20:00	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	17/11/2018 21:30	Cambio de aceite de motor por fuga de aceite por escape de tomas de balancines de cilindros 750
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	17/12/2018 14:30	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	8/12/2018 08:20	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	16/12/2018 17:45	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de

UNIDAD	MODELO	SERIE	FECHA DE PAGA	FECHA DE OPERATIVO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	6/08/2018 11:45	Revisión por fuga de aceite por el lado derecho de la zona de escape de los cilindros
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	6/08/2018 23:25	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	13/08/2018 12:10	Cambio de turbinas de alta velocidad de escape de turbina de alta velocidad, cambio de
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	10/08/2018 18:15	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	10/08/2018 12:10	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	12/08/2018 01:00	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	13/08/2018 01:00	Medida vida de motor por horas de operación
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	15/08/2018 15:00	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	16/08/2018 02:30	Cambio de aceite por escape de cilindros de escape de escape (C1500)
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	16/08/2018 02:30	Revisión de motor por escape de cilindros de escape de escape (C1500)
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	19/08/2018 12:20	Inspección de motor por escape de cilindros de escape de escape. No hay olor de
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	21/08/2018 15:15	Cambio de turbinas de alta velocidad de escape de turbina de alta velocidad, cambio de
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	21/08/2018 15:55	Cambio de aceite de motor por escape de cilindros de escape de escape
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	24/08/2018 17:00	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	4/09/2018 13:30	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	4/09/2018 13:00	Cambio de aceite de motor por escape de cilindros de escape de escape
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	4/09/2018 15:00	Cambio de aceite de motor por escape de cilindros de escape de escape
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	9/09/2018 01:15	Inspección de motor por escape de cilindros de escape de escape
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	9/09/2018 02:00	Inspección de motor por escape de cilindros de escape de escape
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	18/09/2018 04:45	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	27/09/2018 09:30	Revisión de motor por fuga de aceite, no se encuentra fuga
HT022	930C-43E	QSK74C	6630749	29/09/2018 13:00	Revisión y niveles de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de

FIGURA 4.17 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 - HT022

FIGURA 4.18
REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT024

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT024	930E-4SE	QSK78	66302684	3/08/2016 20:30	4/08/2016 08:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT024	930E-4SE	QSK78	66302684	4/08/2016 07:30	4/08/2016 05:40	Cambio de termopla 4B3 por circuito abierto
HT024	930E-4SE	QSK78	66302684	7/08/2016 05:50	7/08/2016 06:20	Limpieza de conector de termopla 418 por falso contacto
HT024	930E-4SE	QSK78	66302684	14/08/2016 17:30	14/08/2016 18:20	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT024	930E-4SE	QSK78	66302684	20/08/2016 20:50	20/08/2016 21:50	Inspección por ventana de oportunidad por fuga de aceite hidráulico
HT024	930E-4SE	QSK78	66302684	24/08/2016 10:00	24/08/2016 17:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT024	930E-4SE	QSK78	66302684	24/08/2016 11:50	24/08/2016 16:00	Cambio de termopla E1 por corto circuito
HT024	930E-4SE	QSK78	66302684	24/08/2016 12:00	24/08/2016 18:00	Cambio de sellos de Inyectores 4R por eventos de baja temperatura
HT024	930E-4SE	QSK78	66302684	28/08/2016 21:00	28/08/2016 23:00	Limpieza de conector de termopla E1 por aviso de falla en circuito
HT024	930E-4SE	QSK78	66302684	30/08/2016 09:00	30/08/2016 11:00	Cambio de filtros por saturación
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	5/09/2016 13:00	5/09/2016 14:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	7/09/2016 13:30	7/09/2016 16:35	Cambio de filtros de combustible por estar saturados
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	8/09/2016 07:30	8/09/2016 08:30	Cambio de válvula shut off por estar en mal estado
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	8/09/2016 09:00	8/09/2016 09:40	Limpieza de conectores de termopla 4R3 por pérdida de potencia. Se mide la resistencia 8.2 Ohms. Se entrega equipo operativo
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	10/09/2016 12:00	10/09/2016 16:45	Embudo de termopla 4, 5 y 6R3 por baja potencia en cilindro 4R3
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	17/09/2016 00:30	17/09/2016 07:00	Cambio de termopla S1 por circuito con falla

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	17/09/2016 00:30	17/09/2016 07:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	25/09/2016 04:45	25/09/2016 05:55	Cambio de filtros de combustible por saturación. En la medición se tiene 8 inch
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	28/09/2016 02:10	28/09/2016 04:30	PrePM
HT024	930E-4SE	QSK78	66302684	1/10/2016 00:50	1/10/2016 03:50	Limpieza de actuadores y sensor de RPM por pérdida de potencia
HT024	930E-4SE	QSK78	66302684	1/10/2016 10:15	1/10/2016 14:40	Inspección de sistema de combustible, cambio de actuador y pruebas del motor.
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	5/10/2016 21:00	5/10/2016 23:30	Se realizó la evaluación e inspección de los actuadores timing y metering, limpieza de carbón de la bomba de combustible, se realizaron pruebas quedando operativo.
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	13/10/2016 22:00	14/10/2016 07:00	Cambio de turbo de baja LRF
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	13/10/2016 22:00	24/10/2016 10:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	14/10/2016 07:00	14/10/2016 13:40	Cambio de termopla 4R3 por circuito abierto. Se solicita garantía de repuesto nuevo
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	14/10/2016 07:00	14/10/2016 08:00	Actualización de calibración quantum
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	22/10/2016 13:20	22/10/2016 12:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	24/10/2016 15:30	24/10/2016 17:05	Montaje y desmontaje de manguera de tanque igualador a bomba de agua principal por fuga de refrigerante.
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	7/11/2016 15:45	7/11/2016 21:00	Evaluación de termopla 4R3, sin observaciones. Intercambio de ECM, problema persiste. Evento de baja potencia
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	7/11/2016 15:45	7/11/2016 19:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	7/11/2016 21:00	7/11/2016 22:30	Cambio de abrazadera central de turbo de alta LRF por estar defectuosa

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	7/11/2016 22:30	8/11/2016 01:10	Reparación de conector de harness LR por eventos de baja potencia en termopla 4R3. Extracción de perno roto. Se coloca nuevo perno
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	25/11/2016 11:30	25/11/2016 12:00	Evaluación de data e inspección de motor aprovechado durante parada por Cometas. Inspección del sistema específico
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	28/11/2016 02:20	28/11/2016 02:40	Evaluación de data e inspección de motor aprovechado durante parada por Cometas. Inspección del sistema específico
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	28/11/2016 10:45	28/11/2016 11:21	Limpieza de actuadores de sistema de combustible por contaminación en cilindro
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	29/11/2016 05:00	29/11/2016 05:45	Limpieza de sensor de velocidad por pérdida de potencia. Luz amber en motor
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	30/11/2016 01:30	30/11/2016 06:30	Se evalúan sensores de velocidad y actuadores. Sin observaciones de motor.
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	2/12/2016 19:30	4/12/2016 18:40	Medida vida turbinas de alta (R2M, R2R, R3F, R3M, R3R) y turbinas de baja (R2M)
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	4/12/2016 00:00	4/12/2016 04:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	11/12/2016 03:30	11/12/2016 05:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT024	930E-4SE	QSK78-C	66302684	28/12/2016 02:00	28/12/2016 04:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

**FIGURA 4.19
 REPORTE DE OPERACIONES MOTOR QSK78 – HT001**

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT001	930E-4SE	QSK78	66302279	9/08/2016 17:15	10/08/2016 05:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT001	930E-4SE	QSK78	66302279	10/08/2016 05:00	10/08/2016 01:00	Cambio de abrazadera de ingreso a turbo de baja UEM por rotura
HT001	930E-4SE	QSK78	66302279	14/08/2016 07:30	14/08/2016 09:00	Inspección de válvulas shut off por estar trabado. Evento código falla 259
HT001	930E-4SE	QSK78	66302279	27/08/2016 02:15	27/08/2016 04:30	Cambio de filtros de combustible por saturación. Se encontró combustible a menos de 1/4 de litro.
HT001	930E-4SE	QSK78	66302279	30/08/2016 05:00	30/08/2016 04:30	Cambio de filtros por saturación. Se limpió el actuador de metering
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	2/09/2016 12:30	2/09/2016 18:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de Filtros de combustible
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	2/09/2016 18:00	2/09/2016 17:00	Cambio de bracoapla 1, 2 y 3PS por lecturas erráticas
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	6/09/2016 14:35	6/09/2016 15:30	Cambio de filtros por saturación. Medición de restricción 9 in - 1kg
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	10/09/2016 16:40	10/09/2016 18:30	Cambio de filtros por saturación.
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	13/09/2016 12:20	14/09/2016 00:20	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	24/09/2016 22:20	25/09/2016 03:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de Filtros de combustible
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	25/09/2016 16:00	25/09/2016 19:00	Cambio de sellos de bomba de aceite por fuga
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	27/09/2016 23:00	28/09/2016 00:40	Cambio de filtros de combustible por saturación. En la medición se tiene 10 in-kg
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	28/09/2016 10:25	28/09/2016 10:35	Cambio de purgador de bomba de combustible por estar trabado
HT001	930E-4SE	QSK78	66302279	27/10/2016 00:30	27/10/2016 05:30	Medición de restricción de filtros, cambio de filtros y prueba final
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	4/10/2016 15:15	4/10/2016 16:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT001	930E-4SE	QSK78	66302279	7/10/2016 16:30	7/10/2016 18:00	Se realizó verificación de restricción de filtros de combustible realizando su cambio, se hicieron pruebas en el motor con carga teniendo la presión de la cámara de combustible de 380 psi.
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	18/10/2016 08:00	18/10/2016 16:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de Filtros de combustible
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	18/10/2016 16:30	18/10/2016 16:50	Cambio de sello de línea de retorno de combustible por fuga
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	18/10/2016 16:50	18/10/2016 18:10	Ajuste de calibración de sensor
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	19/10/2016 04:05	19/10/2016 04:30	Cambio de sensor de presión de combustible por lectura errática
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	27/10/2016 03:30	27/10/2016 04:50	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	30/10/2016 08:20	30/10/2016 09:15	Cambio de oring de cartera de retorno por fuga
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	16/11/2016 20:00	16/11/2016 23:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	29/11/2016 03:00	29/11/2016 05:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	29/11/2016 20:00	30/11/2016 00:00	Cambio de aceite de motor por condición
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	2/12/2016 21:00	2/12/2016 21:10	Se realizó el muestreo de aceite de motor (el motor parado por tiempo)
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	7/12/2016 15:30	7/12/2016 18:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	19/12/2016 00:00	19/12/2016 04:30	Cambio de cartera flexible de retorno de aceite de turbo de alta RPM por fuga
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	21/12/2016 05:30	21/12/2016 06:00	Evaluación de data e inspección de motor aprovechado durante parada por consumo. Inspección del sistema speed
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	25/12/2016 07:30	25/12/2016 11:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de Filtros de combustible

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT001	930E-4SE	QSK78-C	66302279	25/12/2016 08:00	25/12/2016 10:00	Se realizó el cambio de abrazadera de ducto de admisión de aftercooler KSM se encontraron dañados.

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

4.5.2 Reporte de operaciones del motor Cummins Modelo QSK78 periodo 2017.

A continuación, se presentan los reportes operacionales pertenecientes a los 14 motores que se encuentran en periodo de investigación año desde enero a mayo 2017.

**FIGURA 4.20
 REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78- 2017-HT001**

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD			TEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO	
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PASAJA OPERATIVO	FECHA DE OPERATIVO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	17/07/2017 15:00	17/07/2017 15:00	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	30/07/2017 11:15	30/07/2017 12:15	Descarga y recambio de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	17/07/2017 22:30	18/07/2017 02:30	Se realizó la inspección del sensor de nivel de aceite del tanque de motor.
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	17/07/2017 22:30	18/07/2017 02:30	Descarga y recambio de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	17/07/2017 22:30	18/07/2017 02:30	Se realizó el desmontaje de estructura central de turbo de alta RPM por fuga de gases de escape.
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	23/07/2017 09:00	23/07/2017 09:30	Inspección de motor por ventana de oportunidad
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	27/07/2017 09:30	27/07/2017 12:30	Descarga y recambio de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	27/07/2017 09:30	27/07/2017 12:30	Arreglo del equipo encontrado varios centros de carga 318 machos, realizando prueba con carga, realizando cambio de filtros de combustible por pérdida de potencia de motor cuando equipo operativo
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	30/07/2017 06:30	30/07/2017 07:30	Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	30/07/2017 06:30	30/07/2017 07:30	Descarga y recambio de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	12/02/2017 01:05	12/02/2017 15:07	Combinación de aceite
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	12/02/2017 01:05	12/02/2017 15:07	Cambio de aceite de inyectores por operación de 4500 horas después de la media vida
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	17/02/2017 02:00	17/02/2017 02:00	Reemplazo de sensores de temperatura del sistema LHA por sensores LHP.
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	19/02/2017 12:35	19/02/2017 13:05	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	26/02/2017 23:30	26/02/2017 23:30	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	27/02/2017 15:00	27/02/2017 15:00	Inspección de sensores temperatura por tener evento de código 222. Evaluación de data de motor.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD			TEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO	
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PASAJA OPERATIVO	FECHA DE OPERATIVO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	9/03/2017 14:55	9/03/2017 14:55	Descarga y recambio de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	9/03/2017 15:10	9/03/2017 15:00	Inspección de conectores de temperatura 929 por alta temperatura
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	9/03/2017 15:30	9/03/2017 15:30	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Limpieza de actuadores y filtros de agua de combustible.
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	9/03/2017 15:50	9/03/2017 17:40	Cambio de abstracción central de turbo de alta RPM por estar roto
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	13/03/2017 02:00	13/03/2017 02:00	Descarga y recambio de agua. Inspección general del motor diesel, se encuentra esguera de crossover roto, se procede con el cambio, se realiza caja de carga con aceite conector.
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	13/03/2017 21:51	13/03/2017 01:00	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	19/03/2017 23:00	20/03/2017 00:20	Descarga y recambio de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	20/04/2017 01:30	20/04/2017 01:30	Descarga y recambio de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de aceite / Cambio de filtros de combustible
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	20/04/2017 01:30	20/04/2017 01:30	Inspección del motor cuando turbo fuga de refrigerante por escape del tubo de bypass de la bomba principal, se detecta refrigerante, desmontaje de tubo del bypass de la bomba principal, se realiza el montaje de tubo de bypass de la bomba principal.
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	20/04/2017 03:00	20/04/2017 15:30	Se realizó la inspección del motor cuando turbo fuga de agua por el turbo de alta RPM, se encuentra abstracción central suelta del turbo de alta RPM, se realizó el desmontaje de estructura superior de escape, abstracción de escape y abstracción de turbo, se detecta el cambio del turbo de alta RPM
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	20/04/2017 07:30	20/04/2017 10:00	Se realizó la inspección cuando turbo fuga de agua, se detecta agua en el tanque de agua, se realizó el desmontaje de turbo, se realizó la inspección cuando turbo fuga de agua, se detecta agua en el tanque de agua, se realizó el desmontaje de turbo, se realizó el montaje de turbo, se realizó el ajuste del nivel de agua.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD			TEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO	
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PASAJA OPERATIVO	FECHA DE OPERATIVO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	27/04/2017 13:00	27/04/2017 13:30	Realizando la inspección se observó la cartilla Filtros de agua de refrigerante roto procediendo a realizar el desmontaje y reemplazo de la cartilla.
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	30/04/2017 09:00	30/04/2017 10:50	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	12/04/2017 02:50	12/04/2017 04:00	Descarga y recambio de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	12/04/2017 03:55	12/04/2017 03:00	Cambio de abstracción de escape superior de escape, abstracción de escape y abstracción de turbo, se realizó la inspección de estructura superior de escape, abstracción de escape y abstracción de turbo, se detecta el cambio del turbo de alta RPM
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	22/04/2017 21:45	23/04/2017 02:15	Cambio de filtros de combustible
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	23/04/2017 15:00	23/04/2017 04:00	Cambio de abstracción central
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	15/05/2017 21:45	15/05/2017 22:20	Cambio de filtros de combustible por baja potencia
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	31/05/2017 16:00	31/05/2017 16:00	Inspección de freno de motor, abstracción de agua de refrigerante por código 11. Se realizó prueba de carga y descarga de data
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	31/05/2017 20:00	1/06/2017 01:00	Descarga y recambio de agua / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible
HT001	930E-4SE	QSK78-C	65302279	1/06/2017 20:00	1/06/2017 01:00	Se realizó caja de carga, inspección de motor cuando turbo fuga de refrigerante por el escape central del turbo de alta RPM y se realizó el desmontaje de los tubos del sistema LHA de la parte abstracción izquierda, se realizó el ajuste del nivel de agua, se realizó el montaje de los tubos del sistema LHA

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOP	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	09/05/2017 14:00	09/05/2017 23:30	Cambio de fan clutch por excesivo juego axial y radial.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	10/05/2017 3:50	10/05/2017 4:50	Cambio de manguera de sistema de refrigeración LTA por fuga.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	14/05/2017 9:30	14/05/2017 10:00	Se realizó inspección del sistema de admisión, sistema de escape, fugas de aceite, refrigerante y revisión de nty.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	15/06/2017 1:30	15/06/2017 1:50	Cambio de pernos de colector de escape por no encontrarse en el motor.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	15/06/2017 1:50	15/06/2017 4:50	Cambio de manguera de lubricación de masa de ventilador por fuga.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	26/05/2017 11:00	26/06/2017 12:00	Descarga de información y evaluación de la misma e inspección de motor, llenado de aceite al tanque de reserva.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	19/07/2017 22:00	20/07/2017 04:00	Cambio de abrazadera central de turbo de alta LBR por estar fracturada.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	20/07/2017 2:00	20/07/2017 3:30	Cambio de faja de ventilador por estar deteriorada.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	20/07/2017 8:40	20/07/2017 11:30	Cambio de perno de base de alternador de 24V por rotura.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	17/08/2017 21:40	17/08/2017 22:30	Cambio de pernos fracturados de crossover LBM por fuga de aire de admisión.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	24/08/2017 20:30	25/08/2017 6:30	Se realizó la inspección y se observa el turbo de baja LBF por pese de aceite al múltiple de admisión, se realizó el
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	25/08/2017 7:00	25/08/2017 10:00	Se realizó la inspección encontrando fuga de aceite por la manguera de retorno de turbo de alta y baja RBF.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	25/08/2017 11:00	25/08/2017 12:00	Verificación de horómetro de módulos ECM.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	26/08/2017 8:00	26/08/2017 9:00	Se realizó la toma de muestra de refrigerante, encontrándolo sin problemas.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	27/08/2017 15:10	27/08/2017 18:10	Se realizó la inspección encontrando fuga de aceite de motor por tapa de conjunto centrífugo se realizó limpieza
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	31/08/2017 0:40	31/08/2017 1:30	Se realizó la descarga de data Cense y Quantum, se inspeccionó motor, no encontrando ningún evento, el equip
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	03/09/2017 9:10	03/09/2017 9:40	Reajuste de cañerías de ingreso de refrigerante al turbo de alta RBR por encontrarse suelta. Evento de fuga.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	04/09/2017 7:55	04/09/2017 8:55	Cambio de nipple de refrigerante de turbo de alta RBF por estar deteriorado. Evento de fuga de refrigerante.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	04/09/2017 11:50	04/09/2017 14:15	Cambio de manguera de sistema LTA por estar rota. Evento de fuga.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOP	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	07/09/2017 15:50	07/09/2017 17:30	Evaluación de motor por alarma de en cabina. Se observa bajo nivel de aceite. Se realiza el relleno.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	12/09/2017 11:30	12/09/2017 12:30	Cambio de manguera de crossover RBM por estar rota.
HT003	930E-4SE	QSK78-C	66302465	14/09/2017 16:40	14/09/2017 18:10	Relleno de aceite por bajo nivel. Inspección de motor, sin observaciones.

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.23
REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78-2017- HT005

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOP	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	05/01/2017 19:30	05/01/2017 23:00	Cambio de termocupla ZLB por código activo. Se instala mejorada con soporte.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	10/01/2017 10:30	10/01/2017 12:30	Instalación de sensor de nivel de aceite en tanque de reserva.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	10/01/2017 13:00	10/01/2017 14:00	Se instala abrazadera de tubería de retorno de aceite de turbo de alta LBM la no presentaba abrazadera.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	10/01/2017 14:30	10/01/2017 17:00	Fuga de aceite por empacadura de tubería de retorno de aceite de turbo de alta LBR.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	17/01/2017 11:25	17/01/2017 12:05	Se realizó la instalación del Oyrus (specto).
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	17/01/2017 11:25	17/01/2017 12:05	Se realizó muestra de aceite de motor por seguimiento.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	08/02/2017 9:00	08/02/2017 9:40	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	18/02/2017 13:00	18/02/2017 14:00	Cambio de sello de válvula shut off por fuga. Sello dañado. Se inspeccionó el motor encontrando fuga de aire por crossover, desmontaje, limpieza y cambio de empaque de crossover LBM.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	23/02/2017 20:00	23/02/2017 20:30	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	28/02/2017 12:40	28/02/2017 13:15	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	10/04/2017 0:35	10/04/2017 3:40	Se realizó la inspección del motor y se encontró el solenoido de la válvula de control de centinela dañado por calor.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	20/04/2017 15:00	20/04/2017 16:30	Inspección del motor encontrando las abrazaderas de Bellow posterior derecha suelta, se realizó el ajuste y cent
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	09/05/2017 6:30	09/05/2017 9:50	Cambio de temporizador de faja de ventilador por deformación.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	27/05/2017 13:30	27/05/2017 14:00	Se realizó inspección de motor diesel, verificación de niveles de fluido de motor diesel. Se realizó la inspección encontrando reten de poleta de mando de bomba de combustible deteriorada, se cambia reten. No había stock de reten en almacén, se ordena al mando del centro para baja del accesorio.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	08/06/2017 15:25	08/06/2017 4:00	Cambio de mangueras y empaques de aftercoolers RBM y RBR por estar rotas. Fuga de refrigerante.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	12/07/2017 7:30	12/07/2017 9:45	Se realizó la descarga de data encontrándose alta temperatura en el banco izquierdo, se encontró una abrazadera
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	21/07/2017 19:30	24/07/2017 1:00	Cambio de módulo de potencia por adelanto de Overhaul. Ingresó motor con OH desde Antamina.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOP	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	25/07/2017 10:00	25/07/2017 10:30	Instalación de protectores térmicos de crossover e aftercooler.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	29/07/2017 5:30	29/07/2017 6:00	Cambio de aceite de motor por procedimiento. Motor cambiado.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	01/08/2017 3:20	01/08/2017 3:45	Cambio de filtros de combustible por estar saturados y evento de baja potencia.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	07/08/2017 9:30	07/08/2017 11:15	Se realizó el cambio de filtros de combustible por encontrarse saturados.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	10/08/2017 6:20	10/08/2017 8:35	Cambio de sello de tapa, biela RBR por fuga de aceite.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	13/08/2017 22:00	13/08/2017 23:00	Verificación de horómetro de módulos ECM.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	13/08/2017 22:00	14/08/2017 0:00	Cambio de sello de nipple de manguera de ingreso a la bomba LTA por fuga.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	14/08/2017 1:00	14/08/2017 3:00	Cambio de válvula shut off por encontrarse contaminado.
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	08/09/2017 0:10	08/09/2017 2:10	Limpieza de conector de ECM Quantum por estar sulfurado. Por haber código 123 activo por sensor de presión de
HT005	930E-4SE	QSK78-C	66302475	11/09/2017 21:00	11/09/2017 21:30	Cambio de malla de actuador de metering por estar contaminado.

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.24
REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78-2017- HT007

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	01/01/2017 10:00	01/01/2017 10:30	Muestreo de aceite aprovechado durante pre lavado de equipo
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	04/01/2017 23:20	04/01/2017 23:30	Muestreo de aceite por seguimiento de Cu y Pb.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	05/01/2017 14:45	05/01/2017 15:20	Limpieza de conectores de amplificador de voltaje de termoplas 9L y 9R.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	08/01/2017 12:00	08/01/2017 12:10	Se realiza la muestra de toma de aceite 15W40 de motor diesel
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	13/01/2017 2:00	13/01/2017 4:00	Instalación de sensor de nivel de aceite en tanque de reserva
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	20/01/2017 16:30	20/01/2017 16:50	Muestreo de aceite de motor por seguimiento por presencia de cobre
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	23/01/2017 0:15	23/01/2017 0:30	Muestreo de aceite de motor por seguimiento por presencia de cobre
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	27/01/2017 9:30	27/01/2017 10:00	Se realiza relleno de aceite por encontrarse con bajo nivel. Se aprovecha para sacar muestra.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	04/02/2017 7:00	04/02/2017 11:00	Inspección visual y análisis del sensor de blow by, intercambiando con el sensor del HT041 (cuando equipo operativo HT007)
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	11/02/2017 21:45	11/02/2017 23:11	Cambio de filtros de combustible por presentar saturación y evento de baja presión en riel. Limpieza de actuadores
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	19/02/2017 23:00	19/02/2017 21:30	Evaluación de motor por evento de no arranque de motor. Se revisa data e inspecciona motor. No se encuentra
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	24/02/2017 22:30	25/02/2017 0:00	Inspección general de motor, verificar niveles de fluidos, inspección y limpieza de actuadores de sistema de con
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	01/03/2017 13:30	01/03/2017 21:30	Cambio de cañería de retorno de aceite del turbo de alta LBR por fuga
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	21/03/2017 7:15	21/03/2017 9:00	Relleno de combustible por bajo nivel, evento de baja propulsión. Se hizo descarga de data.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	22/03/2017 20:04	22/03/2017 21:54	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	27/03/2017 13:00	27/03/2017 12:00	Cambio de válvula de drenaje de aceite por fuga
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	28/04/2017 13:00	28/04/2017 14:00	Se realizó la inspección encontrando fuga de aceite por tapa de balancines, se desmontó la tapa de balancines p
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	28/04/2017 16:00	28/04/2017 18:00	Se realizó el monitoreo de parámetros con el motor apagado, encontrando lecturas mayor a cero en el sensor bl

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	07/05/2017 8:10	07/05/2017 8:20	Limpieza de resumen de aceite de tapa de llenado.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	04/06/2017 15:00	04/06/2017 17:00	Se realizó la limpieza del amplificador y de termoplas 9L y 9R, medición de resistencia de la termoplas con va
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	18/06/2017 20:00	18/06/2017 21:10	Evaluación de motor por baja propulsión. Descarga data, inspección fluidos. Sin observaciones.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	19/06/2017 19:00	19/06/2017 20:45	Se realizó la inspección encontrando código de falla 253de bajo nivel de aceite de motor diesel, se midió voltaje d
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	29/06/2017 8:50	29/06/2017 9:50	Inspección de motor por reporte de fuga de refrigerante. Se observa la fuga por parte inferior derecha del readid
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	14/08/2017 9:30	14/08/2017 10:00	Se realiza relleno de refrigerante de motor por reporte de operador. Falta de refrigerante.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	15/08/2017 22:35	15/08/2017 23:00	Inspección de motor por fuga de refrigerante por radiador. Motor sin observaciones. Se rellena refrigerante.
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	20/08/2017 0:10	20/08/2017 22:00	Cambio de sellos de inyector por operación de 4500 horas después de la media vida
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	20/08/2017 2:00	20/08/2017 2:30	Cambio de empaque de sistema de refrigeración LTA por fuga
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	21/08/2017 8:00	21/08/2017 8:30	Verificación de horómetro de módulos ECM
HT007	930E-4SE	QSK78-C	66302173	14/09/2017 8:30	14/09/2017 9:00	Evaluación de motor por exceso de aceite en tanque de reserva. Se observa problemas en bomba de tanque.

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERU

FIGURA 4.25
REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78-2017- HT009

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	03/01/2017 21:00	03/01/2017 22:00	Instalación de sensor de nivel de aceite en tanque de reserva
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	06/01/2017 11:45	06/01/2017 15:15	Se reporta bajo nivel de aceite, se inspecciona motor por nivel fluidos. Se rellena aceite.
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	18/01/2017 12:00	18/01/2017 22:00	Se observa que el motor no apaga encontrando tendencia de cilindros se procede a la evaluación de inyectores real
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	18/01/2017 16:00	18/01/2017 18:00	Durante la inspección y limpieza de shut off se observa desgaste en el componente se procedió a su cambio, se d
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	27/01/2017 13:40	27/01/2017 15:30	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	02/02/2017 15:45	03/02/2017 0:10	Descarga de data, desmontaje de tapa de balancines, tren de balancines e inyector, evaluación del sensor de te
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	04/02/2017 14:50	04/02/2017 16:45	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	10/02/2017 3:00	10/02/2017 3:30	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	12/02/2017 7:00	12/02/2017 18:00	Cambio de termostatos principales y auxiliares por encontrarse dañados. Evento de temperatura anormal de refi
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	28/02/2017 9:10	28/02/2017 10:50	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	10/03/2017 12:20	10/03/2017 13:20	Cambio de manguera de líneas de refrigeración LTA por fuga
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	10/03/2017 12:20	10/03/2017 13:20	Cambio de termoplas LRB por drraño fallado.
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	15/03/2017 6:00	15/03/2017 6:30	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	04/04/2017 2:50	04/04/2017 18:00	Cambio de sellos de inyectores por operación de 4500 horas después de la media vida
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	04/04/2017 3:00	04/04/2017 4:30	Inspección de las abrazaderas centrales de los turbos de alta, se encontró la abrazadera del turbo de alta RBR fit
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	12/04/2017 13:00	12/04/2017 14:45	Limpieza de actuadores del sistema de combustible por estar contaminados
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	12/04/2017 22:10	12/04/2017 23:05	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	08/05/2017 3:30	08/05/2017 4:45	Cambio de abrazadera central de turbo de alta RBR por estar fracturada
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	12/06/2017 20:00	12/06/2017 21:00	Cambio de abrazadera central de turbo de alta LBR por encontrarse girada.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	12/06/2017 21:00	12/06/2017 21:30	Cambio de conector de sensor de blow by por encontrarse pines en mal estado.
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	27/06/2017 3:00	27/06/2017 4:00	Se realizo la inspeccion encontrando abrazadera de cañerías de retorno de aceite de turbo de alta RPM y LBM de
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	05/07/2017 12:00	05/07/2017 12:30	Cambio de protector térmico de aftercooler LB por estar en mal estado
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	05/08/2017 12:30	07/08/2017 23:30	Cambio de módulo de potencia por horas de operación
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	10/08/2017 21:50	11/08/2017 0:00	Cambio de aceite por procedimiento despues de haber cambiado el motor diesel
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	10/08/2017 21:50	11/08/2017 2:40	Cambio de cañería de retorno de aceite de turbo de alta RBR por deterioro
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	26/08/2017 5:30	26/08/2017 6:30	Verificación de horómetro de módulos ECM
HT009	930E-4SE	QSK78-C	66302553	07/09/2017 12:45	07/09/2017 14:45	Limpeza de tapón magnetico por evento de código ZZZ. se encontró limata.

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.26
REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78-2017- HT012

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	04/01/2017 23:00	05/01/2017 2:00	Cambio de termocupla 9FB por baja potencia por presentar valores inestables.
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	04/01/2017 23:00	05/01/2017 0:30	Instalación de sensor de nivel de aceite en tanque de reserva
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	04/01/2017 23:00	05/01/2017 0:30	Cambio de motor hidráulico de eliminador por fuga de aceite por eje
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	05/01/2017 0:00	05/01/2017 1:00	Limpeza de conectores de termocupla 26B por valores inestables
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	06/01/2017 21:50	06/01/2017 22:10	Inspeccion de motor por evento de baja potencia. Problema se debe a equipo.
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	14/01/2017 13:30	14/01/2017 13:40	Se toma muestra de aceite por extensión de PM
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	23/01/2017 20:40	23/01/2017 20:50	Inspeccion de sistema de admisión y registro fotográfico
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	30/01/2017 12:40	30/01/2017 12:50	Muestreo de aceite y de refrigerante de motor por seguimiento
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	04/02/2017 3:30	04/02/2017 3:40	Muestreo de aceite y de refrigerante de motor por seguimiento
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	08/02/2017 0:30	08/02/2017 1:30	Se procedio a inspeccionar termocupla 9F (resistencia), estando dentro de los valores establecidos, se realizo lim
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	11/02/2017 3:00	11/02/2017 11:00	Separación de cable de sensor por corto a tierra. Evento de código ZZZ.
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	16/02/2017 22:00	16/02/2017 22:30	Refrigerante de aceite por bajo nivel. Evento de check de motor por bajo nivel de aceite en tanque de reserva.
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	22/02/2017 20:30	22/02/2017 21:10	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	03/03/2017 2:10	03/03/2017 2:40	Evaluación de datos, reseteo de códigos y recalibración de ECM. Por evento de código de la válvula shut off
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	03/03/2017 10:50	03/03/2017 13:00	Limpeza de válvula shut off por altos cortes de código Z59.
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	11/03/2017 7:00	11/03/2017 9:45	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	17/04/2017 19:00	18/04/2017 18:00	Se realizo la inspeccion debido a que no apagaba el motor, realizando desmontaje de Inyectores 2,3,4RB encont
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	17/04/2017 20:00	17/04/2017 21:30	Se realizo la instalacion de centrifugo descartable
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	27/04/2017 10:20	27/04/2017 10:45	Se realizo descarga de datos CENSE Y QUANTUM, evaluacion durante trabajos por EMSF

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	09/05/2017 14:50	09/05/2017 18:00	Cambio de abrazadera de ducto de escape por estar rota. Ruido extraño
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	23/05/2017 6:30	23/05/2017 18:30	Se realizo la inspeccion, descarga de datos CENSE Y QUANTUM, evaluacion de turbos de alta de RBM donde se en
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	26/06/2017 22:30	27/06/2017 6:30	Se realizo la inspeccion de termocupla 1L2L, 3L, desmontaje de crossover LBF, abrazadera de cable, cambio de co
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	26/06/2017 22:30	27/06/2017 4:30	Se procedio a realizar la inspeccion de manguera, abrazadera y turbo alta RBR encontrando desgaste excesivo en
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	27/06/2017 3:30	27/06/2017 4:30	Se realizo la inspeccion y se observa la faja del alternador deteriorada, procediendo a realizar el desmontaje y cambio de faja
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	28/06/2017 9:30	28/06/2017 10:30	Se procedio a cambiar la cañeria flexible de ingreso del turbo de baja y sellos posicion LBF.
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	03/08/2017 14:00	03/08/2017 15:30	Se realizo el cambio de manguera y abrazadera de crossover posicion LBM por encontrarse fracturadas.
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	03/08/2017 14:00	03/08/2017 17:00	Se realizo la inspeccion encontrando cañeria de retorno de aceite de turbo de baja LBM con humedecimiento, se
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	03/08/2017 15:30	03/08/2017 16:30	Se realizo la instalacion de abrazadera de la manguera de pre.Lub
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	20/08/2017 8:00	21/08/2017 14:00	Cambio de culata 3LB por falla de empaque de culata por fuga de gases de escape
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	21/08/2017 4:00	21/08/2017 4:20	Cambio de sensor blow by por falla interna
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	21/08/2017 21:00	22/08/2017 5:00	Operador reportó vibracion en el equipo, se realizo evaluacion del motor; se encontró giro de motor normal y se
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	23/08/2017 22:00	23/08/2017 23:00	Se realizo la inspeccion del motor y se encontro cañeria de retorno de aceite de turbo de alta RBF doblada, se re
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	23/08/2017 22:00	24/08/2017 5:00	Se realizo la inspeccion del carter del motor, encontrando pernos fracturados, se realizo el drenaje del aceite, se
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	23/08/2017 23:00	23/08/2017 23:20	Se realizo la inspeccion del motor y se encontro la tapa de llenado de aceite en mal estado, se realizo el cambio
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	24/08/2017 7:00	24/08/2017 13:30	Se realizo la inspeccion y se encontro pernos de adapter rotos, se desmontaron y se instalaron nuevos.
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	25/08/2017 11:40	25/08/2017 16:40	Se realizo la medicion de juego axial de chofeñal 0.25, se verifico niveles de fluidos, se arranco y se realizo caja de
HT012	930E-4SE	QSK78-C	66302105	03/09/2017 16:50	03/09/2017 21:10	Se realizo descarga de datos, encontrando código activo de nivel de aceite de motor, se revisa niveles de fluido e

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.27
REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78-2017- HT013

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOP	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	01/01/2017 11:40	01/01/2017 12:23	Cambio de aceite de motor y muestreo por haber realizado cambio de cutata
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	06/01/2017 10:55	06/01/2017 12:10	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	20/01/2017 23:00	21/01/2017 1:00	Se realizo la instalacion de cableado para el sensor de nivel de aceite del tanque de motor, conexiones electricas
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	27/01/2017 11:00	27/01/2017 15:30	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	04/02/2017 8:45	04/02/2017 10:45	Descarga de data se encontro codigos de falla valvula shutoff y actuadores mereting con varios conteos inactivos
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	19/02/2017 7:00	19/02/2017 9:25	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	25/02/2017 16:00	25/02/2017 17:30	Se realizo el cambio del eje y tubo de centrifugo por encontrarse desgastado.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	25/02/2017 22:00	26/02/2017 0:00	En inspeccion realizada se observa fuga de refrigerante por empaque entre brida de bomba de agua principal y tubo
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	02/03/2017 8:30	02/03/2017 9:45	Cambio de sensor de presion de admision por presentar datos erroneos. Evento de baja presion de admision.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	02/03/2017 9:45	02/03/2017 10:00	Cambio de filtros de combustible por saturacion. Evento de baja potencia
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	22/03/2017 1:15	22/03/2017 2:15	Cambio de filtros de combustible por saturacion. Evento de baja potencia
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	22/03/2017 16:00	22/03/2017 17:00	Cambio de amplificador de voltaje de termocuplas 9LB y 9RB por baja potencia.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	22/03/2017 18:00	22/03/2017 18:30	Cambio de termocupla 9LB por mal funcionamiento
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	22/03/2017 17:00	22/03/2017 18:30	Cambio de conjunto centrifugo por desgaste en el eje.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	05/04/2017 19:50	05/04/2017 20:20	Muestreo de aceite e inspeccion de motor
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	07/04/2017 0:00	07/04/2017 1:00	Se realizo la inspeccion encontrando desgaste en las bocinas del eje centrifugo, se realizo el cambio de tubo de escape
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	13/04/2017 5:15	13/04/2017 5:30	Muestreo de aceite por condicion de Cu
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	18/04/2017 12:40	18/04/2017 14:40	Se realiza la inspeccion de la faja del ventilador, se desmonto el conjunto centrifugo del eliminador, verificando
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	18/04/2017 14:30	18/04/2017 14:40	Se tomo muestra de aceite y se realizo inspeccion general de motor.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOP	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	24/04/2017 23:30	25/04/2017 12:00	Se realizo el desmontaje del centrifugo, se encontro tubo de centrifugo con juego excesivo referente al eje del centrifugo
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	14/05/2017 21:00	14/05/2017 21:30	Se realizo la inspeccion del motor, fugas, se tomo muestra de aceite de motor.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	31/05/2017 9:25	31/05/2017 10:00	Se realizo la descarga de data, limpieza de conector de termocupla banco izquierdo, amplificador, reseteo de codigos
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	02/06/2017 14:00	03/06/2017 12:05	Se cambio cutata 4LB por falla de empaque por fuga de gases de combustion.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	06/06/2017 10:00	06/06/2017 11:40	Descarga y evaluacion de data, inspeccion de motor, inspeccion de nivel refrigerante y combustible, evaluacion de
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	09/06/2017 2:20	08/06/2017 3:59	Se realizo el cambio de aceite de motor y tanque auxiliar por el cambio de cutata, toma muestra de aceite, se dio arranque y pruebas.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	17/06/2017 12:30	17/06/2017 13:45	Cambio de bomba prehu por encontrarse en mal estado.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	07/07/2017 17:00	07/07/2017 18:00	Cambio de faja de alternador de 24 V por estar rota.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	07/07/2017 17:00	07/07/2017 18:00	Cambio de cañeria de retorno de aceite de turbo de baja LEM por estar en mal estado
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	07/07/2017 19:00	07/07/2017 22:00	Limpieza de conectores de termocuplas 9LB y 9RB por fundon erratica
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	07/07/2017 22:00	08/07/2017 0:00	Reposicion de espaciadores de soporte de mangueras por no encontrarse en el motor.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	25/07/2017 14:00	25/07/2017 17:50	Evaluacion de inyector 7RB y calibracion. Evento de baja potencia
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	11/08/2017 2:55	11/08/2017 3:55	Cambio de manguera de admision de turbo de baja LEM por estar dañada
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	12/08/2017 0:00	12/08/2017 6:30	Cambio de abrazadera central de turbo de alta LEM por estar deteriorada.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	17/08/2017 7:30	17/08/2017 9:00	Limpieza de conectores de termocupla 4RB por evento de baja potencia. Conector con polvo.
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	15/09/2017 19:00	16/09/2017 16:30	Cambio de sellos de Inyectores por operacion de 4500 horas despues de la media vida
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	15/09/2017 21:00	15/09/2017 22:00	Recalibracion de ECM 5mm Quantum D60311.18 por campaña C1921
HT013	930E-4SE	QSK78-C	66302285	15/09/2017 22:00	16/09/2017 2:00	Cambio de inyector 11B por falla de resorte interno. Atencion por garantia.

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.28
REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78-2017- HT014

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODEL	MOTOP	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	04/01/2017 0:00	04/01/2017 2:00	Instalacion de sensor de nivel de aceite en tanque de reserva
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	25/01/2017 1:40	25/01/2017 2:15	Muestreo de aceite de motor por seguimiento por ampliacion de frecuencia de PM
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	07/02/2017 1:00	07/02/2017 4:00	Se verifico resumen de refrigerante por ducto de bomba LTA hacia la caja de termostatos LTA, drenaje de refrigerante
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	08/02/2017 7:00	08/02/2017 15:00	Se realizo la evaluacion de sensor de blow by, se realizo la instalacion de soporte de tubo de admision del turbo
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	10/02/2017 22:00	10/02/2017 22:20	Ajuste de abrazadera de manguera de refrigerante del sistema LTA por estar suelta. Fuga de refrigerante
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	07/03/2017 2:00	07/03/2017 3:00	Cambio de cedazo de actuador por estar dañado
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	10/04/2017 23:00	11/04/2017 0:00	Cambio de empaque de caja de balancines 2R8 por fuga de aceite
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	11/04/2017 21:00	11/04/2017 22:00	Cambio de válvula shut off por encontrarse contaminado
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	28/04/2017 12:00	27/04/2017 18:00	Cambio de bomba de agua principal por desgaste de rodamiento de la bomba. Evento de codigo 222, se trasiada
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	12/05/2017 12:30	12/05/2017 18:20	En inspeccion realizada se observo fuga de aceite por empaquetadura de caja de balancines de unidad 2R, proced
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	12/05/2017 20:00	12/05/2017 21:00	Se procedio a la inspeccion general del motor, encontrando que el buje del centrifugo con juego excesivo, y el en
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	15/05/2017 9:10	15/05/2017 9:25	Se encontro fuga en tapa de eliminador, tapa de llenado suelta realizando su ajuste
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	23/05/2017 21:10	24/05/2017 0:50	Se realizo la inspeccion encontrando fuga de aceite por la manguera de retorno de aceite del turbo de baja RPM
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	06/06/2017 8:15	07/06/2017 0:30	Se realizo el cambio de manguera de retorno de turbo alta RPM por encontrarse dañada
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	07/06/2017 9:45	08/06/2017 11:15	Se realizo cambio de filtro eliminador por presentar fisura en cuerpo. Se intento aplicar un sellador temporal en c
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	20/06/2017 20:00	20/06/2017 21:30	Se realizo la inspeccion, desmontaje de ductos de admision, desmontaje de abrazadera central de turbo de alta
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	21/06/2017 7:15	21/06/2017 10:00	En la inspeccion se visualiza fuga de aceite por la tapa de balancines del cilindro 1L8, se realizo el desmontaje de
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	26/06/2017 5:00	26/06/2017 6:30	Se realizo la inspeccion y se verifico alta temperatura en la carcasa de alternador, giro restringido de eje de altern
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	28/06/2017 9:00	28/06/2017 9:30	Descarga y evaluacion de data, inspeccion de motor diesel (no presenta fuga), reajuste de abrazadera de admisi

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODEL	MOTOP	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	09/07/2017 7:30	09/07/2017 10:30	Limpieza de conectores de sensor de presion de intercooler por código activo
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	26/07/2017 22:00	26/07/2017 22:30	Verificacion de horometro de módulos ECM
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	27/07/2017 7:30	27/07/2017 11:00	Cambio de harness RB por falla interna debido a que no envia señal de sensor de presion de intercooler
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	20/08/2017 17:25	20/08/2017 17:45	Muestreo de aceite por seguimiento de motor.
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	29/08/2017 11:00	29/08/2017 18:00	Desmontaje de inyectores 9L, 3R, 3R, 7L, se cambio sellos, montaje de inyectores con sellos nuevos, calibracion de
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	29/08/2017 13:00	29/08/2017 18:00	Desmontaje de termocopias 1L, 4L, los cuales presentan funciones erroneas, se realizo el cambio de las termocu
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	30/08/2017 11:00	30/08/2017 11:30	Verificacion de horometro de módulos ECM
HT014	930E-45E	QSK78-C	66302530	01/09/2017 10:00	01/09/2017 11:15	Se realizo la descarga de data Cense y Quantum, se inspecciono motor, no encontrando ningun evento, el equip

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.29
REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78-2017- HT016

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODEL	MOTOP	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	04/01/2017 1:00	04/01/2017 2:00	Instalacion de sensor de nivel de aceite en tanque de reserva
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	04/01/2017 2:00	04/01/2017 4:00	Cambio de termocupla 9R8 por valores erráticos
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	21/01/2017 18:00	23/01/2017 9:00	Ejecucion de media vida. Cambio de 18 inyectores, 01 turbos de alta y 02 turbos de baja
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	24/01/2017 22:05	24/01/2017 23:30	Muestreo de aceite de motor por seguimiento por ampliacion de frecuencia de PM
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	13/02/2017 1:30	11/02/2017 2:30	Instalacion de abrazadera de cañeria de retorno de aceite de turbo de alta 1B4 y 1B4. Abrazadera no se encontr
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	18/02/2017 15:10	18/02/2017 15:50	Reparacion de válvula de drenaje de aceite por fuga
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	21/02/2017 8:15	21/02/2017 9:50	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	11/03/2017 10:50	11/03/2017 15:10	Baja presion de admision en el lado derecho, se encontro presencia de agua en el turbo de alta RPM, realizando
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	19/03/2017 3:30	19/03/2017 4:00	Se realizo descarga de data cense, evaluacion de data, se verifico parametros de ambos bancos encontrando que
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	12/04/2017 23:30	13/04/2017 0:00	Evaluación de pre lub por llamado de operador, inspeccion del motor. No hay observacion
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	05/05/2017 9:00	05/05/2017 13:00	Cambio de termocupla 3L8 por circuito fallado
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	06/05/2017 22:00	07/05/2017 0:00	Cambio de manguera de retorno de combustible por fuga debido a fisura
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	07/05/2017 3:00	07/05/2017 5:30	Cambio de alternador de 24V por presentar alta temperatura.
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	12/05/2017 9:00	12/05/2017 10:20	Descarga de data y evaluacion de data cense (F/C 222 INACTIVO), inspeccion de cables de alimentacion a tapones
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	17/05/2017 3:40	17/05/2017 3:40	Se realizo inspeccion de motor diesel, verificacion de niveles de fluidos de motor diesel
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	23/05/2017 21:31	23/05/2017 22:50	Se realizo la descarga de data y evaluacion por codigos de falla activos, se realizo el cambio del sensor de presion
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	01/06/2017 21:55	01/06/2017 22:05	Se realizo inspeccion de motor diesel, verificacion de niveles de fluidos de motor diesel
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	29/06/2017 7:15	29/06/2017 12:00	Cambio de mangueras y empaques de aftercoolers RB4 y RB4 por estar rotas, fuga de refrigerante
HT016	930E-45E	QSK78-C	66302215	29/06/2017 13:00	29/06/2017 22:00	Cambio de perno de sujecion de alternador de 24 v por estar roto

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	13/07/2017 4:40	13/07/2017 5:30	Cambio de filtros de combustible por estar saturados y evento de baja potencia.
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	04/08/2017 9:00	04/08/2017 12:00	Se realizo la inspeccion y limpieza de termocupla 9L Y 9R, limpieza de amplificador
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	04/08/2017 10:00	04/08/2017 12:00	Reajuste general de abrazaderas central de turbo de alta por fuga de gases de escape.
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	04/08/2017 19:30	04/08/2017 20:00	Verificación de horómetro de módulos ECM
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	04/08/2017 20:00	04/08/2017 22:00	En la inspeccion se observa fuga de aceite por la tapa de llenado de aceite al tanque de reserva, se realizo el cambio de aceite.
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	12/08/2017 7:30	12/08/2017 8:00	Evaluación de motor por pérdida de potencia. No se encontró observaciones. Se dejó equipo a cargo de Komatsu
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	22/08/2017 20:40	22/08/2017 22:15	Se realizo la descarga de data CENSE y QUANTUM, se encontro código de falla activo sensor de gases de carter, se reemplazo.
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	09/09/2017 21:40	11/09/2017 6:00	Cambio de sellos de inyector por operación de 4500 horas despues de la media vida
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	10/09/2017 2:00	11/09/2017 6:00	Cambio de OS Inyectores por presentar falla en resortes y plunger inferior. 6PB, 11B, 41B, 7LB y 8LB
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	14/09/2017 22:00	14/09/2017 23:50	Cambio de sensor de nivel de aceite de motor por falla interna. Evento de alerta de motor.
HT016	930E-4SE	QSK78-C	66302215	15/09/2017 7:45	15/09/2017 8:15	Inspección de motor por evento de velocidad reducida. Motor sin observaciones.

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.30
REPORTE DE FALLAS EN LOS MOTORES QSK78-2017- HT018

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	11/01/2017 7:00	11/01/2017 9:00	Se realizo la instalacion del sensor de nivel de aceite del tanque de motor.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	11/01/2017 9:00	11/01/2017 12:00	Se realizo la instalacion del harnes electrico
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	02/02/2017 2:20	02/02/2017 2:40	Se realiza la inspeccion del actuador de la bomba de combustible encontrandolo en mal estado [giro libre de reg]
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	08/02/2017 3:00	08/02/2017 3:40	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	24/02/2017 8:00	24/02/2017 8:25	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	04/03/2017 14:00	04/03/2017 15:00	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	06/03/2017 18:30	06/03/2017 21:50	Cambio de abrazadera de conexión de manguera de crossover LBR por estar rota. Evento de ruido extraño.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	15/03/2017 19:00	15/03/2017 21:30	Repleno de aceite por presentar evento de bajo nivel de aceite. Motor sin observaciones
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	17/03/2017 19:00	18/03/2017 4:00	Se realizo la inspeccion por resumen de aceite por lado derecho, se verifico la fuga encontrando cañería de retor
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	24/03/2017 15:00	24/03/2017 15:45	Cambio de abrazadera de ducto de admisión del turbo de baja LBR por estar rota.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	17/04/2017 19:00	17/04/2017 20:00	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	28/04/2017 1:00	28/04/2017 1:30	Se realizo la inspeccion, donde se observa manguera de crossover RBF, sin protector termico, procediendo a real
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	01/05/2017 3:30	01/05/2017 4:30	Cambio de manguera de crossover LBR por estar rota. Evento de ruido extraño.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	15/05/2017 4:10	15/05/2017 5:40	Se realizo el cambio de aceite, inspeccion general de motor, niveles de fluido arranque y pruebas de equipo, es
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	18/05/2017 20:20	18/05/2017 22:30	Se realizo inspeccion encontrando fuga de aceite por la manguera de ingreso de aceite a la valvula centinel, la qu
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	20/05/2017 12:35	20/05/2017 12:50	Se realizo muestra de aceite de motor y refrigerante por condicion presentada.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	22/05/2017 16:00	22/05/2017 16:55	Se realizo el cambio de aceite de motor y tanque de reserva (se drenó el aceite de tapas de carter y eliminador)
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	24/05/2017 4:55	24/05/2017 5:10	Se procedio a realizar la toma de muestra de aceite y refrigerante del motor
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	25/05/2017 14:15	25/05/2017 15:00	Se realizo el cambio de aceite de motor y tanque de reserva (se drenó el aceite de tapas de carter y eliminador)

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	26/05/2017 0:45	26/05/2017 1:00	Se procedio a realizar la toma de muestra de aceite y refrigerante del motor
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	28/05/2017 23:00	29/05/2017 2:15	Cambio de filtros de combustible por baja potencia
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	29/05/2017 12:00	01/06/2017 5:00	Se realizo el cambio de motor por presencia de sodio elevado
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	06/06/2017 22:30	06/06/2017 0:30	Se realizo la inspeccion de motor diesel, toma de muestra de aceite, cambio de aceite y filtros de aceite de mot
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	06/06/2017 0:40	06/06/2017 2:20	Cambio de filtros de combustible por baja potencia
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	05/07/2017 20:00	05/07/2017 22:00	Reposicion de tapón de válvula de drenado de sistema de refrigerante LTA
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	24/07/2017 15:20	24/07/2017 16:20	Limpieza de actuadores de sistema de combustible por no haber aceleración en el motor y demora de apagado.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	04/08/2017 2:40	04/08/2017 3:10	Se realiza la inspeccion del motor diesel y verificaciones de niveles.
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	08/08/2017 9:00	09/08/2017 9:30	Verificación de horómetro de módulos ECM
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	13/09/2017 10:00	13/09/2017 11:30	Cambio de abrazadera central de turbo de alta RBF por estar deteriorado
HT018	930E-4SE	QSK78-C	66302235	13/09/2017 11:30	13/09/2017 12:00	Cambio de adaptador de cabezal de filtro de refrigerante por estar deteriorado

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.31
REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78-2017- HT021

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	06/01/2017 23:10	06/01/2017 23:43	Umpleza de actuadores de sistema de combustible por evento de baja potencia
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	07/01/2017 14:00	07/01/2017 15:00	Cambio de cedazo de bomba de combustible por encontrarse roto
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	07/01/2017 15:00	07/01/2017 17:00	Instalación de sensor de nivel de aceite en tanque de reserva
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	07/01/2017 17:00	07/01/2017 17:40	Se reajusta pernos de tapa de carter. Tambien se reajusta cañerías de medidor de aceite
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	11/01/2017 17:10	11/01/2017 17:35	Se realiza la medición del juego axial del cigüeñal por separamiento teniendo un valor de 0.042 milímetros
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	24/01/2017 14:38	24/01/2017 17:40	Se realiza relleno de aceite por encontrarse con bajo nivel. Evento de check de motor.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	27/01/2017 15:30	27/01/2017 16:00	Medición de juego axial de cigüeñal 0,43 mm
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	08/02/2017 19:00	08/02/2017 21:15	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	15/02/2017 17:00	15/02/2017 18:15	Medición de juego axial de motor. La medida se hizo sin faja y con cardan conectado y sin cardan. aprox. 0,43mm.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	20/02/2017 17:00	20/02/2017 18:30	Descarga de data, evaluación de codigos, se realizo la pre inspeccion del motor en general y la medicion de juego
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	20/02/2017 23:00	20/02/2017 23:30	Se realizo la inspeccion del motor, donde se encontro fallantes de pernos en el carter, realizando la instalacion d
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	24/02/2017 21:50	24/02/2017 22:50	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	01/03/2017 01:20	01/03/2017 02:20	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	10/03/2017 02:30	10/03/2017 05:30	Evaluación de motor por arranque. Se descarga data e inspecciona motor. No se encuentra observaciones.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	15/03/2017 04:00	15/03/2017 05:00	Se realizo la medición de juego axial del cigüeñal por falta de alternador principal, valor aproximado 0.44 mm.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	15/03/2017 06:30	15/03/2017 18:30	Se realizo la inspeccion encontrando fuga de refrigerante por ductos del sistema de refrigerante LTA, drenaje de
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	15/03/2017 13:00	15/03/2017 15:00	Se realizo la inspeccion encontrando fuga de aceite por nipples de varilla de medición, desconexión de varilla de
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	21/03/2017 02:40	22/03/2017 03:20	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	15/04/2017 14:30	15/04/2017 15:20	Evaluación de sensor de nivel de refrigerante por evento de alarma en campo. Sin observaciones. Por evaluación
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	15/04/2017 20:00	15/04/2017 21:30	Reposición de perno de soporte de turbos
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	04/05/2017 13:30	04/05/2017 14:30	Umpleza de conectores de válvula shut off por código de falla 254
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	05/05/2017 12:00	05/05/2017 14:30	Cambio de válvula shut off por código de falla 254
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	14/05/2017 20:00	14/05/2017 20:30	Se procedio con la inspeccion de componentes de motor, fugas, se realizo la medicion de juego axial de cigüeñal
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	18/05/2017 05:05	18/05/2017 05:05	Se realizo arranque de motor con prueba de carga y se identifico fuga de aire por manguera de crossover LER, res

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	24/05/2017 21:30	24/05/2017 22:00	Se realizo la inspeccion y se realizo el cambio de abrazadera central de turbo de alta RFR por presentarse detono
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	25/05/2017 14:00	25/05/2017 18:30	Se realizo la inspeccion encontrando fuga de aceite por el eje de motor de giro de eliminador, se drenó el aceite d
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	25/05/2017 14:00	26/05/2017 12:10	Se realizo el cambio de metales axiales por la variación en juego axial encontrando metales axiales con desgaste
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	15/06/2017 22:30	15/06/2017 23:45	Umpleza de conectores sensor presion de admisión por alarma de motor. Por baja presión del intercooler.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	17/06/2017 03:00	17/06/2017 10:40	Cambio de turbo de baja RFR por baja presión de admisión por intercooler posterior. Alaves excesivamente desg
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	30/06/2017 07:00	01/07/2017 06:00	Cambio de culata 4R5 por fuga de gases de escape por empaque de culata.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	07/07/2017 04:20	07/07/2017 06:30	Cambio de aceite de motor por 50 horas de operación por cambio de culata
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	08/07/2017 09:15	08/07/2017 09:30	Limpieza de conector de termocupla 3R5 por circuito abierto
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	15/07/2017 03:50	15/07/2017 04:20	Cambio de filtros de combustible por estar saturados y evento de baja potencia.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	20/07/2017 08:35	20/07/2017 09:35	Limpieza de conectores de amplificador de voltaje de termocuplas 9 L y 9R.
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	05/08/2017 14:00	05/08/2017 16:00	Se realizo el cambio de termocupla 1R por presentar valores erraticos
HT021	930E-4SE	QSK78-C	66302711	05/08/2017 21:00	05/08/2017 21:30	Se realizo el desmontaje de la abrazadera de crossover LER por estar fracturada, montaje de una nueva

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.32
REPORTE DE FALLAS MOTOR QSK78-2017- HT022

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT022	930E-4SE	QSK78-C	66302749	17/01/2017 01:20	17/01/2017 01:35	Se realizo inspeccion encontrando fuga de aire por tapon de crossover, cambiando el tapon.
HT022	930E-4SE	QSK78-C	66302749	12/01/2017 08:22	12/01/2017 10:43	Se realizo la inspeccion encontrando la cañerías de retorno de aceite del turbo de alta RFR, fracturada, realizando su
HT022	930E-4SE	QSK78-C	66302749	13/01/2017 13:20	13/01/2017 17:30	Cambio de filtros de combustible por saturación, baja potencia, purgado, pruebas.
HT022	930E-4SE	QSK78-C	66302749	16/01/2017 15:50	16/01/2017 17:50	Se realizo la instalacion del sensor de nivel de aceite del tanque de motor.
HT022	930E-4SE	QSK78-C	66302749	16/01/2017 19:20	16/01/2017 20:20	Se realizo la inspeccion de las termocupla 2R y 8R, observando una ligera elevada temperatura quedando en ob
HT022	930E-4SE	QSK78-C	66302749	18/01/2017 05:00	18/01/2017 05:30	Se realizo la instalacion del sensor de nivel de aceite del tanque de motor.
HT022	930E-4SE	QSK78-C	66302749	09/02/2017 04:00	09/02/2017 06:00	Muestreo de aceite por seguimiento
HT022	930E-4SE	QSK78-C	66302749	09/02/2017 23:00	10/02/2017 05:00	Se genero backlog " cambio de empaque de caja de balancines 7R5, presentando fuga de aceite, procediendo a
HT022	930E-4SE	QSK78-C	66302749	10/02/2017 02:00	10/02/2017 02:30	Se inspecciono la manguera de línea de retorno de refrigerante de turbo de alta RFR deteriorada en el prensado
HT022	930E-4SE	QSK78-C	66302749	10/02/2017 03:00	10/02/2017 04:00	En la inspeccion se encontro válvula shut off deteriorada al igual que todos sus componentes internos presentán
HT022	930E-4SE	QSK78-C	66302749	10/02/2017 04:00	10/02/2017 05:00	Se realizo el cambio de strainer de bomba de combustible (se encuentra deteriorada), cambio de filtros de actu
HT022	930E-4SE	QSK78-C	66302749	14/02/2017 13:40	14/02/2017 17:20	Cambio de manguera de crossover RFR por estar rota, Evento de perdida de potencia.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	17/02/2017 08:20	17/02/2017 10:30	Purgado de filtros de combustible por presentar saturación y evento de baja presión en riel. Limpieza de actuado
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	01/03/2017 17:25	01/03/2017 18:30	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	06/03/2017 08:25	06/03/2017 10:30	Inspección de sensor de temperatura de aceite por código de baja potencia. Se encontró cable de sensor dañado
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	12/03/2017 13:45	12/03/2017 13:45	Se realizó la inspección del motor, encontrándose abrazadera de crossover LBM rota, cambio de abrazadera, man
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	15/03/2017 13:10	15/03/2017 14:20	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	18/03/2017 13:50	18/03/2017 17:25	Descarga de data, inspección general de motor, revisión de niveles, cambio de abrazadera de crossover de post
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	20/03/2017 03:50	30/03/2017 05:10	Limpieza de conectores de sensor de velocidad por código de falla de sensor de velocidad
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	03/04/2017 02:00	03/04/2017 03:30	Se realizó la inspección de data de motor encontrando código activo 234 "SENSOR DE RPM", se realizó su desmor
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	14/04/2017 19:50	14/04/2017 21:50	Purgado de filtros de combustible por presentar saturación y evento de baja presión en riel. Limpieza de actuado
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	17/04/2017 01:50	17/04/2017 06:11	Cambio de sensor de presión de combustible por evento de baja potencia
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	24/04/2017 09:30	24/04/2017 10:00	Se realizó la actualización de calibración de ECM CDSE 2330 (CAL EP6002 DS A CAL EP60020 DS)
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	24/04/2017 09:30	24/04/2017 10:00	Inspección realizada se observa que las mangueras de crossover no tienen protectores térmicos, procediendo a li

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT021	930E-45E	QSK78-C	66302749	24/04/2017 14:10	24/04/2017 16:20	Se realizó la inspección y evaluación de data Cense, inspección del cable de alimentación a tapones magnéticos
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	01/05/2017 07:30	01/05/2017 12:00	Se limpió conexiones y se reguló sensor de velocidad por código de falla 234 Sobrevelocidad de Motor.
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	04/05/2017 15:05	04/05/2017 15:50	Evaluación de motor por no haber propulsión. Equipo queda operativo.
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	04/05/2017 20:30	05/05/2017 00:30	Limpieza de conectores de sensor de velocidad por pérdida de propulsión
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	05/05/2017 02:30	05/05/2017 05:50	Inspección de motor por evento de flogonazo en ductos de escape
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	05/05/2017 09:30	05/05/2017 10:30	Limpieza de conectores de sensor de velocidad por pérdida de propulsión
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	06/05/2017 09:30	06/05/2017 10:20	Limpieza de conectores de sensor de velocidad por pérdida de propulsión
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	08/05/2017 13:00	08/05/2017 18:00	Limpieza de conectores de sensor de velocidad por pérdida de propulsión
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	07/05/2017 00:45	07/05/2017 02:00	Limpieza de conectores de sensor de velocidad por pérdida de propulsión. También se realizó la regulación del s
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	15/05/2017 03:50	15/05/2017 04:50	Se realizó el desmontaje del girador de motor para la limpieza de resumen de aceite, reparación de conector de
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	15/05/2017 07:00	15/05/2017 15:23	Se realizó la descarga de data y monitoreo en tiempo real, en donde se presenta la falla 234 activo con 220 corre
HT021	930E-45E	QSK78-C	66302749	26/05/2017 20:30	30/05/2017 02:00	Se realizó el cambio de empaque de cufeta IUB por fuga de gases de escape por perno de cufeta fracturado

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	05/06/2017 12:00	05/06/2017 17:00	Se inspecciona encontrando abrazadera central de turbo RBM rota, realizando su cambio.
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	07/06/2017 15:40	07/06/2017 15:50	Se realizó muestreo de aceite de motor, inspección visual de motor y revisión de niveles
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	07/06/2017 23:30	08/06/2017 01:30	Se realizó el cambio de aceite de motor y tanque auxiliar, cambio de papel centrífugo por la ausencia de todo en el aceri.
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	11/06/2017 03:15	11/06/2017 03:30	Muestreo de aceite de motor por seguimiento.
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	13/07/2017 10:00	13/07/2017 14:00	Se realizó el cambio de abrazader central de turbo de alta RBM RBRLBMAar encontrándose deteriorado.
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	13/07/2017 12:00	13/07/2017 14:00	Se cambio manguera de crossover, abrazaderas y empacadores de crossover posición RBM RBRLBMA.
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	21/07/2017 21:20	21/07/2017 23:00	Cambio de manguera y abrazadera de crossover RBM por evento de ruido extraño
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	03/08/2017 23:00	03/08/2017 23:30	Se realizó la inspección del motor diesel y verificaciones de niveles
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	04/08/2017 23:00	05/08/2017 01:00	Se realizó la inspección encontrando alternador quemado y con altas temperaturas se realizó el cambio de altern
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	09/08/2017 08:45	09/08/2017 09:45	Evaluación de data de motor e inspección de motor por pérdida de potencia. Sin observaciones.
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	16/08/2017 19:00	17/08/2017 05:00	Cambio de abrazadera central de turbo de alta RBF por estar deteriorada. Evaluación de banco derecho por baja p
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	16/08/2017 19:00	17/08/2017 02:00	Cambio de 04 termostatos por estar malfuncionados. Evento de alta temperatura en múltiple de admisión

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	17/08/2017 03:00	17/08/2017 05:30	Verificación de hardware de módulos ECM
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	17/08/2017 18:00	17/08/2017 18:20	Evaluación de motor por pérdida de rpm. Sin observación
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	21/08/2017 11:20	21/08/2017 13:00	Se realizó la descarga de data y no se encontró ningún código de falla, se inspecciona sensor de RPM de motor, se
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	21/08/2017 13:00	21/08/2017 15:00	Se realizó la inspección y se encontró caja de termostatos de LTA rajada, se desmontó perifericos y se realizó el c
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	22/08/2017 01:32	22/08/2017 04:25	Se realizó la inspección y se encontró fuga de aceite por manguera de fan clutch, se procedió a cambiar manguera
HT022	930E-45E	QSK78-C	66302749	29/08/2017 08:00	29/08/2017 09:00	Se realizó la descarga de data, se realizó la inspección y limpieza de la válvula shut off, motor no ataquena, se re

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.33
REPORTE DE FALLAS EN LOS MOTORES QSK78-2017- HT024

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	07/01/2017 21:18	07/01/2017 22:20	Limpieza de actuadores de sistema de combustible por aceleración inestable.
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	10/01/2017 03:45	10/01/2017 04:00	Inspección de motor por ventana de oportunidad
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	20/01/2017 19:00	21/01/2017 07:00	Se realizó la instalación de cableado para el sensor de nivel de aceite del tanque de motor, conexiones eléctric
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	20/01/2017 23:00	21/01/2017 01:00	Cambio de manguera de bomba LTA por fuga de refrigerante
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	03/02/2017 22:20	04/02/2017 01:00	Descarga de data y evaluación de datos, inspección general de motor diesel, niveles de fluidos, se realizó prue
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	14/02/2017 02:00	14/02/2017 03:25	Cambio de filtro de actuador de bomba de combustible por estar saturado
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	14/02/2017 02:00	14/02/2017 05:00	Cambio de abrazadera de escape por estar rajada.
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	14/02/2017 03:00	14/02/2017 05:00	Evaluación de termocupla IUB por no presentar continuidad en transmisión de valores. Se cambio posición y se v
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	24/02/2017 03:00	24/02/2017 11:45	Se realizó la inspección del motor encontrando resumen de aceite por el reten posterior de cigüeñal debido a la
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	25/02/2017 22:00	25/02/2017 22:45	Se realizó la medición de juego así de cigüeñal por falla de alternador principal, valor aproximado 0.35 mm.
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	27/02/2017 08:20	27/02/2017 08:45	Cambio de filtros de combustible por estar saturados. Evento de baja potencia
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	20/03/2017 10:00	20/03/2017 11:15	Cambio de filtros de combustible por saturación. Evento de baja potencia

IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD				TIEMPOS		IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO
UNIDAD	MODELO	MOTOR	SERIE	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	08/04/2017 01:00	08/04/2017 02:00	Se realizó la inspección se encontró abrazadera rota de manguera de crossover LBF y abrazadera de ductos de ad
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	21/04/2017 15:30	21/04/2017 16:50	En la inspección realizada se encontró la abrazadera rota de crossover del lado izquierdo, se realizó el cambio, p
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	05/05/2017 19:30	05/05/2017 21:35	Cambio de abrazadera de crossover RBF por estar rota. Evento de ruido extraño en motor.
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	01/06/2017 20:45	01/06/2017 21:00	Se realizó inspección de motor diesel, verificación de niveles de fluido de motor diesel.
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	08/06/2017 23:50	09/06/2017 01:40	Se encontró fuga de aire por manguera rota de crossover LBF, se realizó el desmontaje y cambio de manguera y a
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	18/06/2017 17:10	18/06/2017 17:30	Cambio de manguera de crossover LBF por estar rota. Evento de ruido extraño.
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	24/07/2017 22:00	25/07/2017 02:00	Cambio de termocupla 78B por envío de valores errados.
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	25/07/2017 22:30	25/07/2017 23:50	Cambio de manguera y abrazadera de crossover RBF por evento de ruido extraño
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	28/08/2017 15:00	29/08/2017 08:00	Cambio de sellos de inyector por operación de 4500 horas después de la media vida.
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	29/08/2017 12:30	29/08/2017 13:00	Verificación de horómetro de módulos ECM
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	29/08/2017 22:00	29/08/2017 23:00	Se realizó la inspección y se encontró abrazadera de ducto de admisión RBM rota, realizando su cambio.
HT024	930E-45E	QSK78-C	66302684	05/09/2017 13:00	05/09/2017 14:00	Cambio de portaválvula de medición de aceite por estar cortada y permitir fuga

Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

Para realizar la medida de los indicadores de mantenimiento de los 14 motores Cummins QSK78 se tomaron como periodo de evaluación del 01 de agosto del 2016 al 01 de mayo del 2017 siendo lo siguiente:

- Disponibilidad Mecánica promedio desde agosto del 2016 a mayo 2017 es de 92.09%.

En la FIGURA 4.34. Se muestran el índice de disponibilidad mecánica desde agosto del 2016 a mayo 2017

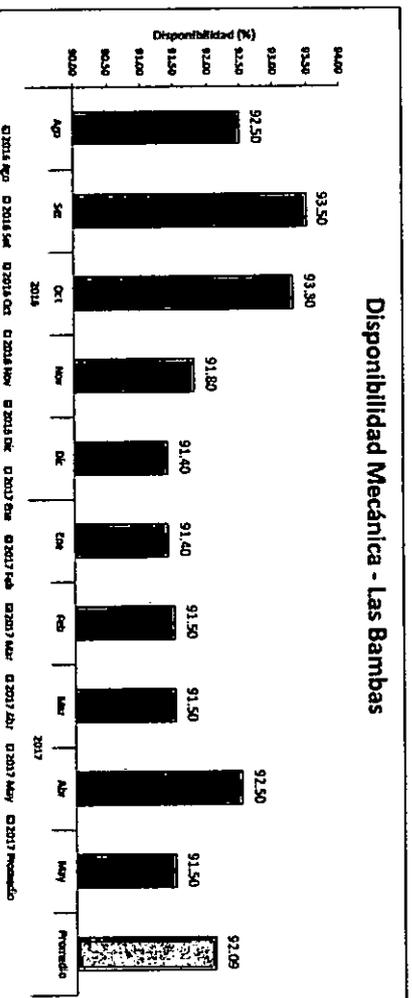
En las FIGURA 4.35, FIGURA 4.36 y FIGURA 4.37. Se muestran los indicadores de gestión que se encuentra en periodo de investigación.

FIGURA 4.34
DISPONIBILIDAD EN LOS MOTORES CUMMINS PERIODOS AGOSTO 2016- MAYO 2017

AÑO	Mes	Disponibilidad Mecánica	Indisponibilidad Mecánica
2016	Ago	92.50	7.50
	Set	93.50	6.50
	Oct	93.30	6.70
	Nov	91.80	8.20
	Dic	91.40	8.60
2017	Ene	91.40	8.60
	Feb	91.50	0.67
	Mar	91.50	0.79
	Abr	92.50	1.28
	May	91.50	1.19
Promedio		92.09	5.00

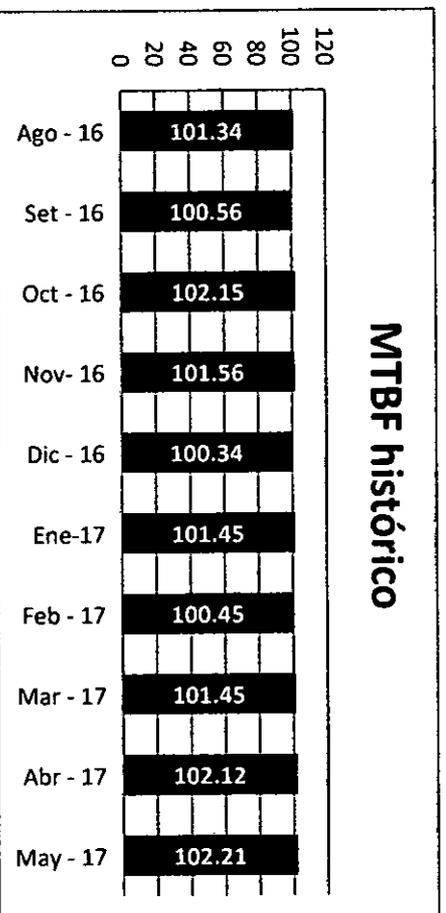
Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

FIGURA 4.35
DISPONIBILIDAD PROMEDIO EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78
PERIODOS AGOSTO 2016- MAYO 2017



Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

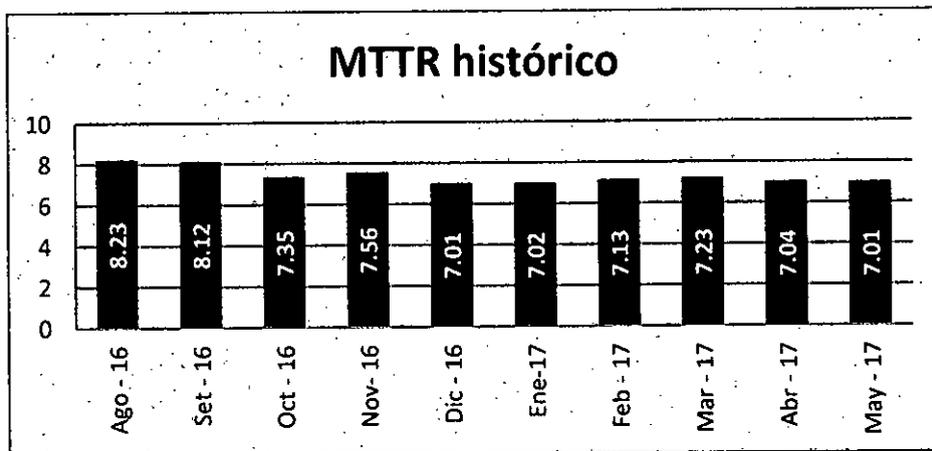
FIGURA 4.36
MTBF EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78 PERIODOS AGOSTO 2016-
MAYO 2017



Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

- MTBF: Mean time between failures

FIGURA 4.37
MTTR EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78 PERIODOS AGOSTO 2016-
MAYO 2017



Fuente: Distribuidora CUMMINS PERÚ

- **MTTR: Mean time to repair**

4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos

La técnica de análisis de datos usada para la investigación es la estadística descriptiva.

Mediante el uso de la herramienta informática excel se realizó la distribución de frecuencias para poder identificar la frecuencia absoluta y relativa en la disponibilidad mecánica, en los motores Cummins QSK78.

Para poder analizar la productividad del motor se evaluó la disponibilidad mecánica desde el periodo de agosto 2016 a mayo 2017, con la información obtenida se procedió a realizar la distribución de frecuencias y en los motores Cummins QSK78.

En la **TABLA 4.4** se desarrollan las frecuencias absoluta y relativa basados en la disponibilidad mecánica de la muestra de motores durante un periodo de 10 meses.

TABLA 4.4
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS EN LA DISPONIBILIDAD MECANICA

N. de clase	Marca de clase	Límites de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa acumulada
1	91.61	91.4-91.82	6	60%	6	60%
2	92.03	91.82-92.24	0	0%	6	60%
3	92.45	92.24-92.66	2	20%	8	80%
4	92.87	92.66-93.08	0	0%	8	80%
5	93.29	93.08-93.5	2	20%	10	100%
Total			10	100%		

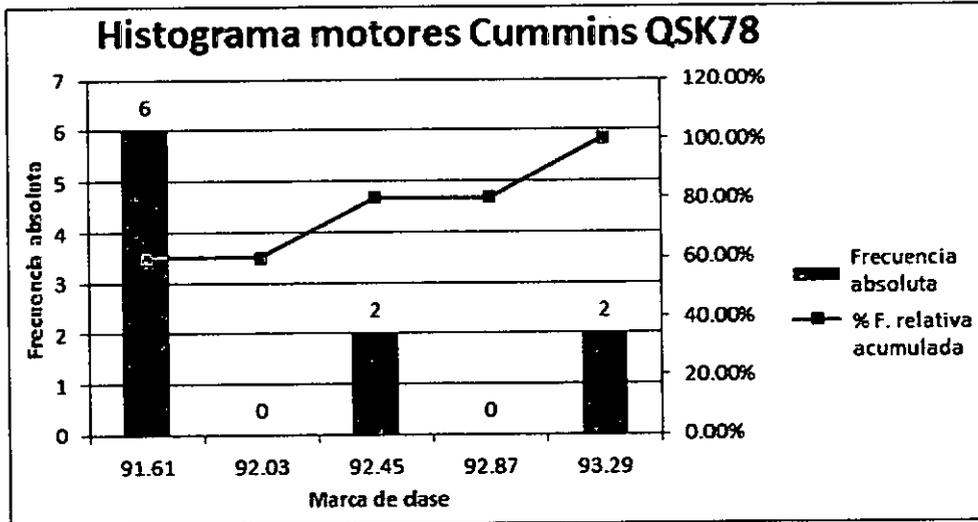
Fuente: Elaboración Propia

Mínimo valor	91.4
Máximo valor	93.5
Amplitud	2.1
Numero de Clase	5
Tamaño de clase	0.42

En el histograma se analizó las siguientes frecuencias:

- **Frecuencia absoluta:** para indicar cuantas veces se repite una característica u objeto de estudio
- **Frecuencia relativa:** No indica las veces que se repitió dicha característica u objeto, sino que señala el porcentaje que ha ocupado dicho dato en nuestra población a estudiar. En la **FIGURA 4.38**. Se muestra el histograma de la disponibilidad mecánica en los motores Cummins QSK78.

FIGURA 4.38
HISTOGRAMA DE LA DISPONIBILIDAD MECANICA



Fuente: Elaboración Propia

Durante el periodo de investigación de 10 meses se puede registrar que 6 meses el porcentaje de disponibilidad mecánica fue de 91.61%, siendo el valor bajo, según los estándares de Cummins debería ser mayor o igual a 96%,

Este análisis refleja los deficientes mantenimientos programados y las continuas paradas no programadas por tal razón se desea diseñar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad en los motores Cummins QSK78 para poder describir el modo de falla, los síntomas que presentan, el nivel de criticidad y la implementación de nuevas tareas de mantenimiento con el fin de poder mitigar y/o eliminar la falla.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1 Matriz de criticidad en los motores Cummins QSK78 de la minera ANTAMINA.

Para el desarrollo del análisis de criticidad se está considerando 6 sistemas que conforman el Motor Cummins QSK78, realizando reuniones y encuestas al Jefe de Operaciones, supervisor de servicios, planner de servicios, ingeniero de servicios y técnico de servicio que se encuentran en la minera Antamina para poder definir los criterios de criticidad y ver el impacto operacional que ocasiona. En la **TABLA 5.1** se exponen los resultados de las encuentra realizadas para obtener la matriz de criticidad.

En la **FIGURA 5.2**. Se muestra la matriz de criticidad, en los motores Cummins QSK78.

TABLA 5.7
RESULTADO DE LAS ENCUESTAS DEL ANALISIS DE CRITIDAD

Frecuencia de Fallas	
Fallas elevadas mayores a 40 por año	4
Fallas en 20 – 40 por año	3
Fallas entre 10 -20 por año	2
Menos de 10 fallas por año	1

Impacto Operacional	
Parada total del equipo	10
Impacto en niveles de producción o calidad	8
Parada del sistema o efectos en otros sistemas	6
Repercute en costos operativos adicionales asociados a la disponibilidad del equipo	2
No genera ningún efecto significativo sobre la producción, las operaciones o la calidad.	1

Flexibilidad Operacional	
No existe opción producción o respaldo	4
El equipo puede seguir funcionando	2
Existe opción de respaldo	1

Costos de mantenimiento	
Mayor o igual a USD 1000 (incluye repuestos)	2
Inferior a USD 1000 (incluye repuestos)	1

Impacto a Seguridad Ambiente e Higiene	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna.	8
Afecta el ambiente produciendo daños reversibles	6
Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores (accidente e incidentes)	2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	1
No provoca ningún daño a personas instalaciones o ambiente	0

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 5.1
FRECUENCIA Y CONSECUENCIAS EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78

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

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

NC: No critico

SC: Semi Critico

C: Critico

CRITICIDAD TOTAL (CT) = Frecuencia de falla x Consecuencia

Frecuencia = Numero de fallas en un tiempo determinado

Consecuencia = (Impacto Operacional x Flexibilidad Operacional) + Costo de Mantenimiento + Impacto SAH

Se realizó el análisis de criticidad a 14 motores Cummins QSK78 encontrando que el sistema con mayor criticidad es el MOTOR BASE,

En la **TABLA 5.2**, Se aprecia la matriz de criticidad en los motores Cummins QSK78 donde se jerarquizan los sistemas según el nivel de criticidad.

**TABLA 5.2
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

N	SISTEMA	FF	IO	FO	CM	ISAH	CONSECUENCIA	CT	RESULTADO
7	Motor Base	2	8	4	2	4	38	76	C
5	Lubricación	3	5	4	2	0	22	66	C
1	Admisión y Escape	2	6	4	2	0	26	52	C
3	Eléctrico	1	8	4	1	4	33	33	SC
2	Combustible	2	6	2	2	0	14	28	NC
6	Enfriamiento	2	6	1	2	0	8	16	NC
4	Electrónico	1	2	1	1	0	3	3	NC

Fuente: Elaboración propia

Para la realización de este análisis de criticidad se considerará el sistema más crítico debido a la urgencia de poder dar una solución al cliente y dar una repuesta inmediata a Cummins EEUU, siendo en este caso el sistema Motor Base el sistema al cual se va a implementar el mantenimiento basado en la confiabilidad.

5.2 Análisis modal de fallos y efectos (FMEA) en los motores Cummins QSK78

En la **TABLA 5.3** se desarrolló el análisis modal de fallos y efectos en el sistema MOTOR BASE del modelo QSK78

TABLA 5.3
RESULTADOS ANALISIS DE FALLOS Y EFECTOS

Nombre del Equipo: Motor Cummins QSK78				FECHA	Equipo de diseño				
SISTEMA:	MOTOR BASE				JORGE H. NICHORAMOS				
SUBSISTEMA DE MOTOR	COMPONENTES DE SUBSISTEMA DE MOTOR	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA (Causa de la Falla)	EFFECTOS DE LAS FALLAS (Que sucede cuando falla)				
Block de cilindros	Pistón	Constituir una pared móvil de la cámara de combustión, transmitiendo a la energía de los gases de la combustión al cigüeñal	Motor no comprime	Desgaste excesivo	Motor no arranca				
				Desgaste excesivo	Falla al arrancar				
				Desgaste excesivo	Parada de motor				
	Anillos de compresión	Mantener la presión y lubricación del pistón		Perdida de compresión	Desgaste excesivo	Baja Potencia			
				Perdida de compresión	Anillo con desgaste excesivo	Baja Potencia			
					Motor no comprime	Anillo con desgaste excesivo	Motor no arranca		
				Metales de Biela	Suavizar el giro del cigüeñal y evitar el sobrecalentamiento entre la biela y el cigüeñal		Motor no comprime	Anillo con desgaste excesivo	Pase de Gases al Carter
							Ruido	Desgaste excesivo	Recalentamiento
							Fricción	Rozamiento	Recalentamiento
			Fundición del metal	Raspaduras	Paro inesperado				

	Biela	Transmite la potencia al cigüeñal	Detonación de combustión	Biela doblada	Motor no arranca
	Camisa	Lugar donde se realiza el proceso de combustión	Fricción	Degaste excesivo	Recalentamiento
			Perdida de compresión	Desgaste excesivo	Parada de Motor
				Fisura	Recalentamiento
Nombre del Equipo: Motor Cummins QSK78				FECHA	Equipo de diseño
SISTEMA:	MOTOR BASE				JORGE H. NICHORAMOS
SUBSISTEMA DE MOTOR	COMPONENTES DE SUBSISTEMA DE MOTOR	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA (Causa de la Falla)	EFFECTOS DE LAS FALLAS (Que sucede cuando falla)
Block de cilindros	Cigüeñal	Controlar la apertura y el cierre de las válvulas de admisión y escape	Desbalanceo	Mal montaje	Alta vibración
				Mal mantenimiento	Deformaciones
			Detonaciones de combustión	Mala sincronización	Deformaciones
				Mala sincronización	Baja Potencia

Nombre del Equipo: Motor Cummins QSK78				FECHA	Equipo de diseño
SISTEMA:	MOTOR BASE				JORGE H. NICHORAMOS
SUBSISTEMA DE MOTOR	COMPONENTES DE SUBSISTEMA DE MOTOR	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA (Causa de la Falla)	EFFECTOS DE LAS FALLAS (Que sucede cuando falla)
Culata	Culata	Sellar la parte superior de los cilindros evitando que haya perdidas de compresión	Perdida de compresión	Camisa con desgaste excesivo	Baja potencia
				Camisas con desgaste excesivo	Parada de motor
				Deformaciones en la culata	Parada de motor
				Deformaciones en la culata	Recalentamiento
				Rajadura en la culata	Fuga de refrigerante

Nombre del Equipo: Motor Cummins QSK78				FECHA	Equipo de diseño
SISTEMA:	MOTOR BASE				JORGE H. NICHORAMOS
SUBSISTEMA DE MOTOR	COMPONENTES DE SUBSISTEMA DE MOTOR	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA (Causa de la Falla)	EFFECTOS DE LAS FALLAS (Que sucede cuando falla)
Culata	Empaque de culata	Permitir el paso del aceite que lubrica las válvulas y el eje de levas	Baja presión de la cámara de combustión	Empaques con fisuras	Recalentamiento
				Empaques con grietas	Fuga de refrigerante
	Cruceta de válvula	Transmite el desplazamiento del pistón al cigüeñal	Ruido	Mala lubricación	Recalentamiento
				Suciedad	Recalentamiento
			Rotura de tornillo de ajuste	Parada de motor	

Fuente: Elaboración Propia

Se desarrolló el análisis causa efecto, encontrando 29 modos y efectos de falla en los motores Cummins QSK78 que se encuentran operando en Antamina

5.3 Hoja de información del motor Cummins QSK78

En la **TABLA 5.4** se describe la hoja de información de los motores que se encuentran en Antamina

TABLA 5.4
RESULTADO DE LA HOJA DE INFORMACION

Nombre del Equipo: Motor Cummins QSK78				FECHA	Equipo de diseño		
SISTEMA:	MOTOR BASE				JORGE H. NICHORAMOS		
SUBSISTEMA DE MOTOR	COMPONENTES DE SUBSISTEMA DE MOTOR	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA (Causa de la Falla)	EFFECTOS DE LAS FALLAS (Que sucede cuando falla)		
Block de cilindros	Pistón	1. Constituir una pared móvil de la cámara de combustión, transmitiendo a la energía de los gases de la combustión al cigüeñal	1.1 Motor no comprime	1.1.1 Desgaste excesivo	Motor no arranca		
				1.1.2 Desgaste excesivo	Falla al arrancar		
				1.1.3 Desgaste excesivo	Parada de motor		
	Anillos de compresión	2. Mantener la presión y lubricación del pistón	1.2 Perdida de compresión	2.1 Perdida de compresión	1.2.1 Desgaste excesivo	Baja Potencia	
					2.2 Motor no comprime	2.1.1 Anillo con desgaste excesivo	Baja Potencia
						2.2.1 Anillo con desgaste excesivo	Motor no arranca
	Metales de Biela	3. Suavizar el giro del cigüeñal y evitar el sobrecalentamiento entre la biela y el cigüeñal	3.3 Fundición del metal	3.2 Fricción	2.2.2 Anillo con desgaste excesivo	Pase de Gases al Carter	
					3.1 Ruido	3.1.1 Desgaste excesivo	Recalentamiento
					3.2 Fricción	3.2.1 Rozamiento	Recalentamiento
	Biela	4. Transmite la potencia al cigüeñal	4.2 fricción	4.1 Detonación de combustión	3.3.1 Raspaduras	Paro inesperado	
					4.1.1. Biela doblada	Motor no arranca	
					4.2.1 Degaste excesivo	Recalentamiento	

	Camisa	5. Lugar donde se realiza el proceso de combustión	5.1 Perdida de compresión	5.1.1 Desgaste excesivo	Parada de Motor
				5.1.2 Fisura	Recalentamiento

Nombre del Equipo: Motor Cummins QSK78				FECHA	Equipo de diseño
SISTEMA:	MOTOR BASE				JORGE H. NICHORAMOS
SUBSISTEMA DE MOTOR	COMPONENTES DE SUBSISTEMA DE MOTOR	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA (Causa de la Falla)	EFFECTOS DE LAS FALLAS (Que sucede cuando falla)
Block de cilindros	Cigüeñal	6. Controlar la apertura y el cierre de las válvulas de admisión y escape	6.1 Desbalanceo	6.1.1 Mal montaje	Alta vibración
				6.1.2 Mal mantenimiento	Deformaciones
			6.2 Detonaciones de combustión	6.2.1 Mala sincronización	Deformaciones
				6.2.2 Mala sincronización	Baja Potencia

Nombre del Equipo: Motor Cummins QSK78				FECHA	Equipo de diseño
SISTEMA:	FUERZA				JORGE H. NICHORAMOS
SUBSISTEMA DE MOTOR	COMPONENTES DE SUBSISTEMA DE MOTOR	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA (Causa de la Falla)	EFFECTOS DE LAS FALLAS (Que sucede cuando falla)
Culata	Culata	7. Sellar la parte superior de los cilindros evitando que haya pérdidas de compresión	7.1 Pérdida de compresión	7.1.1 Camisa con desgaste excesivo	Baja potencia
				7.1.2 Camisas con desgaste excesivo	Parada de motor
				7.1.3 Deformaciones en la culata	Parada de motor
				7.1.4 Deformaciones en la culata	Recalentamiento
				7.1.5 Rajadura en la culata	Fuga de refrigerante

Nombre del Equipo: Motor Cummins QSK78				FECHA	Equipo de diseño
SISTEMA:	FUERZA				JORGE H. NICHORAMOS
SUBSISTEMA DE MOTOR	COMPONENTES DE SUBSISTEMA DE MOTOR	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA (Causa de la Falla)	EFFECTOS DE LAS FALLAS (Que sucede cuando falla)
Culata	Empaque de culata	8. Permitir el paso del aceite que lubrica las válvulas y el eje de levas	8.1 Baja presión en la cámara de combustión	8.1.1 Empaques con fisuras	Recalentamiento
				8.1.2 Empaques con grietas	Fuga de refrigerante
	Cruceta de válvula	9. Transmite el desplazamiento del pistón al cigüeñal	9.1 Ruido	9.1.1 Mala lubricación	Recalentamiento
				9.1.2 Suciedad	Recalentamiento
				9.1.3 Rotura de tornillo de ajuste	Parada de motor

Fuente: Elaboración Propia

5.4 Hoja de decisión en los motores Cummins QSK78

En la TABLA 5.5 se describe la hoja de decisión del modelo QSK78 donde se describen las tareas de mantenimiento

**TABLA 5.5
RESULTADOS DE LA HOJA DE DECISION**

HOJA DE DECISIÓN															
SISTEMA: MOTOR BASE								CÓDIGO			FECHA			Fecha	
SUB-SISTEMA/COMPONENTE								CÓDIGO			RESPONSABLE			Fecha	de:
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	"a falta de "			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por
F	FF	MF	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3		(a= año, m= mes, s= semana, d = día)	
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4			
PISTÓN															
1	1.1	1.1.1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Realizar pruebas de compresión y verificar el desgaste	2 S	Técnico Mecánico
1	1.1	1.1.2	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Realizar pruebas de compresión y verificar el desgaste	2 S	Técnico Mecánico
1	1.1	1.1.3	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Realizar pruebas de compresión y verificar el desgaste	2 S	Técnico Mecánico
1	1.2	1.2.1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Realizar pruebas de compresión y verificar el desgaste	2 S	Técnico Mecánico

HOJA DE DECISIÓN																	
SISTEMA: MOTOR BASE							CÓDIGO			FECHA			Fecha				
SUB-SISTEMA/COMPONENTE							CÓDIGO			RESPONSABLE			Fecha	de:			
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H 1	H 2	H 3	"a falta de "			Tarea Propuesta			Intervalo inicial	A realizar por
							S1	S2	S3						(a= año, m= mes, s= semana, d = día)		
F	F	MF	H	S	E	O	N	N	N	H	H	S					
							1	2	3	4	5	4					
BIELA																	
4	4.1	4.1.1	N	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Software de monitoreo de condición de parámetros de: Baja presión de aceite	1 d	Analista Predictivo		
4	4.2	4.2.1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar el porcentaje de Pb y Cu en el AA.	2 S	Especialista en lubricación		
CAMISA																	
5	5.1	5.1.1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar el porcentaje de Fe en el AA.	2 S	Especialista en lubricación		
5	5.1	5.1.2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Software de monitoreo de condición de parámetros: Baja Presión de Refrigerante	1 d	Analista Predictivo		

HOJA DE DECISIÓN																	
SISTEMA: MOTOR BASE								CÓDIGO			FECHA			Fecha			
SUB-SISTEMA/COMPONENTE								CÓDIGO			RESPONSABLE			Fecha	de:		
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	"a falta de "			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a= año, m= mes, s= semana, d = día)	A realizar por
							S1	S2	S3								
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4					
ANILLOS DE PISTÓN																	
2	2.1	2.1.1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Realizar pruebas de compresión y verificar el desgaste	2 S	Técnico Mecánico		
2	2.2	2.2.1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Realizar pruebas de compresión y verificar el desgaste	2 S	Técnico Mecánico		
2	2.2	2.2.2	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Realizar pruebas de compresión y verificar el desgaste	2 S	Técnico Mecánico		
METALES DE BIELA																	
3	3.1	3.1.1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar el porcentaje de Pb y Cu en el AA.	2 S	Especialista en lubricación		
3	3.2	3.2.1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar el porcentaje de Pb y Cu en el AA.	2 S	Especialista en lubricación		
3	3.3	3.3.1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar el porcentaje de Pb y Cu en el AA.	2 S	Especialista en lubricación		

HOJA DE DECISIÓN																				
SISTEMA: MOTOR BASE								CÓDIGO			FECHA			Fecha						
SUB-SISTEMA/COMPONENTE								CÓDIGO			RESPONSABLE			Fecha		de:				
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2		H3		"a falta de "			Tarea Propuesta		Intervalo inicial (a= año, m= mes, s= semana, d = día)		A realizar por	
							S1	S2		S3										
							O1	O2		O3										
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2		N3		H	H	S						
								4	5	4										
CULATA																				
7	7.1	7.1.1	N	N	N	S	N	N		S		N	N	N	Verificar el porcentaje de Fe en el AA.		2 S		Especialista en lubricación	
7	7.1	7.1.2	N	N	N	S	N	N		S		N	N	N	Verificar el porcentaje de Fe en el AA.		2 S		Especialista en lubricación	
7	7.1	7.1.3	N	N	N	S	S	N		N		N	N	N	Software de monitoreo de condición de parámetros: Baja Presión de Refrigerante		1 d		Analista Predictivo	
7	7.1	7.1.4	N	N	N	S	S	N		N		N	N	N	Software de monitoreo de condición de parámetros: Baja Presión de Refrigerante		1 d		Analista Predictivo	
7	7.1	7.1.5	N	S	N	S	S	N		N		N	N	N	Software de monitoreo de condición de parámetros: Baja Presión de Refrigerante		1 d		Analista Predictivo	
HOJA DE DECISIÓN																				

SISTEMA: MOTOR BASE										CÓDIGO			FECHA			Fecha	Hoja N 1.
SUB-SISTEMA/COMPONENTE										CÓDIGO			RESPONSABLE			Fecha	de:
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H 1	H 2	H 3	"a falta de "			Tarea Propuesta			Intervalo inicial	A realizar por
							S1	S 2	S3							(a= año, m= mes, s= semana, d = día)	
F	F	MF	H	S	E	O	N1	N 2	N 3	H 4	H 5	S 4					
CIGÜEÑAL																	
6	6.1	6.1.1	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	Capacitar al Técnico en el montaje del eje de levas			3m	Instructor certificado en Motores QSK78
6	6.1	6.1.2	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	Capacitar al Técnico en el montaje del eje de levas			3m	Instructor certificado en Motores QSK78
6	6.2	6.2.1	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	Capacitar al Técnico en el montaje del eje de levas			3m	Instructor certificado en Motores QSK78
6	6.2	6.2.2	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	Capacitar al Técnico en el montaje del eje de levas			3m	Instructor certificado en Motores QSK78

SISTEMA: MOTOR BASE										CÓDIGO			FECHA			Fecha	
SUB-SISTEMA/COMPONENTE										CÓDIGO			RESPONSABLE			Fecha	de:
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	"a falta de "				Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por	
							S1	S2	S3						(a= año, m= mes, s= semana, d = día)		
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4					
CULATA																	
EMPAQUE DE CULATA																	
8	8.1	8.1.1	N	N	N	S	S	N	N	N	N	N	N	Software de monitoreo de condición de parámetros: Baja Presión de Refrigerante	1 d	Analista Predictivo	
8	8.1	8.1.2	N	S	N	S	S	N	N	N	N	N	N	Software de monitoreo de condición de parámetros: Baja Presión de Refrigerante	1 d	Analista Predictivo	
CRUCETA DE VÁLVULA																	
9	9.1	9.1.1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	Verificar el porcentaje de Fe en el AA.	2 S	Especialista en lubricación	
9	9.1	9.1.2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	Verificar el porcentaje de Fe en el AA.	2 S	Especialista en lubricación	
9	9.1	9.1.3	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	Verificar el porcentaje de Fe en el AA.	2 S	Especialista en lubricación	

Fuente: Elaboración Propia

5.5 Nuevas tareas de mantenimiento y oportunidades de mejora

En la FIGURA 5.2. Se muestra las 06 nuevas tareas de mantenimiento preventivo, predictivo y 01 oportunidad de mejora.

**FIGURA 5.2
NUEVAS TAREAS Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO MOTOR QSK78
MINERA ANTAMINA**

Sistema de motor BASE MOTOR CUMMINS QSK78						
TAREA	FRECUENCIA	ENCARGADO	EN OPERACIÓN	CANT.	H-H	TIPO DE TAREA
Realizar la prueba de compresión y verificar el desgaste en el piston	2 semanas / 250 Horas	Técnico Mecánico	No	2	3	Cíclicas de Reacondicionamiento
Realizar la prueba de compresión y verificar el desgaste en los anillos del piston	2 semanas / 250 Horas	Técnico Mecánico	No	2	2	Cíclicas de Reacondicionamiento
SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO						
Analizar en la muestra de aceite porcentaje de Pb y Cu	2 Semanas / 250 Horas	Especialista en lubricación	No	1	2	Cíclicas de Reacondicionamiento.
Analizar en la muestra de aceite porcentaje de Fe	2 Semanas / 250 Horas	Especialista en lubricación	No	1	2	Cíclicas de Reacondicionamiento.
Monitoreo de baja presión de aceite.	Diaria	Analista Predictivo	SI	1	48 horas a la semana	Tarea a condición
Monitoreo de baja presión de refrigerante.	Diaria	Analista Predictivo	SI	1	48 horas a la semana.	Tarea a condición
OPORTUNIDADES DE MEJORA						
Capacitar al técnico en montaje del eje de levas.			Instructor certificado en motores Cummins QSK78.		Tarea a Falta de	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran los reportes de operaciones de motores Cummins modelo QSK78 perteneciente al mes de junio, julio y agosto del 2017.

5.5.1 Reporte de operaciones e indicadores de gestión en flota de motores Cummins QSK78 Junio 2017.

En la FIGURA 5.3. Se muestran los reportes de operación las nuevas tareas de mantenimiento preventivo, predictivo y mantenimientos correctivos ocurridos en la flota de 14 motores QSK78 durante el mes de junio 2017.

FIGURA 5.3
REPORTE DE OPERACIONES MOTORES QSK78 JUNIO 2017

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD			TIEMPOS			IDENTIFICACION DEL TRABAJO	
UNIDAD	MOTOR	SERIE	TIPO DE INTERVENCION	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	TIEMPO DE TRABAJO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT001	QSK78-C	66302279	MC	1/06/2017 05:00	1/06/2017 06:50	1.50	Se realiza la descarga de data del motor encontrando valores erróneos del cilindro 5L8, se realiza el cambio de termocupla, equipo quedando operativo.
HT004	QSK78-C	66302684	MC	1/06/2017 20:00	1/06/2017 22:00	2.00	Tom de muestras y configuración de parámetros
HT016	QSK78-C	66302215	MC	1/06/2017 10:00	1/06/2017 12:05	10.50	Reemplazo de inyector 6L8 por presentar el plunger roto
HT018	QSK78-C	66302285	PM	1/06/2017 08:40	2/06/2017 14:00	4.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible
HT018	QSK78-C	66302285	MC	2/06/2017 14:00	3/06/2017 12:08	22.08	Se cambia catina 4L8 por falta de espesque por fuga de gases de combustión.
HT019	QSK78-C	66302185	PM	3/06/2017 06:00	3/06/2017 18:50	12.50	Reemplazo de turbo 6L8 por presentar alta variación de temperatura y estar rajado en el caracol
HT007	QSK78-C	66302173	PM	4/06/2017 10:30	4/06/2017 15:50	4.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible
HT007	QSK78-C	66302173	MC	4/06/2017 15:00	4/06/2017 17:00	2.00	Se realiza la limpieza del amplificador y de termocupla 9L y 9R, medición de resistencia de la termocuplas con valores dentro de los parámetros y ajustes de los brachtes de termocupla, intercambio de las termocuplas 9L y 9R.
HT019	QSK78-C	66302185	MC	4/06/2017 16:10	4/06/2017 20:10	4.00	Se realiza la descarga y evaluación de data, inspección y medición pruebas de compresión y desgaste en anillos y pistón
HT022	QSK78-C	66302749	PM	5/06/2017 12:00	5/06/2017 17:00	4.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible
HT022	QSK78-C	66302749	MC	5/06/2017 08:00	5/06/2017 20:00	11.86	Reemplazo de celata por fuga de refrigerante y espesque roto encontrándose alta temperatura
HT018	QSK78-C	66302235	MC	5/06/2017 22:30	6/06/2017 00:50	2.00	Se realiza la inspección de motor diesel, toma de muestra de aceite, cambio de aceite y filtros de aceite de motor después de las 50 hrs del cambio del módulo

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD			TIEMPOS			IDENTIFICACION DEL TRABAJO	
UNIDAD	MOTOR	SERIE	TIPO DE INTERVENCION	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	TIEMPO DE TRABAJO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT018	QSK78-C	66302235	MC	6/06/2017 00:40	6/06/2017 02:20	1.67	Cambio de filtros de combustible por baja potencia
HT014	QSK78-C	66302530	MC	6/06/2017 08:35	7/06/2017 00:30	9.25	Se realiza el cambio de manguera de retorno de turbo a la FDF por encontrarse dañado
HT018	QSK78-C	66302285	MC	6/06/2017 10:00	6/06/2017 11:40	1.67	Descarga y evaluación de data, inspección de motor, inspección de nivel refrigerante y combustible, evaluación sistema eléctrico del sensor nivel de carter que se encontraba dañado en el conector se procedio con el cambio
HT001	QSK78-C	66302279	MC	6/06/2017 20:30	7/06/2017 05:00	8.50	En la inspección de motor presenta fuga de aceite por cañería de retorno de aceite por turbo de alta LPT, se
HT014	QSK78-C	66302530	MC	7/06/2017 09:45	8/06/2017 11:15	21.50	Se realiza cambio de filtro e inclinador por presentar fisura en cuerpo. Se intentó aplicar un sellador temporal en
HT022	QSK78-C	66302749	MC	7/06/2017 15:40	7/06/2017 15:57	0.17	Se realiza muestra de aceite de motor, inspección visual de motor y revisión de niveles.
HT022	QSK78-C	66302749	MC	7/06/2017 23:30	8/06/2017 01:53	2.33	Se realiza el cambio de aceite de motor y tanque auxiliar, cambio de papel centrifugo por la presencia de sodio en el
HT013	QSK78-C	66302285	MC	8/06/2017 02:20	8/06/2017 03:55	1.65	Se realiza el cambio de aceite de motor y tanque auxiliar por el cambio de celata, toma muestra de aceite, se dio arranque y pruebas.
HT005	QSK78-C	66302475	MC	8/06/2017 15:25	9/06/2017 04:00	7.92	Se realiza la inspección encontrando retén de polea de mando de bomba de combustible deteriorada, se cambia retén
HT012	QSK78-C	66302105	PM	8/06/2017 08:00	9/06/2017 23:15	15.15	Reemplazo de inyectores 5L8 y 4L8 por presentar fuga de combustible y plunger roto
HT024	QSK78-C	66302684	MC	8/06/2017 23:50	9/06/2017 01:40	1.83	Se encontro fuga de aire por manguera roto de crossover LPT, se realizo el desmontaje y cambio de manguera y abrazadera de crossover quedo operativo.
HT015	QSK78-C	66302215	PM	9/06/2017 09:00	9/06/2017 10:00	1.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT011	QSK78-C	66302711	PM	10/06/2017 19:00	10/06/2017 21:00	1.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT022	QSK78-C	66302749	MC	11/06/2017 01:15	11/06/2017 05:00	4.00	Pruebas y medidas de compresión en anillos y pistón
HT009	QSK78-C	66302553	PM	12/06/2017 17:00	13/06/2017 21:00	4.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD			TEMPOS				IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MOTO	SERIE	TIPO DE INTERVENCION	FECHA DE PASAJE	FECHA DE OPERATIVIDAD	TIEMPO DE TRABAJO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT005	QSK78-C	66302475	PM	12/06/2017 19:00	12/06/2017 20:00	1.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT009	QSK78-C	66302553	MC	12/06/2017 20:00	13/06/2017 02:00	21.00	Cambio de abrazadera central de turbo de alta LRF por encontrarse girada
HT009	QSK78-C	66302553	MC	12/06/2017 11:00	12/06/2017 14:47	3.47	Reemplazo de alternador debido a que no genera el voltaje adecuado
HT001	QSK78-C	66302279	MC	14/06/2017 08:15	14/06/2017 09:30	1.25	Inspección de motor por fuga de refrigerante por ruido de cañería de enfriamiento de turbo de alta LRF. Se elabora backlog para atención en su FMA.
HT003	QSK78-C	66302465	PM	15/06/2017 00:30	15/06/2017 04:30	4.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Cambio de aceite
HT003	QSK78-C	66302465	MC	15/06/2017 01:30	15/06/2017 01:56	12.06	Reemplazo de culata posición 6LB por presentar fuga de refrigerante
HT003	QSK78-C	66302465	MC	15/06/2017 01:00	15/06/2017 04:50	3.50	Medidas de compresión en los anillos y pistón
HT022	QSK78-C	66302749	PM	15/06/2017 08:30	16/06/2017 06:30	22.00	Reemplazo del filtro eliminador por encontrarse rajado a la concertaje de casco
HT021	QSK78-C	66302711	MC	15/06/2017 22:30	15/06/2017 23:45	1.25	Limpieza de conectores sensor presión de admisión por alarma de motor. Por baja presión del Intercooler.
HT009	QSK78-C	66302553	PM	16/06/2017 08:20	16/06/2017 20:40	12.20	Reemplazo de culata 7SD por estar flojada y presentar alta temperatura en el motor
HT021	QSK78-C	66302711	MC	17/06/2017 03:00	17/06/2017 10:40	7.67	Cambio de turbo de baja PSR por baja presión de admisión por intercooler posterior. Alarse excesivamente
HT013	QSK78-C	66302265	PM	17/06/2017 10:20	17/06/2017 22:50	12.10	Reemplazo de turbo 6LB por presentar a la temperatura
HT013	QSK78-C	66302265	MC	17/06/2017 10:00	17/06/2017 11:50	1.50	Realizar pruebas de compresión y desgaste en anillos
HT018	QSK78-C	66302265	PM	17/06/2017 17:40	17/06/2017 21:50	4.10	Pruebas de compresión en los anillos y pistón
HT024	QSK78-C	66302684	PM	17/06/2017 18:30	17/06/2017 22:30	4.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD			TEMPOS				IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MOTO	SERIE	TIPO DE INTERVENCION	FECHA DE PASAJE	FECHA DE OPERATIVIDAD	TIEMPO DE TRABAJO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT001	QSK78-C	66302179	PM	18/06/2017 10:00	18/06/2017 11:27	1.22	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT018	QSK78-C	66302235	PM	18/06/2017 10:00	18/06/2017 11:00	1.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT024	QSK78-C	66302684	MC	18/06/2017 17:10	18/06/2017 17:30	0.33	Cambio de membrana de crossover LRF por estar rota. Evento de ruido extraño.
HT007	QSK78-C	66302173	MC	18/06/2017 20:00	18/06/2017 23:42	1.42	Medidas de compresión en los anillos
HT007	QSK78-C	66302173	MC	19/06/2017 19:00	19/06/2017 20:45	1.75	Se realizó la inspección encontrando código de falla 75D de bajo nivel de aceite de motor diesel. Se midió voltaje de alimentación del sensor (Se intercambia sensor de nivel de aceite con el motor E37025)
HT014	QSK78-C	66302530	PM	20/06/2017 14:00	20/06/2017 18:00	4.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Se realizó cambio de aceite
HT014	QSK78-C	66302530	MC	20/06/2017 20:00	20/06/2017 21:50	1.50	Se realizó la inspección, desmontaje de ductos de admisión, desmontaje de abrazadera central de turbo de alta posición LRM y LRF encontrándose rota realizando su cambio se instaló abrazadera, ductos de escape y
HT014	QSK78-C	66302530	MC	21/06/2017 07:15	21/06/2017 10:00	2.75	En la inspección se visualiza fuga de aceite por la tapa de balancines del cilindro 11B, se realizó el desmontaje de tapa de balancines cambio de empaque, mortaja de tapa de balancines
HT007	QSK78-C	66302173	PM	21/06/2017 10:00	21/06/2017 11:00	1.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT019	QSK78-C	66302185	MC	21/06/2017 12:44	21/06/2017 14:55	1.73	Se inspecciona alternador de 24V, se encontró sonido anormal interno al girar desde la polea, se desmonta alternador de 24V para su cambio, se monta alternador nuevo, realiza conexiones, montaje de guarda, arranque y pruebas
HT001	QSK78-C	66302279	MC	24/06/2017 14:30	24/06/2017 15:30	1.00	Descarga de data y evaluación de tren data (reseteo de código de falla) Inspección general de motor (no presenta fuga) Inspección niveles de fluidos, reajuste del sistema de admisión.
HT019	QSK78-C	66302185	MC	24/06/2017 21:15	25/06/2017 05:00	4.75	Se realizó el desmontaje de termocosta del cilindro 8LB Y 4LB por backlog, se realizó la medición de la termocosta encontrando valores erróneos, se realizó el cambio de termocosta.

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD			TEMPOS				IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MOTO	SERIE	TIPO DE INTERVENCION	FECHA DE PASAJE	FECHA DE OPERATIVIDAD	TIEMPO DE TRABAJO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT014	QSK78-C	66302530	MC	26/06/2017 09:00	28/06/2017 12:50	3.50	Realizar pruebas de compresión y ajuste en culatas
HT012	QSK78-C	66302205	MC	26/06/2017 09:00	28/06/2017 13:44	4.44	Reemplazo del alternador por encontrarse con los sellos quemados
HT018	QSK78-C	66302215	PM	29/06/2017 03:00	29/06/2017 07:00	4.00	Pruebas y ajustes en los anillos y pistón
HT018	QSK78-C	66302215	MC	29/06/2017 07:15	29/06/2017 12:00	4.75	Cambio de mangueras y empaques de aftercoolers RSM y RSR por estar rotas. Fuga de refrigerante.
HT007	QSK78-C	66302173	MC	29/06/2017 08:50	29/06/2017 20:50	12.00	Reemplazo de culata 8RS por presentar grietas y registrar alta fuga de refrigerante
HT018	QSK78-C	66302215	MC	29/06/2017 13:00	29/06/2017 22:00	8.00	Cambio de perno de sujeción de alternador de 24 V por estar roto.
HT021	QSK78-C	66302711	PM	30/06/2017 05:00	30/06/2017 09:00	4.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Cambio de aceite
HT021	QSK78-C	66302711	MC	30/06/2017 07:30	1/07/2017 05:00	20.00	Cambio de culata 4TS por fuga de gases de escape por empaque de culata a altas temperaturas.
HT003	QSK78-C	66302465	PM	27/06/2017 07:00	27/06/2017 15:01	8.01	Desmontaje de inyector 8LB por presentar el plunger inferior roto
HT001	QSK78-C	66302279	MC	26/06/2017 00:00	17/06/2017 21:53	21.53	Reemplazo de filtro ELIMINATOR por presentar fisura
HT001	QSK78-C	66302279	MC	26/06/2017 00:00	29/06/2017 09:56	9.83	Reemplazo de culata posición 6LB por presentar fuga de refrigerante
HT003	QSK78-C	66302465	PM	30/06/2017 20:25	30/06/2017 21:25	1.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT003	QSK78-C	66302465	MC	30/06/2017 01:00	30/06/2017 21:21	19.21	Desmontaje de unidad de goberna posición 7LB por presentar fuga de combustible
HT005	QSK78-C	66302475	MC	15/06/2017 07:00	15/06/2017 15:01	8.01	Desmontaje de inyector 9LB por presentar el plunger roto
HT005	QSK78-C	66302475	MC	18/06/2017 07:00	19/06/2017 05:00	22.00	Desmontaje del filtro eliminador por presentar fisura.
HT005	QSK78-C	66302475	PM	20/06/2017 03:00	20/06/2017 11:00	3.00	Pruebas de compresión en los anillos y pistón
HT005	QSK78-C	66302475	PM	21/06/2017 10:00	21/06/2017 11:57	1.93	Toma de muestras de fluidos y monitoreo de para metros
HT007	QSK78-C	66302173	MC	29/06/2017 10:00	30/06/2017 08:00	22.00	Desmontaje de filtro eliminador por presentar exceso de Co y estar rajado

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD			TIEMPOS				IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MOTOR	SERIE	TIPO DE INTERVENCIÓN	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	TIEMPO DE TRABAJO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT019	QSK78-C	66302185	PM	24/06/2017 21:30	25/06/2017 01:30	4.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Se realiza cambio de aceite
HT014	QSK78-C	66302330	MC	26/06/2017 09:00	26/06/2017 08:50	1.50	Alfornador, se procede al desmontaje, inspeccion de partes de mundo, cambio de alfornador y faja los cuetes estan dañados, se realiza su cambio, se verifica voltaje de salida de alfornador 27.5 V.
HT020	QSK78-C	66302463	MC	26/06/2017 11:00	26/06/2017 11:00	1.00	Descarga de información y evaluación de la antena e inspección de motor, Servido de aceite al tanque de reserva
HT013	QSK78-C	66302105	PM	26/06/2017 22:30	27/06/2017 09:30	4.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Se realiza cambio de aceite
HT012	QSK78-C	66302105	MC	26/06/2017 22:30	27/06/2017 06:30	4.00	Se realiza la inspección de termocouple JLS, BL, desmontaje de crossover (B7, abrazadera de cable, cambio de conjunto de termocouple, circuitos abiertos JLS.
HT011	QSK78-C	66302105	MC	26/06/2017 22:30	27/06/2017 04:30	4.00	Realizar la prueba de compresion en anillos y piston
HT009	QSK78-C	66302153	PM	27/06/2017 02:00	27/06/2017 06:00	4.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor/pruebas de compresion en piston y anillos
HT008	QSK78-C	66302355	MC	27/06/2017 03:00	27/06/2017 04:00	1.00	detectar daños, se realiza su cambio se observa harness de sensor de temperatura de escape de lado izquierdo con circuito abierto, se realiza su cambio.
HT011	QSK78-C	66302105	MC	27/06/2017 08:00	27/06/2017 10:30	12.30	Realizar el mantenimiento de turbo de alta potencia (B5) por presentar altas temperaturas y estar rajado
HT019	QSK78-C	66302185	MC	27/06/2017 15:20	27/06/2017 17:30	2.17	Descarga de data y evaluación de tren de data, reseteo de codigos de fallo, cambio de bomba de combustible (desmontaje y montaje de bomba de combustible).

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD			TIEMPOS				IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	MOTOR	SERIE	TIPO DE INTERVENCIÓN	FECHA DE PARADA	FECHA DE OPERATIVIDAD	TIEMPO DE TRABAJO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT013	QSK78-C	66302285	MC	18/06/2017 08:00	18/06/2017 08:15	0.15	Desmontaje de bomba de prebuj motor no arranca
HT013	QSK78-C	66302285	MC	19/06/2017 11:00	19/06/2017 12:50	1.50	Reemplazo de mangueras de turbo por estar rotas
HT016	QSK78-C	66302215	MC	29/06/2017 08:00	30/06/2017 02:50	18.89	Reemplazo de filtro ELIMINADOR por presentar fisura y exceso de Ca
HT018	QSK78-C	66302288	MC	20/06/2017 08:00	21/06/2017 06:30	22.30	Desmontaje de el motor por presentar exceso de Ca y estar rajado
HT018	QSK78-C	66302288	MC	25/06/2017 09:00	26/06/2017 03:47	17.47	Reemplazo de inyector B5 por presentar el plunger roto
HT019	QSK78-C	66302165	MC	23/06/2017 08:00	23/06/2017 22:50	14.50	Desmontaje de inyector B5 y B6 por presentar variaciones en el combustible y estar con el plunger roto
HT021	QSK78-C	66302711	MC	30/06/2017 04:53	1/07/2017 18:56	13.62	Reemplazo de inyector B6 por presentar el plunger roto
HT024	QSK78-C	66302694	PM	18/06/2017 08:00	18/06/2017 12:00	4.00	Realizar pruebas de compresion y ajuste en piston y anillos de piston
HT024	QSK78-C	66302694	MC	20/06/2017 09:00	20/06/2017 21:00	12.00	Reemplazo de turbo B6 por estar rajado reflejándose en la alta temperatura
HT024	QSK78-C	66302694	MC	12/06/2017 05:00	23/06/2017 01:49	19.49	Reemplazo de filtro eliminador por encontrarse rajado y presentar el conector de Ca

Fuente:Distribuidora Cummins Perú

Para el desarrollo de los indicadores de gestión, se están considerando las siguientes formulas:

Disponibilidad mecánica: $\frac{\text{Horas Nominales} - \text{Horas de Inoperatividad}}{\text{Horas Nominales}}$

MTBF (Mean Time Between Failures): $\frac{\text{Horas Nominales} - \text{Horas mantto correctivo}}{\text{Numero de fallas Correctivo}}$

MTTR (Mean Time To Repair): $\frac{\text{Horas mantto correctivo}}{\text{Numeros de fallas correctivo}}$

En la FIGURA 5.4. Se puede apreciar los indicadores de gestión respecto al mes de Junio 2017.

FIGURA 5.4
REPORTE DE INDICADORES MOTORES QSK78 JUNIO 2017

EQUIPO	HORAS NOMINALES	HORAS AL INICIO DEL MES	HORAS AL FINAL DEL MES	HORAS TRABAJADAS EN EL MES	TOTAL		PREVENTIVO		CORRECTIVO		INDICADORES		
					INGRESOS	HORAS DE INOPERATIVIDAD	INGRESOS	HORAS TOTALES PREVENTIVO	INGRESOS	HORAS TOTALES CORRECTIVO	MTBF	MTTR	DISP. MECANICA
HT001	720	16125	15744	619	7	44.88	1.00	1.22	6.0	43.66	112.72	7.28	0.9377
HT003	720	16334	16945	611	7	48.78	3.0	13.01	4.0	35.8	171.06	8.94	0.9323
HT005	720	16123	16762	639	6	43.86	3.0	5.93	3.0	37.9	227.36	12.64	0.9391
HT007	720	15745	16337	592	7	44.17	2.0	5.00	5.0	39.2	136.17	7.83	0.9337
HT009	720	17020	17651	641	6	45.67	3.0	20.20	3.0	25.5	231.51	8.49	0.9366
HT012	720	17274	17872	598	6	43.89	2.0	19.15	4.0	24.7	173.82	6.19	0.9390
HT013	720	16395	16988	593	8	44.65	2.0	16.1	6.0	28.6	115.24	4.76	0.9380
HT014	720	16475	17039	564	7	44.00	1.0	4.0	6.0	40.0	113.33	6.67	0.9389
HT016	720	16092	16713	621	6	47.14	2.0	5.0	4.0	42.1	169.47	10.54	0.9345
HT018	720	13	645	632	6	48.54	2.0	5.1	4.0	43.4	169.14	10.86	0.9326
HT019	720	16352	16963	611	7	43.65	2.0	16.5	5.0	27.2	138.57	5.43	0.9394
HT021	720	15188	15829	641	7	47.54	2.0	5.0	5.0	42.5	135.49	8.51	0.9340
HT022	720	16664	17267	603	6	44.36	2.0	26.0	4.0	18.4	175.41	4.59	0.9384
HT024	720	16075	16704	629	7	43.66	2.0	8.0	5.0	35.7	136.87	7.13	0.9394
Total de camiones	10080			8594	93	634.79	29.0	150.21	64.0	484.6	157.58	7.85	0.9370

Fuente: Distribuidora Cummins Perú

5.5.3 Reporte de operaciones e indicadores de gestión en flota de motores Cummins QSK78 Julio 2017

En la FIGURA 5.5. Se muestran los reportes de operación las nuevas tareas de mantenimiento preventivo, predictivo y mantenimientos correctivos ocurridos en la flota de 14 motores QSK78 durante el mes de julio 2017.

FIGURA 5.5
REPORTE DE OPERACIONES EN MOTORES QSK78 JULIO 2017

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPO				IDENTIFICACION DEL TRABAJO
LINEA	MOTOR	SERIE	TIPO DE INTERVENCIÓN	FECHA DE PRIMA	FECHA DE OPERATIVIDAD	PROVOCA PRIMA	TIEMPO DE TRABAJO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT019	QSK78-C	66302185	MC	1/07/2017 00:00	1/07/2017 05:00	S	5:00	Se realizó el cambio de eje y balo del cambio Agg del inyector por desgaste
HT019	QSK78-C	66302185	MC	1/07/2017 09:10	2/07/2017 07:10	S	6:00	Toma de muestra de aceite de motor por seguimiento pruebas y análisis de compresión en anillos y pistón
HT005	QSK78-C	66302475	PM	1/07/2017 23:30	3/07/2017 04:00	S	4:30	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Pruebas de compresión y ajuste en anillos de pistón
HT001	QSK78-C	66302279	MC	3/07/2017 00:00	4/07/2017 19:40	S	19:40	Cambio de culeta S&B por fuga de gases de escape por empuje de culeta S&B
HT005	QSK78-C	66302475	MC	3/07/2017 11:00	3/07/2017 18:30	S	6:30	Cambio de mangueras y empacques de aftercooler RB& RB& por estar rotas / Fuga de refrigerante
HT024	QSK78-C	66302684	PM	4/07/2017 06:30	4/07/2017 11:30	S	5:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Pruebas de compresión y ajuste en anillos de pistón
HT018	QSK78-C	66302195	PM	5/07/2017 09:50	5/07/2017 15:00	S	5:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Pruebas de compresión y ajuste en anillos de pistón
HT018	QSK78-C	66302195	MC	5/07/2017 20:00	5/07/2017 22:00	S	2:00	Reposición de tapón de válvula de drenaje de sistema de refrigerante TA
HT007	QSK78-C	66302175	PM	6/07/2017 11:20	7/07/2017 03:00	S	4:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible
HT001	QSK78-C	66302279	PM	6/07/2017 19:10	7/07/2017 17:50	S	5:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Cambio de aceite
HT012	QSK78-C	66302105	PM	6/07/2017 14:10	6/07/2017 14:25	NC	0:15	Reemplazo de manguera roto de crossover
HT021	QSK78-C	66302711	MC	7/07/2017 04:20	7/07/2017 06:30	S	2:10	Cambio de aceite de motor por 50 horas de operación por cambio de culeta

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPO				IDENTIFICACION DEL TRABAJO
LINEA	MOTOR	SERIE	TIPO DE INTERVENCIÓN	FECHA DE PRIMA	FECHA DE OPERATIVIDAD	PROVOCA PRIMA	TIEMPO DE TRABAJO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT019	QSK78-C	66302185	MC	7/07/2017 07:00	7/07/2017 09:10	S	2:10	Cambio de filtros de combustible por estar saturados y error de línea eléctrica
HT013	QSK78-C	66302185	PM	7/07/2017 14:30	8/07/2017 00:00	S	5:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Cambio de aceite
HT013	QSK78-C	66302185	MC	7/07/2017 17:00	7/07/2017 22:00	S	5:00	Reemplazo de inyector 618 por presentar punteo y fuga de combustible
HT013	QSK78-C	66302185	MC	7/07/2017 17:00	7/07/2017 22:00	S	5:00	Cambio de cámara de retorno de aceite de turbo de base L&M por estar en mal estado
HT013	QSK78-C	66302185	MC	7/07/2017 19:00	7/07/2017 22:00	S	3:00	Limpieza de conectores de termocupas S&B y RB& por función errática
HT013	QSK78-C	66302185	MC	7/07/2017 22:00	8/07/2017 01:00	S	3:00	Reposición de espaldas de soporte de mangueras por no encontrarse en el motor
HT021	QSK78-C	66302711	MC	8/07/2017 09:15	8/07/2017 09:55	S	0:40	Limpieza de conector de termocupas L&M por circuito abierto
HT009	QSK78-C	66302553	MC	8/07/2017 12:00	8/07/2017 12:30	MC	0:30	Cambio de protector termico de aftercooler L&M por estar en mal estado
HT014	QSK78-C	66302530	PM	9/07/2017 05:25	9/07/2017 10:25	S	5:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Pruebas de compresión y ajuste en anillos de pistón
HT014	QSK78-C	66302530	MC	9/07/2017 07:30	9/07/2017 10:30	S	3:00	Limpieza de conectores de sensor de presión de intercooler por configuración
HT019	QSK78-C	66302185	MC	9/07/2017 20:30	10/07/2017 01:00	S	3:00	Reemplazo de afeitador por presentar serios quemados motor no arranca
HT024	QSK78-C	66302684	PM	10/07/2017 09:00	10/07/2017 17:59	S	8:59	Reemplazo de inyector S&B por encontrarse roto
HT021	QSK78-C	66302711	PM	11/07/2017 10:00	11/07/2017 15:00	S	5:00	Reemplazo de afeitador por presentar serios quemados motor no arranca
HT019	QSK78-C	66302185	PM	12/07/2017 11:00	11/07/2017 12:40	S	1:40	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT001	QSK78-C	66302279	MC	12/07/2017 07:15	12/07/2017 11:15	S	4:00	Descarga de data y más se encuentra falla interna de controlador se realizó el cambio de ECM QSK78 L&M 1330 y se actualizó a la configuración

IDENTIFICACION DE LA UNIDAD				TIEMPO				IDENTIFICACION DEL TRABAJO
LINEA	MOTOR	SERIE	TIPO DE INTERVENCIÓN	FECHA DE PRIMA	FECHA DE OPERATIVIDAD	PROVOCA PRIMA	TIEMPO DE TRABAJO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT013	QSK78-C	66302185	MC	25/07/2017 18:00	25/07/2017 18:00	S	0:00	Evaluación de inyector 788 y calibración Evento de baja potencia
HT024	QSK78-C	66302684	MC	25/07/2017 22:30	25/07/2017 23:50	S	1:20	Cambio de manguera y abrazadera de crossover RB& por evento de ruido extraño
HT014	QSK78-C	66302530	PM	26/07/2017 22:00	27/07/2017 02:00	S	4:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible
HT014	QSK78-C	66302530	MC	27/07/2017 07:30	27/07/2017 11:00	S	3:30	Cambio de harness RB por falla interna debido a que no envía señal de sensor de presión de intercooler
HT019	QSK78-C	66302185	MC	27/07/2017 17:00	28/07/2017 05:30	S	12:30	Reemplazo de inyector B&B con presentar rotura en el cuerpo
HT019	QSK78-C	66302185	MC	27/07/2017 19:15	28/07/2017 01:00	S	9:45	Cambio de ECM Genes por falla interna por altos cortos de termocupas L&B Alta resistencia
HT019	QSK78-C	66302185	MC	27/07/2017 19:15	27/07/2017 21:00	S	1:45	Cambio de aceite de motor por haber cambiado el conunto Lem-Agg
HT025	QSK78-C	66302475	MC	29/07/2017 05:30	29/07/2017 06:00	S	0:30	Cambio de aceite de motor por procedimiento Motor cambiado
HT022	QSK78-C	66302749	PM	29/07/2017 14:50	29/07/2017 16:50	S	2:00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT019	QSK78-C	66302185	PM	42947 94444	42948 12153	S	4:25	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible
HT025	QSK78-C	66302465	MC	22/07/2017 00:00	22/07/2017 20:44	S	20:44	Desmontaje de inyector 718 y 318 por presentar punteo y fuga de combustible
HT025	QSK78-C	66302465	MC	22/07/2017 08:00	22/07/2017 12:49	S	4:49	Reemplazo de afeitador por presentar serios quemados motor no arranca
HT016	QSK78-C	66302125	MC	28/07/2017 00:00	28/07/2017 12:00	S	12:00	Reemplazo de turbo 618 por presentar fuga de aceite y encontrarse roto
HT016	QSK78-C	66302125	MC	21/07/2017 08:00	21/07/2017 22:50	S	14:50	Reemplazo de inyector B&B con presentar rotura en el cuerpo

CENTRALIZACION DE LA UNIDAD		TIEMPO		DESCRIPCION DEL TRABAJO	
UNIDAD	SERIE	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	PROMOCION PASAD	TIEMPO DE TRABAJO
HT05	050794	65302115	15/07/2017 09:30	SI	2:17
HT05	050794	65302115	15/07/2017 09:40	SI	0:43
HT05	050794	65302119	15/07/2017 09:00	SI	5:00
HT02	050794	65302119	15/07/2017 10:00	SI	1:00
HT02	050794	65302105	15/07/2017 11:30	SI	1:32
HT02	050794	65302149	15/07/2017 12:30	SI	22:48
HT02	050794	65302111	15/07/2017 09:50	SI	0:00
HT05	050794	65302135	15/07/2017 13:30	SI	1:50
HT05	050794	65302115	15/07/2017 21:00	SI	5:00
HT05	050794	65302115	15/07/2017 19:30	SI	2:50
HT09	050794	65302115	15/07/2017 21:00	SI	1:75
HT09	050794	65302111	17/07/2017 08:14	SI	5:00
HT01	050794	65302111	17/07/2017 08:14	SI	2:27
HT01	050794	65302179	17/07/2017 10:00	SI	1:75
HT05	050794	65302145	19/07/2017 22:00	SI	4:50
HT05	050794	65302145	19/07/2017 22:00	SI	1:51

CENTRALIZACION DE LA UNIDAD		TIEMPO		DESCRIPCION DEL TRABAJO	
UNIDAD	SERIE	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	PROMOCION PASAD	TIEMPO DE TRABAJO
HT09	050794	65302145	20/07/2017 08:30	SI	2:58
HT09	050794	65302153	20/07/2017 08:30	SI	4:00
HT05	050794	65302146	20/07/2017 08:30	SI	3:10
HT01	050794	65302111	20/07/2017 20:55	SI	12:00
HT01	050794	65302150	20/07/2017 08:00	SI	10:00
HT05	050794	65302175	21/07/2017 19:30	SI	53:50
HT02	050794	65302119	21/07/2017 19:30	SI	5:00
HT05	050794	65302119	22/07/2017 08:30	SI	3:30
HT05	050794	65302135	22/07/2017 19:30	SI	22:58
HT05	050794	65302135	24/07/2017 16:30	SI	2:00
HT04	050794	65302194	24/07/2017 19:00	SI	4:50
HT04	050794	65302194	25/07/2017 02:00	SI	3:00
HT05	050794	65302173	25/07/2017 10:00	SI	1:00
HT05	050794	65302173	25/07/2017 10:00	SI	0:50
HT01	050794	65302135	25/07/2017 19:00	SI	1:50

CENTRALIZACION DE LA UNIDAD		TIEMPO		DESCRIPCION DEL TRABAJO	
UNIDAD	SERIE	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	PROMOCION PASAD	TIEMPO DE TRABAJO
HT07	050794	65302173	26/07/2017 02:00	SI	Reemplazo de el trambola de turbo 83 Central
HT07	050794	65302153	26/07/2017 02:00	SI	Reemplazo de el trambola 104 de turbo central

Fuente: Distribuidora Cummins Perú

En la FIGURA 5.6. Se muestran los indicadores de gestión de los motores Cummins QSK78, respecto al mes de Julio 2017

**FIGURA 5.6
 REPORTE DE INDICADORES MOTORES QSK787 JULIO 2017**

MOTOR	HORAS MOVILIDAD	HORAS TRABAJO	HORAS TRABAJO	HORAS TRABAJO	TOTAL		PREVENTIVO		CORRECTIVO		INDICADORES			
					INGRESOS TOTALES	HORAS DE MANTENIMIENTO	INGRESOS	HORAS TOTALES PREVENTIVO	INGRESOS	HORAS TOTALES CORRECTIVO	MTBF	MTTR	OSQ. P.	OSQ. R.
HTD01	744	16766	17337	571	5	33.45	1	5.00	4	28.45	178.89	7.11	0.96	0.04
HTD03	744	16963	17581	619	6	36.54	1	4.50	5	32.04	142.39	6.41	0.95	0.05
HTD05	744	16785	85	484	7	68.67	2	5.50	5	63.17	136.17	12.63	0.91	0.09
HTD07	744	16359	16705	346	2	4.5	1	4.00	1	0.5	743.50	0.50	0.99	0.01
HTD09	744	17655	18295	611	2	4.5	1	4.00	1	0.5	743.50	0.50	0.99	0.01
HTD12	744	17891	16518	627	2	1.67	1	1.52	1	0.15	743.85	0.15	1.00	0.00
HTD13	744	17008	17624	616	7	40	2	6.50	5	33.5	142.10	6.70	0.95	0.05
HTD14	744	17061	17667	606	5	35	3	18.50	2	7.5	368.25	3.75	0.95	0.05
HTD15	744	16731	17369	638	4	32.45	1	5.00	3	27.45	238.85	9.15	0.95	0.04
HTD16	744	667	1280	613	4	31.5	2	17.50	2	4	370.00	2.00	0.96	0.04
HTD18	744	16984	17583	604	12	47.63	2	5.92	10	41.71	70.21	4.19	0.94	0.06
HTD21	744	16833	16473	640	5	33.1	3	12.27	2	20.83	361.59	10.42	0.95	0.04
HTD22	744	17290	17921	631	5	34.48	2	6.00	3	28.48	238.51	9.49	0.95	0.05
HTD24	744	16727	17337	610	4	22.54	3	18.21	1	4.33	732.67	4.33	0.97	0.03
Total de motores	10416			8216	70	427.23					372.63	5.52	0.9590	0.04

Fuente: Distribuidora Cummins Perú

5.5.5 Reporte de operaciones e indicadores de gestión en la flota de motores

Cummins QSK78 agosto 2017

En la FIGURA 5.7. Se muestran los reportes de operación las nuevas tareas de mantenimiento preventivo, predictivo y mantenimientos correctivos ocurridos en la flota de 14 motores QSK78 durante el mes de agosto 2017.

FIGURA 5.7
REPORTE DE OPERACIONES EN LA MOTORES QSK78 AGOSTO 2017

IDENTIFICACION UNIDAD		TIEMPOS				IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	SERIE	TIPO DE INTERVENCIÓN	FECHA DE PASAJE	FECHA DE OPERATIVIDAD	TIEMPO DE INTERVENCIÓN	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT019	66302185	PM	1/08/2017 07:50	1/08/2017 08:15	2.75	Se realiza el cambio de manguera y abrazadera de crossover por horas de operación
HT003	66302465	PM	3/08/2017 05:00	3/08/2017 06:50	2.55	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT012	66302105	PM	3/08/2017 07:50	3/08/2017 12:50	4.50	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / pruebas de compresion en
HT018	66302235	PM	4/08/2017 02:40	4/08/2017 03:10	3.50	Se realiza la inspeccion del motor diesel y verificaciones de niveles
HT016	66302215	PM	4/08/2017 07:00	4/08/2017 12:00	5.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible
HT016	66302215	PM	4/08/2017 19:00	4/08/2017 20:50	1.50	Verificación de horómetro de eslabos EDM
HT022	66302749	PM	4/08/2017 20:00	4/08/2017 22:00	2.00	Medición de compresion y ajustes en anillos de piston y piston
HT021	66302711	PM	5/08/2017 08:30	5/08/2017 13:00	5.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / pruebas de compresion y
HT009	66302553	PM	5/08/2017 12:50	7/08/2017 23:30	59.00	Cambio de módulo de potencia por horas de operación
HT021	66302711	PM	5/08/2017 04:00	5/08/2017 17:45	13.10	Reemplazo de sellos de inyector por horas de operación
HT019	66302185	PM	6/08/2017 10:55	6/08/2017 11:10	0.25	Muestreo de aceite por seguimiento de motor
HT019	66302185	PM	7/08/2017 07:00	7/08/2017 17:53	10.33	Se realiza la inspeccion, se desmonta y monta los ductos del a'coolator y componentes pertenecientes para su cambio de oring y especoes de sistema ITA posicion KSM, llenado de refrigerante arranque y pruebas
HT018	66302235	PM	8/08/2017 07:00	8/08/2017 18:35	11.35	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Cambio de aceite / pruebas de compresion en los anillos y piston
HT022	66302749	PM	9/08/2017 08:45	9/08/2017 09:50	1.05	Evacuación de data de motor e inspección de motor por pérdida de potencia. Sin observaciones
HT013	66302285	PM	11/08/2017 15:15	11/08/2017 20:15	5.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Cambio de aceite / pruebas de compresion en los anillos y piston
HT016	66302215	PM	12/08/2017 07:50	12/08/2017 08:00	0.50	Evacuación de motor por pérdida de potencia. No se encontró observaciones. Se deja equipo a cargo de tomador

IDENTIFICACION UNIDAD		TIEMPOS				IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	SERIE	TIPO DE INTERVENCIÓN	FECHA DE PASAJE	FECHA DE OPERATIVIDAD	TIEMPO DE INTERVENCIÓN	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT005	66302475	PM	13/08/2017 19:00	14/08/2017 00:00	5.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Cambio de aceite / pruebas de compresion en los anillos y piston
HT022	66302749	PM	16/08/2017 05:00	16/08/2017 10:50	4.50	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible
HT013	66302285	PM	17/08/2017 07:30	17/08/2017 09:00	1.50	Reemplazo de conectores de termocupla 433 por evento de baja potencia. Conectar con polvo
HT019	66302185	PM	18/08/2017 14:00	18/08/2017 16:34	2.34	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT007	66302173	PM	20/08/2017 00:00	20/08/2017 04:55	4.55	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Cambio de aceite
HT007	66302173	PM	20/08/2017 00:30	20/08/2017 22:00	21.55	Cambio de sellos de inyector por operación de 4500 horas despues de la media vida
HT015	66302215	PM	22/08/2017 00:40	22/08/2017 02:40	2.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT015	66302215	PM	22/08/2017 20:00	22/08/2017 21:50	1.55	Se realiza la descarga de data COMS y QUANTUM, se encuentra código de falla activo sensor de gases de escape, se procedio a inspeccionar el circuito y el sensor, se realiza la limpieza por sustitucion de conectores, arranque y monitoreo de parametros encontrando dentro del rango
HT003	66302465	PM	24/08/2017 13:50	24/08/2017 18:50	5.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Cambio de aceite
HT018	66302235	PM	24/08/2017 15:45	24/08/2017 16:45	1.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT003	66302465	PM	25/08/2017 11:00	25/08/2017 12:00	1.00	Verificación de horómetro de eslabos EDM
HT003	66302465	PM	26/08/2017 03:00	26/08/2017 09:00	1.00	Se realiza la toma de muestra de refrigerante, encontrandolo sin problemas
HT009	66302553	PM	27/08/2017 02:30	27/08/2017 07:30	4.59	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Cambio de aceite
HT024	66302684	PM	28/08/2017 13:00	28/08/2017 18:55	5.55	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Cambio de aceite
HT024	66302684	PM	28/08/2017 16:00	29/08/2017 04:00	12.00	Cambio de sellos de inyector por operación de 4500 horas despues de la media vida
HT014	66302530	PM	29/08/2017 11:00	29/08/2017 16:00	5.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor / Cambio de filtros de combustible / Cambio de aceite / pruebas de compresion en los anillos y piston

IDENTIFICACION UNIDAD		TIEMPOS				IDENTIFICACION DEL TRABAJO
UNIDAD	SERIE	TIPO DE INTERVENCIÓN	FECHA DE PASAJE	FECHA DE OPERATIVIDAD	TIEMPO DE INTERVENCIÓN	DESCRIPCION DEL TRABAJO
HT014	66302530	PM	29/08/2017 11:00	29/08/2017 18:00	10.00	Desmontaje de Inyectores SLE93RJR, se cambio sellos, montaje de Inyectores con sellos nuevos, calibracion de Inyectores y montaje de tapas, montaje de ductos de extracción
HT013	66302285	PM	30/08/2017 02:00	30/08/2017 04:00	2.00	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT001	66302279	PM	30/08/2017 16:10	30/08/2017 13:10	5.55	Descarga y reseteo de data / Toma de muestras / Inspección general de motor
HT001	66302279	PM	26/08/2017 00:00	28/08/2017 09:58	57.25	Cambio de módulo de potencia por horas de operación

Fuente: Distribuidora Cummins Perú

En la FIGURA 5.8. Se muestran los indicadores de gestión en los motores Cummins QSK78 respecto al mes de agosto 2017.

FIGURA 5.8
REPORTE DE INDICADORES MOTORES QSK787 AGOSTO 2017

EQUIPO	HORAS NOMINALES	HORAS AL RINCO DEL MES		HORAS TRABAJADAS	TOTAL	PREVENTIVO		CORRECTIVO		INDICADORES				
		INGRESOS AL TALLER	HORAS DE INOPERATIVIDAD			INGRESOS	HORAS TOTALES PREVENTIVO	INGRESOS	HORAS TOTALES CORRECTIVO	MTBF	MTTR	Disp. Fin.	Indip. Fin.	
HT001	744	17353	17951	568	3	63.83	2.00	63.30	1.00	0.53	743.47	0.53	0.91420	0.0558
HT003	744	17613	18205	596	6	22.35	4.00	9.35	2.00	13.00	365.50	6.50	0.95995	0.0300
HT005	744	119	752	464	3	18.55	1.00	5	2.00	13.55	365.23	6.78	0.97507	0.0243
HT007	744	15750	17348	618	3	26.55	2.00	25.1	1.00	0.45	743.55	0.45	0.96431	0.0357
HT009	744	8297	8821	524	3	64	2.00	64	1.00	0.41	743.59	0.41	0.91398	0.0660
HT012	744	18562	19107	545	6	18.45	1.00	4.50	5.00	13.95	146.01	2.79	0.97520	0.0243
HT013	744	17668	18308	640	5	18.25	3.00	8.5	2.00	9.75	367.13	4.83	0.97547	0.0245
HT014	744	17712	18345	633	3	15.21	2.00	15.21	1.00	0.21	743.79	0.21	0.97956	0.0204
HT015	744	17414	18027	613	6	12.55	5.00	12.55	1.00	2.00	742.00	2.00	0.95313	0.0169
HT018	744	1325	1995	641	4	15.35	3.00	16.35	1.00	0.50	743.50	0.50	0.97802	0.0220
HT019	744	17620	18263	643	5	17.34	4.00	15.67	1.00	1.67	742.33	1.67	0.97659	0.0233
HT021	744	16513	17142	629	3	18.45	2.00	18.45	1.00	0.35	743.65	0.35	0.97520	0.0245
HT022	744	17556	18593	642	6	17.35	3.00	7.55	3.00	9.82	244.73	3.27	0.97668	0.0233
HT024	744	17353	18027	644	3	17.5	2.00	17.35	1.00	0.15	743.85	0.15	0.97643	0.0235
Total de Camiones	10416			8420	59	346.73					584.17	2.18	0.9567	0.0333

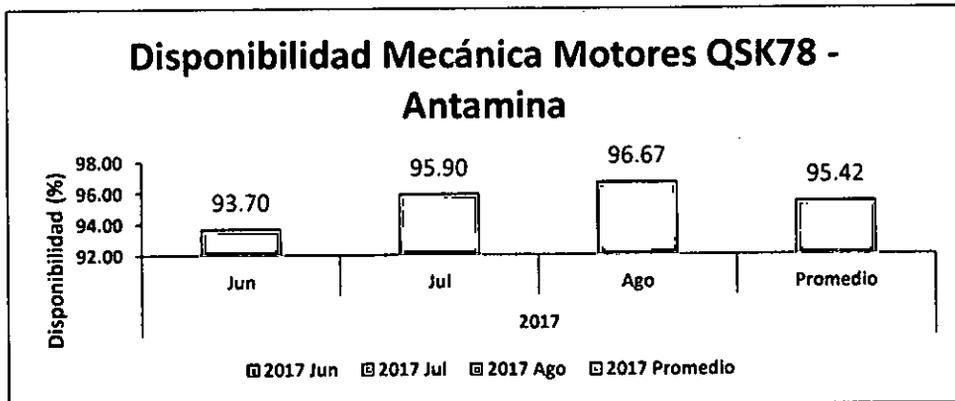
Fuente: Distribuidora Cummins Perú

5.6 Resumen indicadores de gestión en la flota de motores Cummins QSK78

Luego de haber diseñado e implementado las tareas de mantenimiento y capacitar al técnico en el desmontaje de eje de levas se pudo observar que los indicadores de gestión mejoraron.

En la TABLA 5.6. Se puede apreciar el continuo mejoramiento de la disponibilidad mecánica de forma progresiva durante los periodos de junio, julio y agosto del 2017.

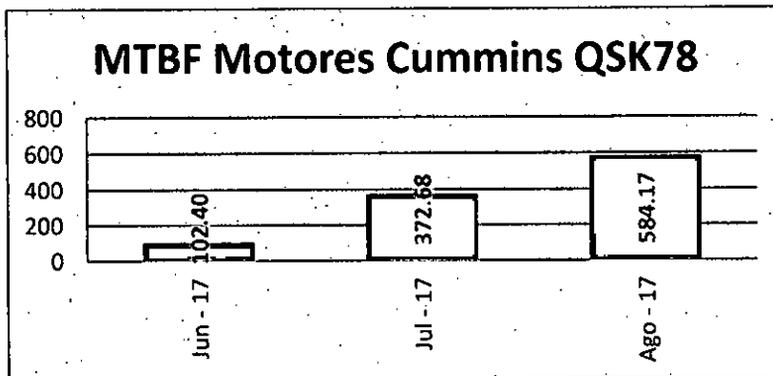
TABLA 5.6
DISPONIBILIDAD MECANICA EN LOS MOTORES CUMMINS QSK78
DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DEL RCM



Fuente: Elaboración propia

En la TABLA 5.7. Se puede apreciar que el tiempo medio entre fallas se prolongó siendo el mes más favorable en el mes de agosto 548.17, viéndose reflejado en los reportes de operaciones donde se registra menor incidencia de fallas.

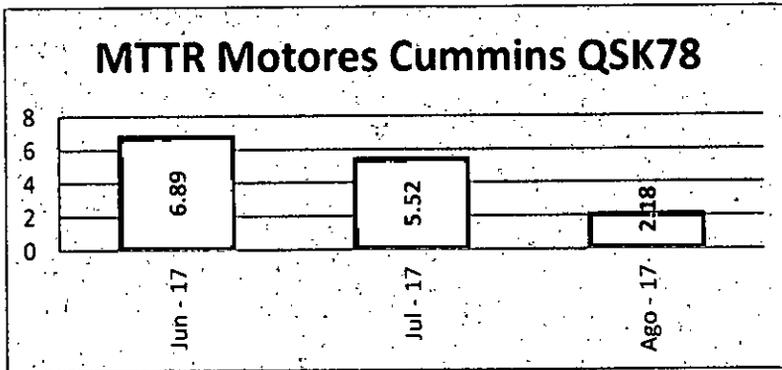
TABLA 5.7
MTBF EN MOTORES CUMMINS QSK78 DESPUES DE LA INPLEMENTACION
DEL RCM



Fuente: Elaboración propia

En la TABLA 5.8. Se describe los tiempos medios para reparar donde se registran las mejoras después de la implementación de las nuevas tareas de mantenimiento y la enseñanza del correcto desmontaje del cigüeñal.

TABLA 5.8
MTTR EN MOTORES CUMMINS QSK78 DESPUES DE LA INPLEMENTACION DEL RCM



Fuente: Elaboración propia

Al desarrollar el plan de mantenimiento y las oportunidades de mejora se pudo elevar la disponibilidad mecánica en los 03 meses después de la implementación registrando un promedio de disponibilidad mecánica de **95.42%** resaltando que cada mes la disponibilidad aumenta siendo en el mes de agosto 2017 de **96.67%**.

De acuerdo a los indicadores de mantenimiento, se pudo verificar que el MTBF y MTTR mejoraron después de la implementación de las 06 nuevas tareas de mantenimiento y 01 oportunidad de mejora.

CAPITULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contratación de hipótesis con los resultados

- Se constato que al diseñar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad a los motores Cummins QSK78 implementando las nuevas tareas de mantenimiento se logró disminuir las paradas no programadas, viéndose reflejado en el aumento de la disponibilidad mecánica y mejoraron los indicadores de gestión.

- Se comprobó que para desarrollar la técnica de mantenimiento basado en la confiabilidad es crucial determinar previamente el análisis de criticidad para reconocer los sistemas con mayores incidencias de fallas, considerando en la presente investigación solo realizar la implementación del RCM al sistema motor base debido a la urgencia de dar solución al cliente y Cummins EEUU.

- Se verifico que al elaborar el análisis de falla para los motores Cummins QSK78 se encontraron 29 modos de falla de acuerdo al lugar donde se encuentra operando el cual serviría como guía para posteriores síntomas de falla en el modelo de motor mencionado y con la finalidad de poder tener una rápida atención, eliminando y/o mitigando posteriores paradas de motor que se encuentran en Antamina.

6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares.

- En contraste con las conclusiones de Moreno de la Universidad de Oriente Venezuela quien en su estudio realizado cita que el mayor porcentaje de fallas se encuentran en el sistema motor siendo el 40% de las fallas totales, sin embargo, en esta investigación el sistema motor representa aproximadamente el 27%, en tanto para Partidas de la Universidad Nacional Experimental Politécnica de Venezuela señala que el sistema que presenta mayor criticidad es el eléctrico representada por la falla en los bornes de la batería.
- Según las conclusiones de Vásquez de la Universidad Austral de Chile y las de la investigación realizada se constató que el mantenimiento centrado en la confiabilidad se aplica a todo tipo de maquinaria o equipo y se debe implementar un departamento de ingeniería de confiabilidad dentro de la compañía.
- De las conclusiones de Yupanqui de la Universidad Privada del Norte de Perú y Da Costa de la Pontificia Universidad Católica del Perú señalan proponer implementar una estrategia para controlar las fallas inesperadas mediante una herramienta predictiva o monitoreo sin embargo en la presente investigación se implementó el sistema de monitoreo de parámetros a tiempo real obteniendo óptimos resultados en la disminución de las fallas ocurridas

en la operación, reafirmando la propuesta de Yupanqui y Da Burga asegurando buenos resultados.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

- Se diseñó un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad RCM con sus diversos pasos como la matriz de criticidad, el método de análisis modo y efecto de fallas AMEF, formatos de “información” y “decisiones”, finalmente se propusieron mejoras implementando 06 nuevas tareas de mantenimiento y 01 oportunidad de mejora causando un impacto favorable en la disponibilidad mecánica viéndose reflejado en la disminución en los tiempos para fallar y tiempos para reparación reduciendo las inesperadas paradas de motores Cummins QSK78.

- Se desarrolló la matriz criticidad en 07 sistemas del motor Cummins QSK78 para poder identificar los sistemas que presentan mayor índice de fallas, encontrando 03 sistemas no críticos, 01 sistema semi crítico y 03 sistemas dentro del rango muy crítico de fallas. Considerando solo realizar el análisis del R.C.M. al sistema Motor Base por presentar el mayor índice de criticidad para poder dar una solución lo mas pronto posible a Antamina y a Cummins EEUU además del poco presupuesto que se tenía para la presente implementación.

- Mediante el análisis del modo y efecto de fallas AMEF se logró identificar

en el sistema motor base 29 problemas potenciales y sus posibles efectos de falla, seguidamente se elaboró un método documentado de prevención de fallas para el sistema motor base del motor Cummins QSK78 que se encuentra operando en Antamina obteniendo diagnósticos con mayor efectividad, evitando re trabajos y tiempos de parada de motor innecesarios.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

- Implementar un departamento de confiabilidad en Cummins Perú para que se realicen continuos entrenamientos a los jefes de operaciones, supervisores y técnicos de servicios en la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

- Realizar continuas evaluaciones y supervisiones a los procedimientos desarrollados en los talleres de Cummins Perú; de igual manera designar inspectores de motores que se encarguen de verificar el desgaste de los cilindros, cigüeñal, anillos de pistón y otros componentes críticos, para evitar un estado prematuro de desgaste de la vida útil en los motores Cummins.

- Establecer la adquisición de repuestos en cantidad y tiempo estimado de los componentes más críticos, efectuando la metodología del ABC de criticidad de repuestos y de la reposición automática mediante un almacén virtual para la reposición de los mismos.

- Validar con el fabricante las nuevas tareas de mantenimiento según el Mantenimiento Basado en la confiabilidad RCM, cuando se tenga alguna duda sobre su implementación.

- Implementar la metodología del RCM a los demás sistemas críticos del motor Cummins QSK78 que se encuentran operando en la minera Antamina para poder reducir en lo posible las tareas no programadas y dar mayor productividad a los motores.
- Capacitar al área de operaciones Cummins Perú minería y analista predictivo Cummins Perú para que realicen las tareas propuestas de acuerdo a los resultados del análisis de la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM.

CAPITULO XI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILA, R. **Fundamentos del Mantenimiento. Guías Económicas Técnicas y Administrativas.**D.F. México, Editorial LIMUSA S.A. 1987.
- ASOCIACION ESPAÑOLA DE MANTENIMIENTO. **El Mantenimiento en España.** Madrid. España, Editorial Asociación Española de Mantenimiento (AEM).2000.
- DUFFUA, S; RAOUF, A y DIXON, J. **Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control.**D.F. México, Editorial LIMUSA S.A. Primera Edicion.2002.
- ESPINOZA MONTES, Ciro. **Metodología de investigación tecnológica.** Huancayo. Perú, Editorial Grafica Sac.Segunda Edición .2010.
- GONZALES FERNANDEZ, Francisco. **Mantenimiento industrial avanzado.** Madrid.España, Editorial Fundación Confemetal.Quinta Edición.2017.
- MILANO, T. **Planificación y Gestión del Mantenimiento Industrial. Un Enfoque Estratégico y Operativo,** Caracas. Venezuela, Editorial Panapo.2005.
- MONTGOMERY, Douglas, RUNGER, George. **Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería.**D.F. México, Editorial Grupo Noriega. Segunda Edición. 2002.
- MUBRAY, John. **Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II.** Traducción por Ellman Suerios y Asociados. Buenos Aires.Argentina-Madrid.España, Edición en español.U.S.A. Lillington.North Carolina .2004.

NORMAS APA 2017. American **Psychological Association**.D.F. México, Editorial Moderno. Sexta Edición .2017.

PRANDO, Raúl R. **Manual de Gestión de Mantenimiento a la medida**. Montevideo. Uruguay, Editorial Piedra Santa. Primera Edicion.1996.

AUGUSTO TAVARES, Lourival.**Administracion Moderna de mantenimiento**. Rio de janeiro. Brasil, Editorial Novo Polo.1998.

TECSUP.**Mantenimiento de Motores Diesel de Equipo Pesado**. Lima. Perú, Segunda Edicion.2013.

BARREDA BELTRAN, Salvador. **Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (R.C.M) en la EDAR Nules-Vilavella**. Tesis de grado. Castellon.España. UNIVERSIDAD JAIME I.2015.

DA BURGA COSTA, Martin. **Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción**. Tesis de grado. Lima. Perú. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU.2010.

MORENO RUSSIAN, Gustavo Antonio. **Diseño de un plan de mantenimiento de una flota de tracto camiones en base a los requerimientos en su contexto operacional**. Tesis de grado. Anzoátegui. Venezuela. UNIVERSIDAD DE ORIENTE. 2009.

PARTIDAS URIBE, Gary Youseef. Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) para los motores principales Detroit Diésel y Cummins en las embarcaciones de la gerencia de flota remolcadores de PDV marina en ciudad de Bolívar. Tesis de grado. Puerto Ordaz, Venezuela. UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA .2015.

VÁSQUEZ OYARZUN David Esteban. Aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM en motores Detroit 16v - 149TI en Codelco división Andina. Tesis de grado Valdivia. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE .2008.

YUPANQUI GRANADOS, Christian Diego. Propuesta de implementación de mejoras en el plan de mantenimiento basado en la metodología RCM para tracto camiones INTERNATIONAL WORKSTAR 7600. Tesis de grado. Lima, Perú. UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE.2016.

ALADON Ltd, Introducción al Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Disponible en: <http://www.strategictechnologiesinc.com/ANEXO%20I.pdf>
Publicación web. Consultada el 01 de octubre del 2017.

ANTAMINA, Portal Web. Disponible en:
<http://www.antamina.com/sobre-antamina/quienes-somos/nuestra-historia/>Publicación web. Consultada el 13 de octubre del 2017.

CUMMINS INC. Manual de reparación de motores. Disponible en:<https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4961208/>
Catalogo Web. Consultada el 07 de noviembre del 2017.

GRANELA MARTIN, Hugo. **Experiencias en la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad, Conferencia Internacional de Ciencias Empresariales.** Disponible en:

<http://www.datastream.net/latinamerica/infostream/adjuntos/Congresos/Pon.%20Hugo%20EDITADA.doc> Publicación web. Consultada el 13 de octubre del 2017.

LATINO, Charle J. **Eliminando Fallas Crónicas puede reducirse el costo de mantenimiento hasta en un 60% Estados Unidos.** Disponible en: <http://internal.dstm.com.ar/sites/mmnew/bib/notas/fallas.asp> Publicación web. Consultada el 10 de agosto del 2017.

MORENO CALVA, Vicente. **Análisis de modo de fallas y efectos.** Disponible en:

<http://cufcd.edu.mx/calidad/v20/documentacion/CM/CEMA-MN-CA-2.pdf>

Publicación web. Consultada el 13 de octubre del 2017.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

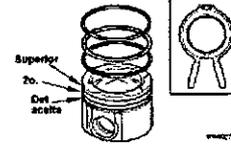
TÍTULO: "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD PARA MOTORES CUMMINS QSK78 EN LA MINERA ANTAMINA".

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cómo se puede diseñar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad en motores Cummins QSK 78 en la minera ANTAMINA?	Diseñar un plan de mantenimiento Basado en la confiabilidad para los motores Cummins QSK78 en la minera Antamina.	"Se diseñará un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad en motores Cummins QSK78 pertenecientes a la minera ANTAMINA".	Tipo tecnológico Mediante el análisis de datos estadísticos de las fallas de los motores, se diseñará un nuevo plan de mantenimiento basado en la confiabilidad. Nivel aplicada Se buscará diseñar una nueva filosofía de mantenimiento que permita elevar la disponibilidad de la flota de motores Cummins QSK78 en la minera Antamina. Método de investigación descriptiva En los reportes de operaciones extraídos de una muestra de motores Cummins QSK78 en la minera Antamina durante un periodo determinado se encontró un alto índice de paradas imprevistas el se desea aplicar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para poder mitigar y/o eliminar las fallas ocurridas en la operación mediante nuevas tareas de mantenimiento. Diseño de investigación descriptivo simple M_1 →O_1 Donde M_1: Reportes diarios de los motores Cummins modelo QSK78. O_1: Observación de las muestras en los reportes diarios para diseñar un plan de mantto basado en RCM.	La población de motores que se encuentran operando en la minera Antamina es 51. Para la muestra se está considerando el método no probabilístico siendo el 27% de la población a investigar, equivalente a 14 Motores Cummins QSK78.	Variable independiente Mantenimiento basado en la confiabilidad		-Realizar pruebas de compresión y verificar el desgaste -Equipo de monitoreo a condición a tiempo real. -Análisis de muestra de aceite -Entrenamiento en el desmontaje del eje de levas.
Problemas específicos ¿Cómo se podrá identificar el sistema de motor Cummins QSK78 con mayor criticidad de fallas?	Objetivos específicos Formular un indicador al riesgo que permita jerarquizar los sistemas del motor Cummins QSK78 direccionando el esfuerzo y recursos al sistema donde es necesario mejorar la confiabilidad.	Hipótesis específicas Mediante el análisis de criticidad se podrá identificar el sistema del motor Cummins QSK78 que tiene mayor incidencia de fallas			Variable dependiente Plan de mantenimiento	Indicadores de mantenimiento	-Disponibilidad Mecánica -Tiempo medio entre reparaciones (MTTR). -Tiempo medio entre fallas (MTBF).
¿De qué forma se podrá identificar las fallas funcionales, modos y efectos de falla que se encuentran en el sistema del motor Cummins QSK78 con mayor criticidad?	Efectuar un método que permita cuantificar las consecuencias o impacto de las fallas de los componentes del sistema del motor Cummins QSK78 que genera mayor repercusión en la funcionalidad con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo.	Elaborando el Análisis de Modo y efecto de falla (AMEF) se identificarán las fallas funcionales, modos y efectos de falla del sistema del motor Cummins QSK78 con mayor criticidad.					

ANEXO 2

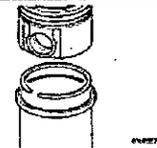
DESMONTAJE Y PRUEBAS EN LOS ANILLOS DE COMPRESION MOTOR CUMMINS QSK78

Use un expansor de anillos de pistón, Número de Parte 3164401, ó equivalente, para quitar los anillos de pistón.



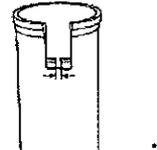
Medir

Para revisar la separación del anillo, instale el anillo de pistón dentro de la camisa de cilindro en la que se usará. Use la parte superior del pistón para posicionar correctamente el anillo en la camisa.



Use un calibrador de lanas para revisar la separación del anillo. El anillo debe reemplazarse si no cumple con las siguientes especificaciones.

Separación del Anillo del Pistón			
	mm		in
Superior	0.50	MÍN.	0.020
	0.65	MÁX.	0.026
Intermedio	0.70	MÍN.	0.028
	0.85	MÁX.	0.033
Aceite	0.50	MÍN.	0.020
	0.70	MÁX.	0.028



Instalar

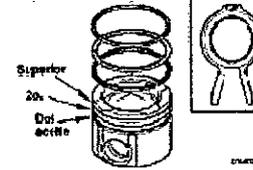
NOTA : No instale los anillos de pistón hasta que los pistones estén instalados en las bielas. Consultar Procedimiento 001-054 en la Sección 1 ([/qs3/pubsys2/xml/es/procedures/50/es50-001-054.html](http://qs3/pubsys2/xml/es/procedures/50/es50-001-054.html))

NOTA : El anillo superior del pistón está marcado con 1G y el segundo anillo del pistón está marcado con 2G. Las marcas en los anillos deben estar posicionadas hacia la parte superior del pistón. No hay marcas en el anillo del aceite. El anillo del aceite puede posicionarse en cualquier forma.

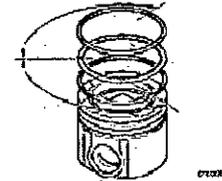
Use un expansor de anillos, Número de Parte 3164401 ó equivalente, e instale los anillos de pistón.

NOTA : No alinee la separación de un anillo con el barrenado del perno del pistón.

NOTA : La separación en el expansor del anillo de aceite debe estar girada 180 grados opuesta a la separación en el anillo de aceite.



Gire los anillos hasta que las separaciones se posicionen como se muestra.



ANEXO 3

DESMONTAJE Y PRUEBAS EN EL PISTON MOTOR CUMMINS QSK78

- Quite el pistón de la biela. Consultar Procedimiento 001-054 en la Sección 1 ([/qs3/pubsys2/html/es/procedures/50/es50-001-054.html](http://qs3/pubsys2/html/es/procedures/50/es50-001-054.html))
- Quite y desecho los anillos del pistón. Consultar Procedimiento 001-047 en la Sección 1 ([/qs3/pubsys2/html/es/procedures/50/es50-001-047.html](http://qs3/pubsys2/html/es/procedures/50/es50-001-047.html))



Limpiar e Inspeccionar para Reutilizar

⚠ WARNING ⚠

Use gafas de seguridad o una careta, así como también ropa protectora, para evitar lesión personal cuando use un limpiador de vapor o agua a alta presión.



Use vapor para limpiar las capas externas de carbón, de la superficie del pistón. Se puede usar el método de granallado con bolas, para limpiar la parte superior del pistón. Si se usa este método, cubra las ranuras para anillo.

NOTA : Los pistones del banco derecho instalados en planta tienen un número de parte diferente y son de medida diferente que los pistones del banco izquierdo instalados en planta. Los pistones de diámetro pequeño están marcados con una "S" y se encuentran en el banco derecho. Los pistones de diámetro grande están marcados con una "L" y se encuentran en el banco izquierdo.

NOTA : Etiquetar los pistones ayuda en la instalación para asegurarse que los pistones reutilizados se instalen en la camisa de cilindro de la medida correcta. Consulte el siguiente procedimiento para obtener la información concerniente a las medidas de la camisa de cilindro. Consultar Procedimiento 001-028 en la Sección 1 ([/qs3/pubsys2/html/es/procedures/50/es50-001-028.html](http://qs3/pubsys2/html/es/procedures/50/es50-001-028.html))

NOTA: Sólo los pistones pequeños marcados con una "S" están disponibles para su venta en servicio y se pueden usar en ambos bancos y con todas las medidas de camisas de cilindro.

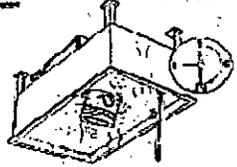
NOTA: Las partes de servicio y de planta pueden mezclarse.

NOTA: Los orificios de la galería del aceite deben cubrirse antes de usar el método de granallado con bolas.

NOTA: Sólo es necesario eliminar la acumulación de carbón. No es necesario hacer que la corona parezca nueva.

WARNING ⚠

Cuando use solventes, ácidos, o materiales alcalinos para limpieza, siga las recomendaciones del fabricante para su uso. Use gafas y ropa protectora para evitar daño personal.

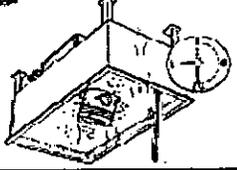


CAUTION ⚠

No contamine la solución del tanque de lavado con materiales para granallado con bolas. Use un solvente a base de emulsión de queroseno. No use un solvente con un pH superior a 9.5. No use un solvente que contenga hidrocarburos clorados con cresol, fenoles, o componentes cerosillos.

Permite que los pistones se remojen en solvente por un mínimo de 30 minutos.

NOTA: Para mejores resultados, remoje los pistones varias horas o durante la noche. Use un solvente que pueda calentarse de 90 a 95°C [194 a 203°F]. Use un tanque de limpieza que haga circular y filtre el solvente.

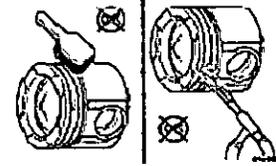


⚠ CAUTION ⚠

No use un cepillo con cerdas metálicas para limpiar los pistones. Resultará daño a las ranuras para anillo.

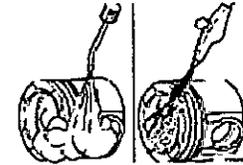
Use un cepillo para limpiar las ranuras para anillo. Puede usarse granallado con cáscara de nuez en la corona del pistón.

Repita el proceso de remojar y tallar, hasta que el pistón esté completamente limpio.



⚠ WARNING ⚠

Use gafas de seguridad o una careta, así como también ropa protectora, para evitar daño personal cuando use un limpiador de vapor o agua a alta presión.



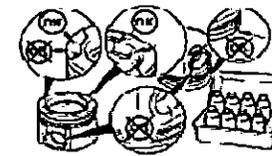
⚠ WARNING ⚠

Use gafas protectoras y una careta protectora, cuando use aire a presión. Los desechos y suciedad volando pueden causar lesión corporal.

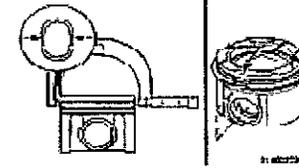
Use vapor para enjuagar el solvente de los pistones.
Seque los pistones con aire comprimido.

Inspeccione la taza, corona y el barrero para pomo del pistón.
No use el pistón si encuentra grietas o marcas de rayas. Use el NI de detección de grietas, Número de Parte 3375432, ó su equivalente.

NOTA : Quite cualquier tapa o tapones en los orificios de la galería del aceite.



Use el calibrador de desgaste de la ranura para anillo de pistón, Número de Parte 3821846, y un micrómetro de 6 a 7 pulgadas para inspeccionar la ranura superior (anillo de compresión).



NOTA : El pistón debe reemplazarse si las dimensiones medidas son menores a aquellas en la tabla de abajo.

Mida las ranuras para anillo superior y segundo (diámetro sobre pernos) cuando la temperatura del pistón esté en 21°C [70°F] en dos lugares, separados a 90 grados, como se muestra.

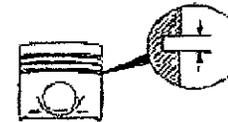
Límites de Desgaste de la Ranura para Anillo
(Diámetro Sobre Pernos)

	mm		in
Anillo Superior	170.5	MIN.	6.713
Segundo Anillo	171.1	MIN.	6.737

Mida la ranura para el anillo de aceite.

Altura de la Ranura para el Anillo del Aceite del Pistón

mm		in
4.01	MIN.	0.158
4.07	MÁX.	0.160



NOTA : El pistón debe reemplazarse si no está dentro de especificación.

Mida el diámetro interior del barrenado para perno de pistón.

Diámetro Interior del Barreno del Perno de Pistón

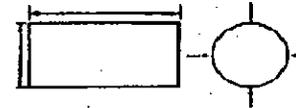
mm		in
68.034	MÍN.	2.678
68.054	MÁX.	2.679



Mida el diámetro exterior y la longitud del perno de pistón.

Diámetro Exterior del Perno de Pistón

mm		in
67.994	MÍN.	2.6770
68.000	MÁX.	2.6772



Longitud del Perno del Pistón

mm		in
125.80	MÍN.	4.953
126.00	MÁX.	4.961

Pasos de Terminación

- Instale los anillos de pistón. Consultar Procedimiento 001-047 en la Sección 1
(/qs3/pubsys2/xml/es/procedures/50/es50-001-047.html)
- Instale el pistón en la biela. Consultar Procedimiento 001-054 en la Sección 1
(/qs3/pubsys2/xml/es/procedures/50/es50-001-054.html)



ANEXO 4

DESMONTAJE Y PRUEBAS EN EL CIGUEÑAL MOTOR CUMMINS QSK78

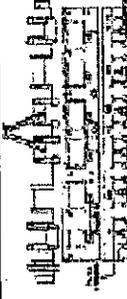
Desmontar

Si es necesario, desmonte los contrapesos del digital. Para rearmar este el digital solo desmontarlo del motor. Los contrapesos deben montarse con la posición de la cual se quitaron. Si era estaban instalados en la nueva posición.



⚠️ WARNING ⚠️

Este componente o sus partes pesan más de 23 kg (50 lb). Para evitar lesiones personales, asegúrese de tener ayuda o uso el equipo de elevación apropiado para levantar estos componentes o partes.



Use una siringa de plomo y una grúa para desmontar la siringa.

Quite y marque los cojinetes de la rueda superior. Marque la posición del cofre sobre la lengüeta.



Limpiar e Inspeccionar para Reutilizar

⚠️ WARNING ⚠️

Cuando use acetona, Arriba a mantener atención para la limpieza. siga las recomendaciones del fabricante para su uso. Use batas y ropa protectora para reducir la posibilidad de lesión personal.



Limpiar el cigüeñal usando solvente y cepillar con aire a presión.

Inspeccionar el cigüeñal por melladuras o rayas. Si no se puede sentir una marca con una uña del dedo, no hay razón para quitar el cigüeñal.

Usar una fibra Scotch-Brite™ 7448, Nímnem de Parta RA2325A, o su equivalente, para quitar la decoloración o rayas ligeras de las superficies maquinadas.

El cigüeñal debe limpiarse otra vez si se realiza este pulido.



⚠ WARNING ⚠

Cuando use solventes, ácidos o materiales alcalinos para la limpieza, siga las recomendaciones del fabricante para su uso. Use gafas y ropa protectora para reducir la posibilidad de lesión personal.



⚠ WARNING ⚠

Use gafas protectoras y una careta protectora, cuando use aire a presión. Los desechos y suciedad volando pueden causar lesión personal.

⚠ CAUTION ⚠

No use un machuelo para limpiar las roscas para tornillo en el cigüeñal. Puede rozar el coque y dañar el motor.

El motor QSK78 tiene masas molas para tornillo en la parte del cigüeñal.

Use solvente para limpiar las roscas rotas para tornillo y coque con aire comprimido.

No se permiten insertos para recuperación de roscas en la nariz del cigüeñal.

Revise por daño las roscas en los barrenos para tornillo, en ambos extremos del cigüeñal.

Revise los pernos elásticos por daño. Reemplazo los pernos si están dañados.

Los pernos elásticos deben estar instalados. Los pernos elásticos alinean el amortiguador de vibración y el volante con el cigüeñal.

El amortiguador de vibración y el volante contienen las marcas indicadoras requeridas para el ajuste apropiado de las válvulas o inyectores.



Revise los muñones principales y los muñones para biela por daño o desgaste excesivo. Rayas menores son aceptables.

Si una uña del dedo se raya en la raya, el cigüeñal debe reemplazarse.

Mida el diámetro exterior del muñón para biela y principal del cigüeñal.



Diámetro Exterior del Muñón Principal del Cigüeñal

mm		in
Estandar		
184.10	Min.	7.248
184.16	Máx.	7.260
Abajo de medida con 0.25 mm [0.010 in]		
183.85	Min.	7.238
183.90	Máx.	7.240
Abajo de medida con 0.50 mm [0.020 in]		
183.60	Min.	7.228
183.65	Máx.	7.230
Abajo de medida con 0.75 mm [0.030 in]		
183.35	Min.	7.218
183.40	Máx.	7.220
Abajo de medida con 1.016 mm [0.040 in]		
183.10	Min.	7.208
183.15	Máx.	7.210

Diámetro Exterior (del Muelle) para Bordes con el Cigüeñal

mm	in
Estándar	
126.04	4.958
127.02	5.001
Aloja (de medida con 0.25 mm [0.010 in])	
128.63	4.988
127.77	4.991
Aloja (de medida con 0.50 mm [0.020 in])	
126.44	4.975
126.62	4.981
Aloja (de medida con 0.75 mm [0.030 in])	
126.19	4.969
126.27	4.971
Aloja (de medida con 1.016 mm [0.040 in])	
125.924	4.958
126.004	4.951

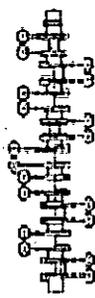
Figura 1: Bordes de los ejes de los cilindros y los ejes de los pistones.

Están disponibles conjuntos de empuje a sobremedida si la distancia de empuje no está dentro de especificaciones.

Use un aceite preservador ligero para lubricar el cigüeñal, para evitar la oxidación de los ejes. Si el cigüeñal no se va a instalar inmediatamente, use un aceite preservador grueso.

CAUTION

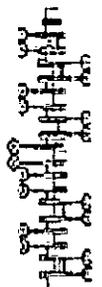
Si los contrapesos se desmontan, ellos deben instalarse en la posición correcta sobre el cigüeñal del cual se desmontaron. Si ellos se instalan en la posición incorrecta, el cigüeñal fallará.



El cigarral del WSX 75 combina dos tipos diferentes de contrapesos que se fijan con tornillos. Los contrapesos tienen un tamaño similar al tamaño estándar de la serie WSX 75 y 125 en los ejes de los contrapesos (1) y (15).

CAUTION

Tome nota de cualquier tornillo flojo. Los tornillos deben estar apretados o el contrapeso puede funcionar mal, causando daño a la máquina. Cualquier tornillo flojo debe reemplazarse con tornillos nuevos. Los tornillos no se pueden reusar nuevamente y deben reemplazarse con tornillos nuevos. Revise los tornillos nuevos por daño o desgaste visible. Descarte los nuevos tornillos si hay cualquier daño o desgaste visible en la rosca, cuello o cabeza del tornillo.



Los contrapesos 1, 2, 8, 9, 10, 11, 17 y 18 se fijan con tres tornillos cada uno.

Los contrapesos restantes 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15 y 16 se fijan con dos tornillos cada uno.

Use un torqueómetro para verificar el torque de los tornillos del contrapeso.

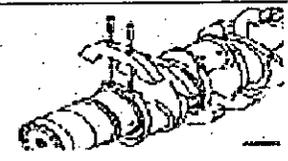
Especificaciones de Torque	
Contrapeso	Especificación de Torque 200 N·m [214 ft·lb]
1	200 N·m [214 ft·lb]
2	250 N·m [214 ft·lb]
8	200 N·m [214 ft·lb]
9	200 N·m [214 ft·lb]
10	250 N·m [214 ft·lb]
11	200 N·m [214 ft·lb]
17	200 N·m [214 ft·lb]
18	200 N·m [214 ft·lb]
3	240 N·m [177 ft·lb]
4	240 N·m [177 ft·lb]
5	240 N·m [177 ft·lb]
6	240 N·m [177 ft·lb]

Contrapeso	Especificación de Torque
7	240 N-m [177 ft-lb]
12	240 N-m [177 ft-lb]
13	240 N-m [177 ft-lb]
14	240 N-m [177 ft-lb]
15	240 N-m [177 ft-lb]
16	240 N-m [177 ft-lb]

Marque cualquier contrapeso que tenga un tamaño fijo.

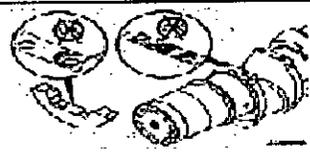
Contrapeso del cigüeñal

- Inspeccione los contrapesos del cigüeñal por rozamiento, grietas u otros defectos.
- Si el contrapeso del cigüeñal tiene rozamiento, vea el Boletín de Servicio de Normas de Reutilización del Marmón de Montaje del Contrapeso del Cigüeñal y del Contrapeso del Cigüeñal del QSK78, Boletín 5411228, para obtener las normas de reutilización y las instrucciones de reparación.
- Realice la Prueba de Penetración con Tinta para revisar por grietas. Vea la sección de Prueba de Penetración con Tinta.
- Si algún contrapeso del cigüeñal está agrietado, se debe reemplazar el ensamblaje de cigüeñal.



Marmón de Montaje del Contrapeso del Cigüeñal

- Inspeccione los marmónes de montaje de los contrapesos del cigüeñal por rozamiento, grietas u otros defectos.
- Si el marmón de montaje del contrapeso del cigüeñal tiene rozamiento, vea el Boletín de Servicio de Normas de Reutilización del Marmón de Montaje del Contrapeso del Cigüeñal y del Contrapeso del Cigüeñal del QSK78, Boletín 5411228, para obtener las normas de reutilización y las instrucciones de reparación.
 - Realice la Prueba de Penetración con Tinta para revisar por grietas. Vea la sección de Prueba de Penetración con Tinta.



- Si el ensamblaje de montaje del contrapeso del cigüeñal está agrietado, se debe reemplazar el ensamble de cigüeñal.

Prueba de Montrección con el ínto

Use el KIT de Detección de Grietas, Número de Parte 3375432, o equivalente, para revisar todos los contrapesos del cigüeñal y los marshallones de montaje de los contrapesos en busca de grietas.

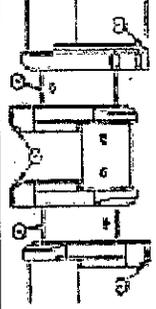


3375432

- Si se detectan grietas, el ensamble de cigüeñal se debe reemplazar.

A. CALIBRACIÓN

Si el contrapeso se desmonta, debe instalarse con el borde achafamado (1) mirando en sentido opuesto al manillón principal (2). Si el contrapeso no se instala correctamente, el contrapeso puede golpear a la biela, causando daño extensivo al motor.



NOTA: Asegúrese de registrar el contrapeso a su posición original. Los contrapesos tienen marcado el mismo número de la manivela a la cual están fijados.

Lubrique la cabeza y la resaca del tornillo con aceite limpio para el motor.

Instale los tornillos.

Apriete los tornillos. Use la tabla anterior para especificaciones de torque.

Después de apretar los tornillos al valor de torque especificado, inspeccione el contrapeso por una condición de interferencia con el cigüeñal. El contrapeso no debe interferir con el eje de la biela o el manivela de la manivela.



Inspección Magnética de Grietas

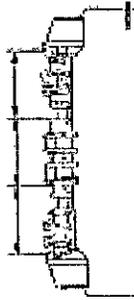
Una muestra de prueba de partículas magnéticas

Ejecuto el método de descarga de bobina o inyección, luego ajuste el método de desarrollo de bobina e inyección.

Ajuste la máquina de prueba a 1000 amperes de corriente directa o de corriente alterna rectificada.

Use el método correcto. Hueleneces sólo 1/3 del volumen a la vez.

Revise el círculo por escrito.

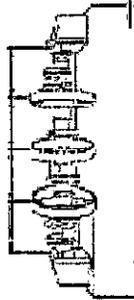


Uso el método de descarga de bobina. Use una bobina que sea de un diámetro mínimo de 54.1 mm (2.129 in).

Use el método correcto. Ajuste la corriente de bobina.

Amperaje (Corriente Variable)	
Mínimo	Máximo
4500 de corriente directa o corriente alterna rectificada	8000 de corriente directa o corriente alterna rectificada

Un amperaje visible es una corriente eléctrica de un amperaje. El amperaje se mide en la bobina, se mide en la bobina y se mide en la bobina.



Una indicación alzada es visible después de que se ha completado la operación de iluminación. Una indicación debajo de la superficie no es visible después de que se haya realizado la operación de iluminación. Una indicación debajo de la superficie puede verse con el uso de un lámpara de luz ultravioleta.

No use el círculo si:

1. Indicación - Indicación - Indicación

- Hay una indicación en la bobina o en el área de la bobina.
- Hay una indicación en la bobina o en el área de la bobina de 45 grados desde el centro del círculo o en el centro del círculo del círculo del círculo.
- Hay una indicación que tiene más de 3 mm (0.118 in) de largo y está al centro del círculo.



- La longitud sea una decada de las indicaciones longitudinales dadas en cualquier moción del extremo grande o principal excodo de 16 mm (0.63") in).
- Hay una indicación en el extremo de los parados laterales del moción de brazo y principal que es más larga de 3 mm (0.118") in).
- Hay indicación en las indicaciones de una pulgada o más.

Use the signal as:

Límites de Aceptación - Indicación de la Superficie

- Hay una indicación en la orilla o en el área sombreada que indica una tolerancia de 0.001 mm.
- Hay una marca en una dirección circular que es más larga de 3 mm (0.118") in).
- Hay una indicación que es más larga de 1.5 mm (0.059") in) de un círculo de centro del eje.
- Hay una indicación que es más larga de la diagonal de 45 grados del centro del eje.
- Hay indicaciones circunferenciales.



⚠ WARNING ⚠

Cuando se usa un limpiador de vapor, asegúrese de usar un protector. El vapor caliente puede causar graves lesiones personales.

⚠ CAUTION ⚠

El cigüeñal debe desmontarse completamente y limpiarse totalmente. Previene partículas metálicas causadas dentro del motor.

Use vapor para limpiar el cigüeñal y los taladros del cigüeñal.

Use un aceite protector grueso en el cigüeñal como se muestra para evitar la formación de óxido.

Use un aceite protector grueso en el cigüeñal como se muestra para instalar inmediatamente. Proteja la parte con una cubierta para evitar que la humedad se pegue al aceite.



Inspección de Pandeo y Torsión

La rectitud del cigüeñal se determina por la excentricidad total y la excentricidad lateral en sus extremos.

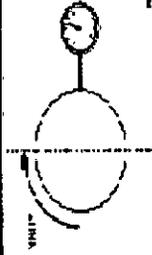
La excentricidad total se define como la excentricidad total del cigüeñal en sus extremos (paralelos a la línea central) en los extremos. La excentricidad total es referida a menudo como el pandeo o la alineación a longitud plena.



La excentricidad del muñón se define como la excentricidad total del indicador (barrido total de la aguja) de los muñones principales cuando el cigüeñal es girado una revolución completa (360 grados).

La excentricidad lateral del muñón se define como la rotación de la excentricidad total del indicador de un muñón principal conforme es girado sobre un eje común, o la excentricidad total del indicador de un muñón adyacente.

La excentricidad adyacente es referida a menudo como la excentricidad excéntrica, la excentricidad entre cojinete y cojinete, o la excentricidad entre muñón y muñón.



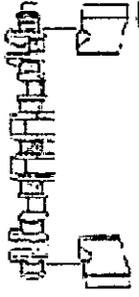
La posición de reloj se define como la posición del muñón en el punto más alto de la excentricidad total del indicador.

Cuando se ha realizado un ajuste en el muñón, debe inspeccionarse el cigüeñal visto desde el frente del cigüeñal. En la ilustración, el muñón de biela del cigüeñal está en la posición de 9 en punto. Esto es la posición de reloj del muñón que se mide.



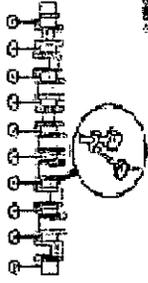
⚠ WARNING ⚠

Este componente o ensamble pesa más de 23 kg (50 lb). Para evitar graves lesiones personales, asegúrese de tener ayuda o use el equipo de elevación apropiado para levantar este componente o ensamble.



Coloque dos hilos en V sobre una superficie plana.
 Coloque el cigüeñal sobre los hilos en V en los dos
 muñones principales de los extremos.

Presione los extremos del eje, sin mover más el vástago hacia
 la línea de centros del muñón principal.
 El indicador debe estar perfectamente en la línea de centros
 de cualquier muñón que se mida (1) a (10).



Gire el cigüeñal y mida la excentricidad total del indicador de
 cada muñón principal.

Registre el valor y la posición de reloj para cada siba.

ÁNGULO	VALOR DE EXCENTRICIDAD	POSICIÓN DE RELOJ
1	0.001	0
2	0.002	45
3	0.003	90
4	0.004	135
5	0.005	180
6	0.006	225
7	0.007	270
8	0.008	315
9	0.009	360

Todos los cigüeñales del Q35K75 están exactamente
 iguales en las partes.

Un cigüeñal completamente templado en los arcos debe
 desmontarse, si es necesario, en esta dentro de
 especificaciones.

Presione el vástago del indicador de dial en el muñón
 principal central.

Gire el cigüeñal una revolución completa.

Excentricidad del Cigüeñal	
mm	in
0.230	MÁX. 0.009

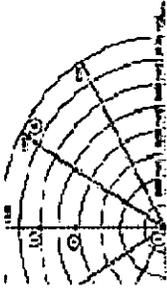
Si el cigüeñal no está dentro de especificaciones, debe
 reemplazarse.



Para cada muñón, trace el valor de excentricidad total del indicador en su posición de reloj en un diagrama polar, como se ilustra en la siguiente página.

Los muñones de los extremos reportados por bloques V deben trazarse en el centro de la gráfica.

La gráfica ilustra los puntos de trazado.



Muñón	Excentricidad Total del Indicador	Posición de Reloj
(1)	0	0
(2)	0.002	12
(3)	0.003	12
(4)	0.004	1

Trace una línea recta entre los puntos graficados. Del muñón número 1 al muñón número 2, del muñón número 2 al muñón número 3, hasta que todos los muñones estén graficados en el diagrama.

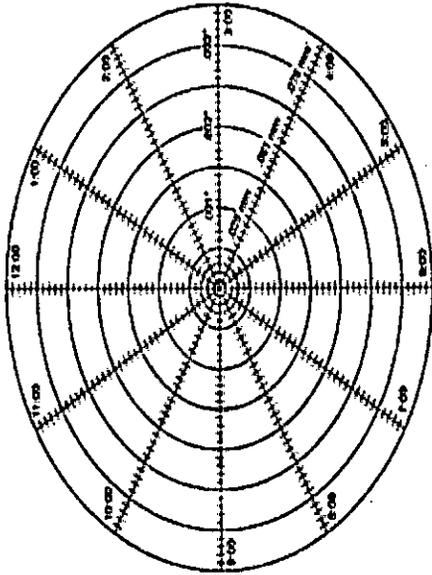
Para determinar la excentricidad del muñón adyacente, mida la longitud de la línea desde cada muñón a su correspondiente punto de muñón.

En la tabla anterior, los muñones número 3 y número 4 son 5.1 mm (0.2 in). Esto representa una excentricidad de 0.051 mm (0.002 in).

Registre la excentricidad de muñón adyacente para cada muñón principal.

Excentricidad Máxima de Muñón Adyacente	
mm	in
0.08	0.003
MAX	0.003

Si el cigüeñal no está dentro de especificaciones, debe reemplazarse.



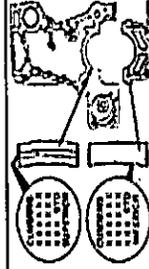
Escala 1" = 0.001"
 1mm = 0.001mm
 Las graduaciones pequeñas son 0.1 de milésima = 0.0001 pulg.

La ilustración anterior es un diagrama polar que se usa para graficar el valor de la excentricidad total del indicador, en la posición de reloj para cada revolución.

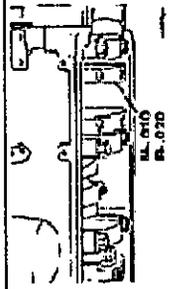
Instalar

Los cojinetes superiores contienen un orificio del aceite. Los cojinetes inferiores no tienen un orificio del aceite.

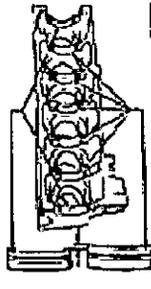
Ambos cojinetes están marcados en el lado posterior indicando la posición (UPPER (superior) o LOWER (inferior)) y el tamaño (STANDARD [STD] (estándar) u OVERSIZE [OS] (e



sobremedida). Si el cojinete está a sobremedida, la cantidad de lubricante se indica en pulgadas de uso en E.U.A.
 Si el cigüeñal no se rectificó, use el mismo tamaño de cojinete como el que se usó (STD, 0.010, 0.020, ó 0.030).



El cigüeñal estará marcado en el extremo del contrapeso número uno, para indicar si se ha rectificado o bajo de medida. El tamaño del cojinete de empuje se marca en un contrapeso del cigüeñal adyacente al sitio de empuje.



La ubicación de los tapones de bancada, empezando desde el frente del block del motor, es del número 1 al número 10.

CAUTION

Impidido que la velocidad se mezcle con el lubricante. Lubricante sucio puede causar fallos a las pocas horas.



Use un trapo sin pelusa para limpiar los cojinetes de bancada y las superficies de montaje del cojinete de bancada.
 No lubrique las partes posteriores de los cojinetes de bancada.

Alinee la lengüeta en el cojinete de bancada con la ranura en el block del motor. Instale los cojinetes. El extremo del cojinete debe estar al ras con la superficie de montaje para la tapa de bancada.

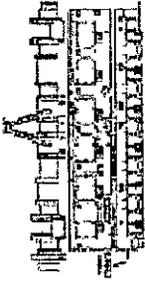
Lubrique los cojinetes con el lubricante 1015, ó equivalente.

Este componente o ensamblaje pesa más de 23 kg (50 libras). Para evitar graves lesiones personales, asegúrese de levantar esta pieza con el equipo de elevación apropiado para levantar esta pieza o ensamblaje.

Este componente puede tener partes móviles que se muevan inesperadamente.

Instale el cigüeñal con el engrane apuntando hacia el frente del block del motor.

Todos los contrapesos en el cigüeñal deben inclinarse en la posición correcta y los tornillos deben ajustarse a la especificación correcta. Consulte la sección Limpieza e Inspeccionar para Reutilizar anterior.



Pasos de Terminación

⚠️ WARNING ⚠️

Las baterías pueden emitir gases explosivos. Puede reducir la probabilidad de lesiones personales, incendios o daños al equipamiento antes de dar servicio a las baterías. Para reducir la probabilidad de arco eléctrico, quite primero el cable negativo (-) de la batería y conecte el cable positivo (+) de la batería al último.



⚠️ WARNING ⚠️

El ácido es extremadamente peligroso y puede dañar la maquinaria y también puede causar graves quemaduras. Proporcione siempre un tanque de agua de cada fuente como agente neutralizante cuando se servicio a las baterías. Use gafas y ropa protectora para reducir la posibilidad de grave lesión personal.

⚠️ WARNING ⚠️

Este componente o ensamblaje pesa más de 23 kg (50 libras). Para evitar graves lesiones personales, asegúrese de tener ayuda o usar el equipo de elevación apropiado para

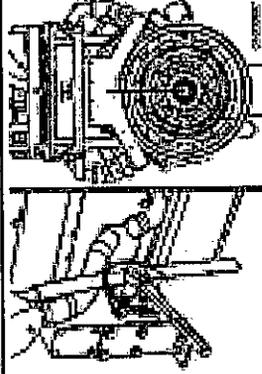
Verificación de Rotación

Para girar el cigüeñal del motor, empuje el dispositivo de giro del motor y gíre en sentido contrario de las manecillas del reloj.

Gire el cigüeñal dos revoluciones completas.

Si el motor no gira libremente, el equipo puede tener un mal funcionamiento. Consulte el manual de servicio del OEM.

El motor puede tener problemas internos. Vea el procedimiento correcto para inspección y reemplazo de componentes internos del motor.



ANEXO 5

ANALISIS DE ACEITE MOTORES CUMMINS QSK78

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302465 CAMION HT003



SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración
UGC COMERCIAL
Teléfono: (511)5171900 Ext1371
Técnico
Lic. Jesenia Alvarado
Venta
Punto Cuzcuro
Teléfono: (511)5171900 Ext1632

GRAN MINERIA
MISS DIANA ORÉ
CALLE DEAN VALDIVIA N° 148
SAN ISIDRO

01 LIMA
PERU

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña biternet. VPSP21

Diagnostico 12/01/2018

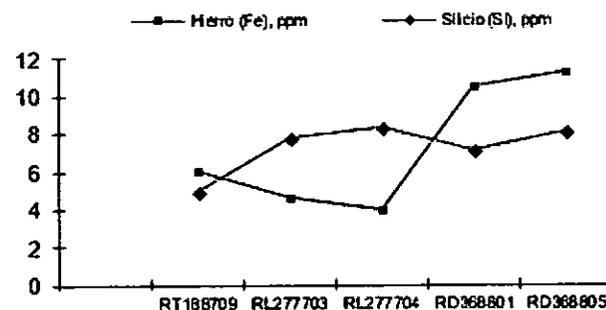
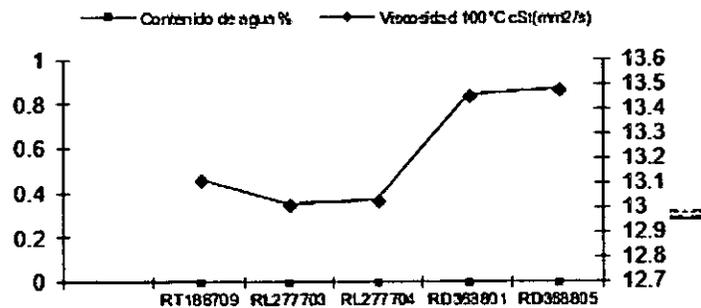
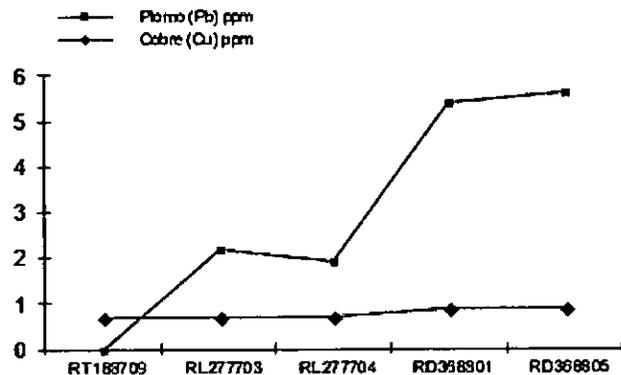
EQUIPO

<i>Nº Registro</i>	00936838/AMOT
<i>Descripción Equipo</i>	MOTOR CUMMINS
<i>Descripción Componente</i>	MOTOR CUMMINS
<i>Nº flota</i>	CHA ANTAMINA
<i>Ref ID</i>	QSK78

MUESTRA

<i>Muestra</i>	RD368806
<i>Fecha Muestreo</i>	24/12/2017
<i>Fecha Análisis</i>	06/01/2018
<i>Lubricante</i>	MOBIL DELVAC MX 15W40
<i>Conjunto de ensayos</i>	IELPF+VISA

1.SALUD Lubricante dentro de parámetros de servicio. 2.CONTAMINACIÓN No existe presencia de contaminación. 3.DESGASTES Desgastes normales. 4.RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo.



Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las cuestiones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo. Se notifica a todo titular de este documento que la información contenida en adelante refleja los resultados de la Compañía solo en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si los hubiere. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva a su cliente y este documento no exime a las partes de una transacción a ejercer todos sus derechos y obligaciones bajo los documentos de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la falsificación del contenido o del aspecto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser procesados con todo el peso de la ley.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5
Muestra	RT188709	RL277703	RL277704	RD368301	RD368805
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Fecha Muestreo	29/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/12/2018
Fecha Análisis	20/08/2016	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	08/01/2018
Fecha Diagnostico	25/08/2016	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/01/2018
Vida del Equipo, h	12705	62143	62403	5397	5509
Vida del Aceite, h	5	350	260	411	523
Rellenado	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVACMX 15W40	DELVACMX 15W40	DELVACMX 15W40	DELVACMX 15W40	DELVACMX 15W40
Viscosidad 100°C -ASTM D7279					
Viscosidad 100°C cSt	13.12	13.02	13.03	13.45	13.48
Agua (Crackle) SGS-OGC-ME-03					
Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Spot test SGS-OGC-ME-02					
IC- Índice de contaminación	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Dispersancia	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
TBN - SGS-OGC-ME-06					
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06
Metales D5185					
Hierro (Fe) ppm	6.1	4.7	4	10.5	11.3
Cromo (Cr) ppm	0	0.1	0.1	0.6	0.6

Plomo (Pb) ppm	0	2.2	1.9	5.4	5.6
Cobre (Cu) ppm	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9
Estañic (Sn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.9	1
Niquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1
Silicio (Si) ppm	5	7.8	8.3	7.1	8.1
Boro (B) ppm	1.1	0.5	0.6	0.7	0.6
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	0.1
Magnesio (Mg) ppm	1125.45	1362.78	1374.96	1275.21	1275.47
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3
Potasio (K) ppm	1.3	0.3	0.3	0.1	0.2
Fósforo ppm	1199.81	1154.44	1160.26	1214.85	1211.11
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.91	1251.79	1415.82	1412.69
Calcio (Ca) ppm	1266.52	1559.01	1570.76	1689.31	1673.12
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.18
Cond. Aceite - ASTM E 2412					
Hollin %	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39
Oxidación A/0.1mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06
Nitración A/0.1mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07
Sulfatación A/0.1mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06
Hollín A/0.1mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.26
Densidad Ferrosa-SGS-OGC-NE-					

Indice PQ	0	0	0	0	7	0
Viscosidad 40°C -ASTM D1779						
Viscosidad @ 40 °C		93.86	93.61	97.84		97.98
Indice Viscosidad IA ASTM D2270						
IV		137	138			

SGS

SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración

OGC COMERCIAL

Teléfono: (511)5171900 Ext1371

Técnico

Lic. Jesenia Alvarado

Venta

Paula Guevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPSP21

Diagnostico 12/02/2018

GRAN MINERIA

Miss DIANA ORÉ

CALLE DEAN VALDIVIA N° 148

SAN ISIDRO

01 LIMA

PERU

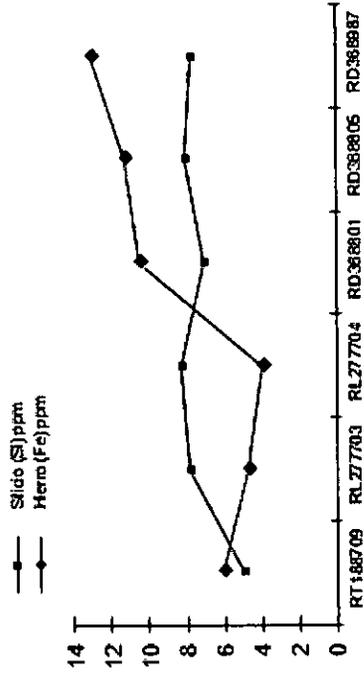
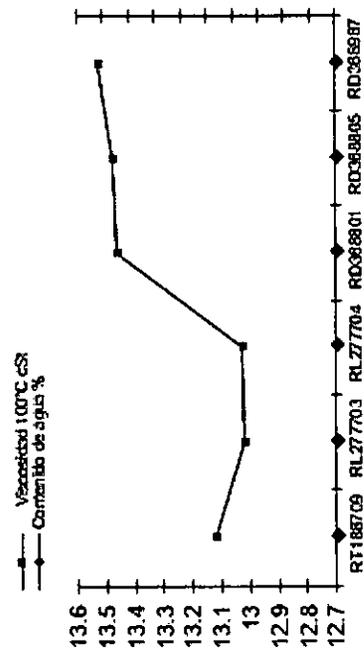
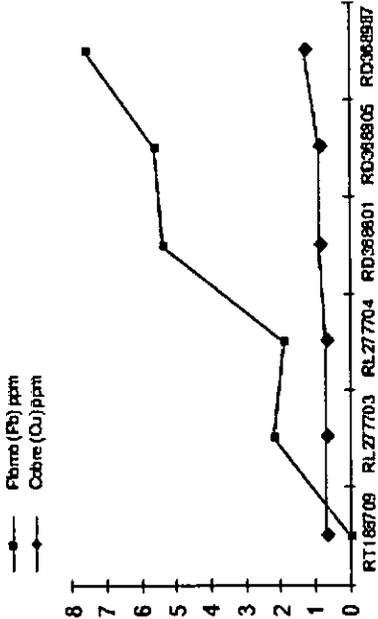
EQUIPO

<i>N° Registro</i>	00936839/AMOT
<i>Descripción Equipo</i>	MOTOR CUMMINS
<i>Descripción Componente</i>	MOTOR CUMMINS
<i>N° flota</i>	CMA ANTAHINA
<i>Ref ID</i>	QSK78

MUESTRA

<i>Muestra</i>	RD368987
<i>Fecha Muestreo</i>	24/01/2018
<i>Fecha Análisis</i>	08/02/2018
<i>Lubricante</i>	MOBIL DELVAC MX 15W40
<i>Conjunto de ensayos</i>	ELPF+VIS4

1. SALUD: Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACIÓN: No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES: Desgaste de plomo en precaución. Investigar posibles orígenes. 4. RECOMENDACIONES: Continuar con el envío de muestras para monitoreo.



Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.sgs.com/en/IT/terms-and-conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las acciones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo. Se notifica a todo titular de este documento que la información contenida en adelante refleja los resultados de la Compañía solo en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si los hubiere. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva a su cliente y este documento no exime a las partes de una transacción a ejercer todos sus derechos y obligaciones bajo los documentos de la transacción. Disclaimers.modificacion@autotest.sgs.com

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	5
Muestra	RT188709	RL277703	RL277704	RD368801	RD368805	RD368987
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Fecha Muestreo	29/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/12/2018	24/01/2018
Fecha Análisis	20/08/2016	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	08/01/2018	08/02/2018
Fecha Diagnóstico	25/08/2016	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/01/2018	12/02/2018
Vida del Equipo, h	12705	62143	62403	5397	5509	5509
Vida del Aceite, h	5	350	260	411	523	690
Rellenado	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40
Viscosidad 100°C -ASTM D7279						
Viscosidad 100°C cSt	13.12	13.02	13.03	13.46	13.48	13.53
Agua (Crackle) SGS-OGC-ME-03						
Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Spot test SGS-OGC-ME-02						
IC- Índice de contaminación	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7
Dispersancia	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
TBN - SGS-OGC-ME-06						
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06	9.72
Metales D5185						
Hierro (Fe) ppm	6.1	4.7	4	10.5	11.3	13
Cromo (Cr) ppm	0	0.1	0.1	0.6	0.6	0.7
Plomo (Pb) ppm	0	2.2	1.9	5.4	5.6	7.6
Cobre (Cu) ppm	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	1.3

Estaño (Sn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.2	0.2	0
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.9	1	0.6
Níquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0
Silicio (Si) ppm	5	7.8	8.3	7.1	8.1	7.7
Boro (B) ppm	1.1	0.5	0.6	0.7	0.6	1
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	0.1	0.1
Magnesio (Mg) ppm	1125.45	1362.78	1374.96	1275.21	1275.47	1298
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9	51
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4
Potasio (K) ppm	1.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2
Fósforo ppm	1199.81	1154.44	1160.26	1214.85	1211.11	1222
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.91	1251.79	1415.82	1412.69	1464
Calcio (Ca) ppm	1266.52	1559.01	1570.76	1689.31	1673.12	1678
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.18	0.11
Cond. Aceite - ASTM E 2412						
Hollín %	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39	0.4
Oxidación A/0.1 mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06
Nitración A/0.1 mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07
Sulfatación A/0.1 mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06
Hollín A/0.1 mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.26	0.27
Densidad Ferrosa-SGS-OGC-ME						
Índice PQ	0	0	0	7	0	0
Viscosidad 40°C - ASTM D7279						
Viscosidad 40°C cSt		93.86	93.61	97.84	97.98	97.99
Índice Viscosidad IASTM D2270						

RESULTADOS

Orden	1	2
Muestra	RD386401	RC150607
Muestreo / Cambio Aceite	NO HAY REGISTRO Muestra	
Fecha Muestreo	NO HAY REGISTRO 04/08/2018	
Fecha Análisis	NO HAY REGISTRO 27/08/2018	
Fecha Diagnóstico	NO HAY REGISTRO 30/08/2018	
Vida del Equipo, h	NO HAY REGISTRO 6446	
Vida del Aceite, h	NO HAY REGISTRO 200	
Rellenado	NO HAY REGISTRO -	
Lubricante	NO HAY REGISTRO	DELYAC MX 15W40
[REDACTED SECTION]		
Viscosidad 100°C-ASTM D7279		
Viscosidad 100°C cSt		13.21
Agua SGS-OGC-ME-03(2010)		
Agua		NEGATIVO
Spot test SGS-OGC-MF-02 (2010)		
IL- Índice de contaminación		0.6
Dispersancia		REGULAR
TBN- SGS-OGC-ME-06 Rev.01(2010)		
TBN mg/KOH/g		9.9
Metales 05105-13 c1(2013)		
Hierro (Fe) ppm		4.3

Cromo (Cr) ppm	0
Plomo (Pb) ppm	3.1
Cobre (Cu) ppm	0
Estaño (Sn) ppm	0
Aluminio (Al) ppm	0.2
Níquel (Ni) ppm	0
Plata (Ag) ppm	0
Silicio (Si) ppm	6.8
Ferro (Fe) ppm	0.8
Sodio (Na) ppm	2
Magnesio (Mg) ppm	1539.89
Molibdeno (Mo) ppm	40.2
Titanio (Ti) ppm	0.1
Vanadio (V) ppm	0.3
Manganeso (Mn) ppm	0.2
Potasio (K) ppm	0
Fósforo ppm	1247.12
Zinc (Zn) ppm	1426.22
Calcio (Ca) ppm	1607.07
Bario (Ba) ppm	0
FTIR ASTM E2412 10	
Hollín %	0.23
Oxidación A/0.1 mm	0.03
Nitración A/0.1 mm	0.03
Sulfuración A/0.1 mm	<0.017%
Hollín A/0.1 mm	0.18

Densidad Ferrosa-SGS-OGC-WE-

Densidad Ferrosa-SGS-OGC-ME	
Índice FQ	5
Viscosidad 40C-ASTM D779	
Viscosidad 40C cSt	96.87

SGS

SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración

OGC COMERCIAL

Teléfono: (511)5171900 Ext1371

Técnico

Lic. Jesenia Alvarado

Venta

Paula Guevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPSP21

Diagnostico 12/02/2018

GRAN MINERIA

Miss DIANA ORÉ

CALLE DEAN VALDIVIA N° 148

SAN ISIDRO

01 LIMA

PERU

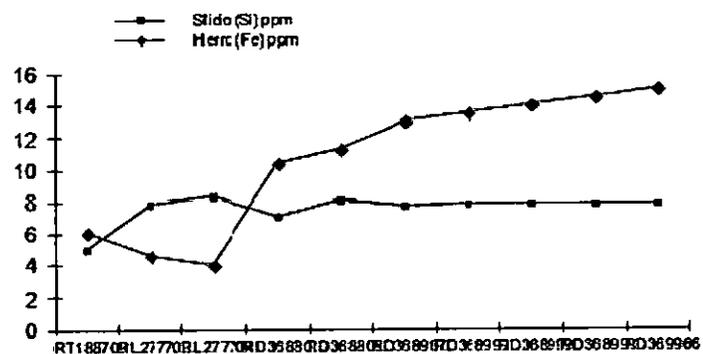
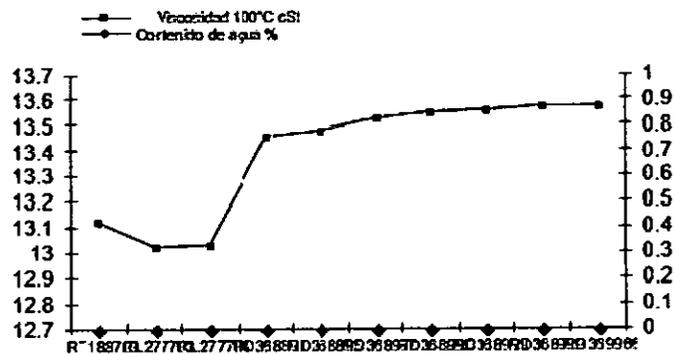
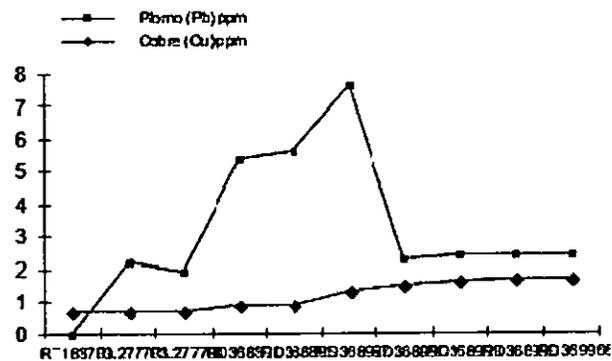
EQUIPO

<i>Nº Registro</i>	00936849IAMOT
<i>Descripción Equipo</i>	MOTOR CUMMINS
<i>Descripción Componente</i>	MOTOR CUMMINS
<i>Nº flota</i>	CMA ANTAMINA
<i>Ref ID</i>	QSK78

MUESTRA

<i>Muestra</i>	RD369966
<i>Fecha Muestreo</i>	2505/2018
<i>Fecha Análisis</i>	08/06/2018
<i>Lubricante</i>	MOBIL DELVAC MX 15W40
<i>Conjunto de ensayos</i>	ELPF+VIS4

1. SALUD: Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACIÓN: No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES: Desgaste de hierro en precaución. Investigar posibles orígenes. 4. RECOMENDACIONES: Continuar con el envío de muestras para monitoreo.



Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las exoneraciones de responsabilidad, indemnización y jurisdicciones definidas en el mismo.

Se notifica a todo titular de este documento que la información contenida en adelante refleja los resultados de la Compañía solo en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si los hubiere. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva a su cliente y este documento no exime a las partes de una transacción a ejercer todos sus derechos y obligaciones bajo los documentos de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, falsificación del contenido o del aspecto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser procesados con todo el peso de la ley.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muestra	RT1887C9	RL277703	RL2777C4	FD368801	FD3688C5	FD368987	FD368993	FD368999	FD368999	FD368966
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Fecha Muestreo	29/07/2017	12/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/11/2018	24/11/2018	24/12/2018	25/02/2018	25/04/2018	25/05/2018
Fecha Análisis	20/09/2016	07/09/2017	07/11/2017	04/11/2018	08/10/2018	08/10/2018	08/10/2018	08/10/2018	08/10/2018	08/10/2018
Fecha Diagnostico	25/09/2016	17/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/10/2018	12/10/2018	12/10/2018	12/10/2018	12/10/2018	12/10/2018
Vida del Equipo, h	12705	62143	62433	5397	5509	5621	5733	5845	5957	6069
Vida del Aceite, h	5	350	260	41	523	630	357	1024	1131	1358
Feñendo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Libriante	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40				
Viscosidad 100°C -ASTM D72										
Viscosidad 100°C cSt	13.12	13.02	13.05	13.46	13.48	13.53	13.55	13.56	13.57	13.57
Agua (Crackle) SGS-DGC-MI										
Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Spot test SGS-DGC-ME-02										
IC - Índice de contaminación	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Dispersión	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
TBN - SGS-DGC-ME-06										
TBN mg/KOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06	9.72	3.73	9.74	9.75	9.75
Metales 05185										
Hierro (Fe) ppm	6.1	4.7	4	10.5	11.3	12	13.5	14	14.5	15
Cromo (Cr) ppm	0	0.1	0.1	0.4	0.6	0.7	3.8	0.8	0.8	0.9
Plomo (Pb) ppm	0	2.2	1.9	5.4	5.6	7.6	2.3	2.4	2.4	2.4
Cobalto (Co) ppm	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	1.3	1.5	1.6	1.7	1.7
Estano (Sn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.2	0.2	0	3.2	0.3	0.3	0.3
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.9	1	0.6	3.7	0.7	0.8	0.8
Niquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	3.1	0.1	0.1	0.1
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0	3.1	0.1	0.1	0.1

Stiolo (St) ppm	5	7.8	6.3	7.1	6.7	7.7	7.8	7.9	7.9	7.8
Enc (B) ppm	11	0.5	0.6	0.7	0.6	-	0.7	0.7	0.7	0.7
Scio (N) ppm	0	12	12	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Niquel (Ni) ppm	125.45	162.76	1374.96	1275.21	1275.47	299	1239	1300	1310	1315
Niobio (Nb) ppm	35.7	5.2	51	50.5	50.3	5	51.2	51.8	51.9	52.9
Ti (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Niobio (V) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Potasio (K) ppm	13	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Fósforo (P) ppm	159.31	154.44	1180.26	1211.85	1211.1	222	1233	1236	1240	1245
Zinc (Zn) ppm	1525.00	1410.31	1251.26	1115.82	1112.66	481	1435	1468	1470	1476
Cadmio (Cd) ppm	1263.52	1119.31	1570.76	1119.31	1573.12	178	1673	1680	1681	1689
Mercurio (Hg) ppm	0	0	0	0.16	0.8	0.11	0.15	0.13	0.13	0.13
Cond. Aceite - ASTM E 2412										
Hollin %	0.2	0.21	0.3	0.37	0.33	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Coloración A*0.1 nm	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06
Niracón A*0.1 nm	0.06	0.06	0.04	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Sulfuración A*0.1 nm	0.06	0.06	0.02	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06
Hollin A.C.I. m	0.0	0.17	0.4	0.26	0.23	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28
Densidad Ferrosa-SBS-08C										
Índice FO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viscosidad 40 °C -ASTM D72										
Viscosidad 40°C cSt		93.66	55.31	97.64	57.33	97.99	97.99	93.0	55.32	99.03
Índice Viscosidad IASTM D2										
V		127	133							

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302475 CAMION HT005

SGS

**SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS**



CONTACTOS

Administración

OGC COMERCIAL

Teléfono: (511)5171900 Ext1371

Técnico

Lic. Jacinto Alvarado

Venta

Paula Guevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPS21

Diagnostico 12/01/2018

GRAN MINERIA

Miss DIANA ORF

CALLE DEAN VALDIVIA N°148

SAN ISIDRO

01 LIMA

PERU

EQUIPO

N° Registro 66302475/AMU I

Descripción Equipo

MOTOR CUMMINS

Descripción Componente

MOTOR CUMMINS

N° Flota

CMA ANTAMINA

Ref ID

QSK78

MUESTRA

Muestra RU663024751

Fecha Muestreo 24/12/2018

Fecha Análisis 08/01/2018

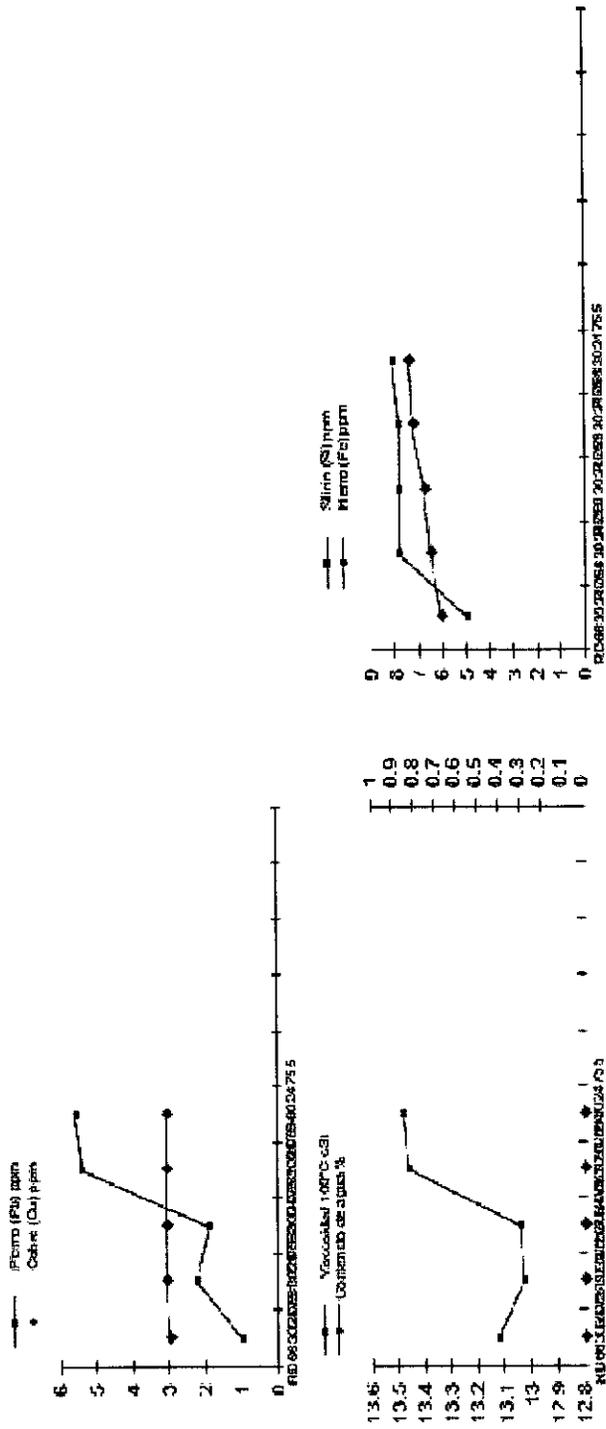
Lubricante

MOBIL DELVAC MX 15W40

Conjunto de encayos

ELPF-VIS4

1. SALUD: Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACION: No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES: Desgaste de Cromo en precaución. Investigar posibles orígenes. 4. RECOMENDACIONES: Continuar con el envío de muestras para monitoreo.



Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones y términos de sus reglas aplicables en <http://www.aytas.com/urT/urT.asp?urT=urTCondiciones.aspx>. Se tiene la atención a la limitación de las condiciones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo. Se advierte a todo titular de este documento que la información contenida en el mismo refleja los resultados de la Compañía solo en el momento y estado de los límites de las instrucciones de información del cliente, al momento de la impresión de este documento no existe la posibilidad de que la información contenida en el mismo sea diferente a la que se muestra en el momento de la impresión de este documento. Cualquier modificación de la información contenida en el presente documento será comunicada a los interesados por los canales de comunicación establecidos en el presente documento.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5
Muestra	ND663024751	ND663024752	ND663024753	ND663024754	ND663024755
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Fecha Muestreo	10/07/2017	10/00/2017	20/03/2017	17/10/2010	24/12/2010
Fecha Análisis	08/08/2017	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	08/01/2018
Fecha Diagnostico	25/00/2010	11/00/2017	11/10/2017	12/11/2010	12/01/2010
Vida del Equipm. h	17132	17212	17392	17572	17752
Vida del Aceite, h	210	350	407	624	761
Rellenado	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40
Viscosidad 100°C -ASTM D7					
Viscosidad 100°C cSt	13.12	13.03	13.04	13.46	13.48
Agua (Crackle) SGS-OGC-P					
Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Spot test SGS-OGC-ME-02					
IC - Índice de contaminación	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Dispersancia	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
TBN - SGS-OGC-ME-06					
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06
Metales DS185					
Hierro (Fe) ppm	6.1	6.5	6.8	7.3	7.4
Cromo (Cr) ppm	2	2.1	2.5	2.8	3
Plomo (Pb) ppm	1	2.2	1.9	5.4	5.6
Cobre (Cu) ppm	3	3.1	3.1	3.1	3.1
Estaño (Sn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.0	0.0
Níquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1

Silicio (Si) ppm	5	7.8	7.8	7.8	3.1
Boro (B) ppm	1.1	0.5	0.6	0.7	3.6
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	3.1
Magnesio (Mg) ppm	1125.51	13621.3	1378.98	1231.22	1288.47
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	3
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	3
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	3.3
Potasio (K) ppm	1.3	0.3	0.3	0.1	3.1
Fósforo ppm	1199.81	1154.45	1160.27	1214.86	1211.12
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.51	1251.79	1415.82	1412.69
Calcio (Ca) ppm	1266.52	1559.01	1570.76	1639.31	1673.12
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	3.16
Cond. Aceite - ASTM E 2412					
Hollin %	0.21	0.21	0.19	0.37	3.39
Oxidación $\lambda/0.1$ mm	0.06	0.05	0.05	0.06	3.06
Nitración $\lambda/0.1$ mm	0.06	0.05	0.04	0.07	3.07
Sulfatación $\lambda/0.1$ mm	0.06	0.03	0.02	0.06	3.06
Hollin $\lambda/0.1$ mm	0.17	0.17	0.16	0.25	3.26
Densidad Ferrosa-SGS-OGI					
Índice PR	0	0	0	2	3
Viscosidad 40°C -ASTM D72					
Viscosidad 40°C cSt		93.85	93.59	97.85	97.99
Índice Viscosidad /ASTM D2					
IV		135	136		

SGS

SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración
OGC COMERCIAL
Teléfono: (511)5171900 Ext1371

Técnico
Lic. Jesenia Alvarado

Venta
Paula Guevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.tr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPSP21

Diagnostico 12/01/2018

GRAN MINERIA
Miss DIANA ORÉ
CALLE DEAN VALLIVIA N° 148
SAN ISIDRO

01 LIMA
PERU

EQUIPO

Nº Registro 66302476/AMOT

Descripción Equipo

MOTOR CUMMINS

Descripción Componente

MOTOR CUMMINS

Nº flota

CHA ANTAMINA

Ref ID

QSK78

MUESTRA

Muestra RD663024766

Fecha Muestreo 24/12/2018

Fecha Análisis 08/01/2018

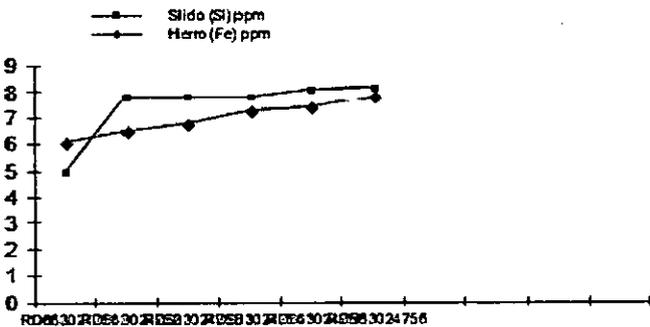
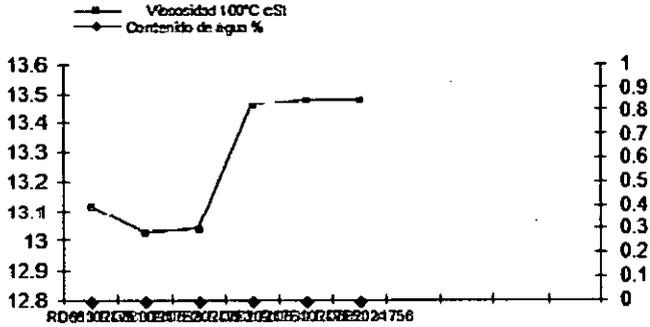
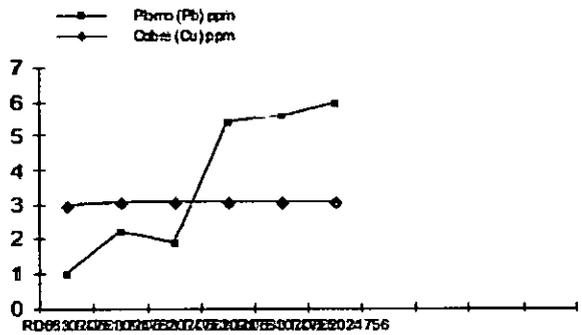
Lubricante

MOBIL DELVAC MX 15W40

Conjunto de ensayos

ELPF+VIS4

1. SALUD: Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACION: No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES: Desgaste de Plomo en precaución. Investigar posibles orígenes. 4. RECOMENDACIONES: Continuar con el envío de muestras para monitoreo.



Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las cuestiones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo. Se notifica a todo titular de este documento que la información contenida en adelante refleja los resultados de la Compañía solo en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si los hubiere. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva a su cliente y este documento no exime a las partes de una transacción a ejercer todos sus derechos y obligaciones bajo los documentos de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la falsificación del contenido o del aspecto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser procesados con todo el peso de la ley.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	6
Muestra	HUB63U24 r51	HUB63U24 r52	HUB63U24 r53	HUB63U24 r54	HUB63U24 r55	HUB63U24 r56
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Fecha Muestreo	18/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/12/2018	24/12/2018
Fecha Análisis	08/08/2017	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	08/01/2018	08/01/2018
Fecha Diagnostico	25/08/2016	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/01/2018	12/01/2018
Vida del Equipo, h	17032	17212	17392	17572	17752	17932
Vida del Aceite, h	213	350	487	624	761	898
Refractario	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40
Viscosidad 100°C -ASTM D7						
Viscosidad 100°C cSt	13.12	13.03	13.04	13.46	13.48	13.48
Agua (Crackle) SGS-OGC-F						
Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Spot test SGS-UGL-ME-UZ						
IC- Índice de contaminación	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7
Dispersancia	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
TBN - SGS-OGC-ME-06						
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06	10.06
Metales D5185						
Hierro (Fe) ppm	6.1	6.5	6.8	7.3	7.4	7.8
Cromo (Cr) ppm	2	2.1	2.5	2.8	3	0.1
Plomo (Pb) ppm	1	2.2	1.9	5.4	5.6	6
Cobre (Cu) ppm	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
Fósforo (P) ppm	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.9	0.9	0.9
Níquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1

Silicio (Si) ppm	5	7.8	7.8	7.8	8.1	8.2
Boro (B) ppm	1.1	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	0.1	0.1
Magnesio (Mg) ppm	1125.51	13621.8	1378.98	1281.22	1288.47	1298.17
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9	51.9
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3
Potasio (K) ppm	1.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1
Fósforo ppm	1199.81	1154.45	1160.27	1214.86	1211.12	1222.13
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.91	1251.79	1415.82	1412.69	1422.79
Calcio (Ca) ppm	1266.52	1559.01	1570.76	1689.31	1673.12	1683.22
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.16	0.16
Cond. Aceite - ASTM E 2412						
Hollín %	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39	0.39
Oxidación A/0.1 mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07
Nitración A/0.1 mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07
Sulfatación A/0.1 mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06
Hollín A/0.1 mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.26	0.27
Densidad Ferrosa-SGS-DGI						
Índice PR	0	0	0	2	0	0
Viscosidad 40°C -ASTM D72						
Viscosidad 40°C cSt		93.85	93.59	97.85	97.99	98.01
Índice Viscosidad IASTM D2						
IV		135	136			



SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración

OGC COMERCIAL

Teléfono: (511)5171900 Ext1371

Técnico

Lic. Jezenia Alvarado

Venta

Paula Cuevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPSP21

Diagnostico 12/01/2018

GRAN MINERIA

Miss DIANA ORÉ

CALLE DEAN VALDIVIA N°148

SAN ISIDRO

01 I IMA

PERU

EQUIPO

N° Registro 66302475IAMOT

Descripción Equipo

MOTOR CUMMINS

Descripción Componente

MOTOR CUMMINS

N° flota

CMA ANTAMINA

Ref ID

QSK78

IMUESTRA

Muestra RD6630247510

Fecha Muestreo 25/04/2018

Fecha Análisis 08/05/2018

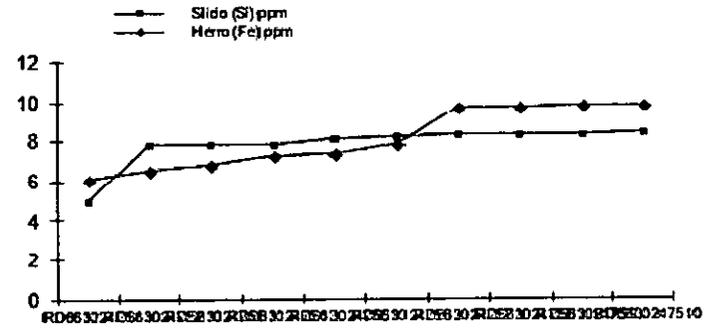
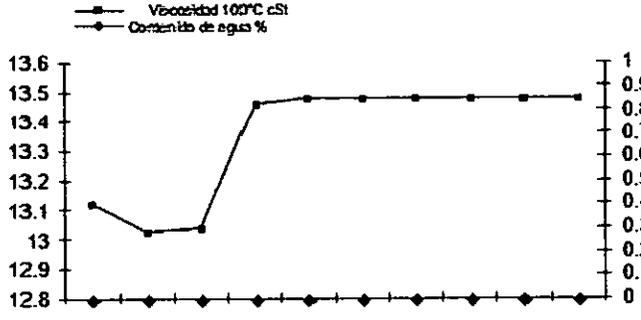
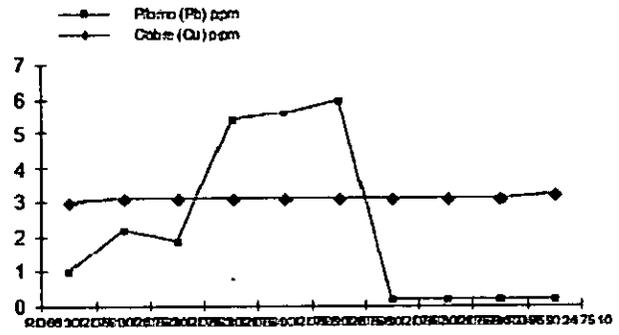
Lubricante

MOBIL DELVAC MX 15W40

Conjunto de ensayos

ELPF+VIS4

1. SALUD: Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACIÓN: No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES: Desgaste de Plomo en precaución. Investigar posibles orígenes. 4. RECOMENDACIONES: Continuar con el envío de muestras para monitoreo.



Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las cuestiones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo.
 Se notifica a todo titular de este documento que la información contenida en adelante refleja los resultados de la Compañía solo en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si los hubiere. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva a su cliente y este documento no exime a las partes de una transacción a ejercer todos sus derechos y obligaciones bajo los documentos de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la falsificación del contenido o del aspecto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser

RESULTADOS

Ocen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muestra	RD663024751	RD663024752	RD663024753	RD663024754	RD663024755	RD663024756	RD663024757	RD663024758	RD663024759	RD6630247510
Muestra / Cambio Aceite	Muestra									
Fecha Muestreo	16/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2017	24/12/2017	24/12/2017	24/12/2017	24/02/2018	25/03/2018	25/04/2018
Fecha Análisis	08/08/2017	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017	03/12/2017	06/03/2018	02/04/2018	08/05/2018
Fecha Diagnóstico	25/08/2016	11/09/2017	11/10/2017	21/12/2017	21/12/2017	21/12/2017	12/01/2018	12/03/2018	12/04/2018	12/05/2018
Vida del Equipo, h	1732	1722	1732	1752	1752	1732	1604	1853	1828	1830
Vida del Aceite, h	213	350	487	521	751	398	665	1232	1339	1568
Relaceado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC YX 15V40	DELVAC MX 15V40	DELVAC MX 15V40	DELVAC YX 15V40	DELVAC YX 15V40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15V40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15V40	DELVAC MX 15V40
Viscosidad 100°C - ASTM D7										
Viscosidad (cSt) c/c	13.12	13.05	13.04	13.46	13.48	13.48	13.48	13.18	13.48	13.43
Agua (Crackle) SGS-OGC-#										
Agua	NEGATIVO									
Spot test SGS-OGC-ME-02										
K-Índice de emulsión	0.6	0.6	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Dispersión:	REGULAR									
TBN - SGS-OGC-ME-06										
TBN mg/Kg	12.18	12.2	12.5	12.9	12.66	12.36				
Metales DS185										
Hierro (Fe) ppm	6.1	6.5	6.3	7.3	7.4	7.8	9.72	9.73	9.74	9.75
Cromo (Cr) ppm	2	2.1	2.5	2.8	3	3.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pomo (Pb) ppm	1	2.2	1.9	5.4	5.6	3	0.2	0.2	0.2	0.2
Cobalto (Co) ppm	3	3.1	3.1	3.7	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2
Cinc (Zn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.7	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.9	0.9	0.9	1.9	1.5	1.6	1.7
Níquel (Ni) ppm	0	0	0	0.7	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.7	0.1	0.1	0.6	0.7	0.7	0.8

Silicio (Si) ppm	5	7.6	7.8	7.8	8.1	8.2	3.3	8.3	8.3	8.4
Boro (B) ppm	1.	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	3.6	0.6	0.5	0.5
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	0.1	0.1	3.1	0.2	0.2	0.2
Magnesio (Mg) ppm	1125.51	1362.18	1378.58	1231.22	268.47	1298.7	1298.22	1298.28	1298.31	1298.35
Molibdeno (Mo) ppm	85.1	51.2	51	50.9	50.9	51.9	51.9	60.1	63.2	60.3
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	3.3	0.3	0.4	0.4
Platino (Pt) ppm	1.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	3.1	0.1	0.2	0.2
Fósforo (P) ppm	1199.81	1154.45	1160.27	1214.86	211.12	1222.3	1222.56	1222.89	1222.98	1223.17
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.31	1251.73	1415.82	412.83	1422.79	1423.81	1424.21	1424.56	1424.34
Calcio (Ca) ppm	1266.52	1559.31	1570.76	1839.31	1673.12	1683.22	1683.25	1683.52	1683.56	1683.56
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.16	0.16	3.16	0.17	0.17	0.17
Cond. Aceite - ASTM E 2412										
Hellin 2	0.21	0.21	0.15	0.37	0.38	0.39	3.39	0.4	0.4	0.4
Oxidación A/0.1mm	0.38	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	3.07	0.07	0.08	0.08
Nitración A/3.1 mm	0.36	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	3.07	0.07	0.07	0.07
Sulfatación A/0.1 mm	0.36	0.03	0.02	0.06	0.06	0.05	3.06	0.05	0.06	0.06
Hellin A/3.1 mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.26	0.27	3.27	0.27	0.28	0.28
Densidad Ferrosa - SGS-OGI										
Índice PG	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0
Viscosidad 40 C - ASTM D72										
Viscosidad 40°C cSt		93.85	93.59	97.85	97.99	98.31	98.24	98.31	99.33	98.37
Índice Viscosidad /ASTM D2										
IV		135	136							

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302173 CAMION HT007

SGS

SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración

OGC COMERCIAL

Teléfono: (511)5171900 Ext1371

Técnico

Dir: Jesenia Alvarado

Venta

Paula Guevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPS021

Diagnostico 12/01/2018

GRAN MINERIA

Miss DIANA ORE

CALLE DE SAN VALENTIN N° 148

SAN ISIDRO

01 LIMA

PERU

EQUIPO

N° Registro 66302173/AMOT

Descripción Equipo

MOTOR CUMMINS

Descripción Componente

MOTOR CUMMINS

N° firma

CMA ANTAMINA

Rcf ID

QSK78

MUESTRA

Muestra RD6630217310

Fecha Muestreo 25/04/2018

Fecha Análisis 08/05/2018

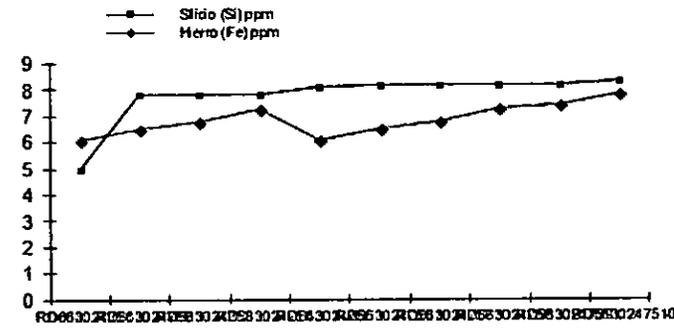
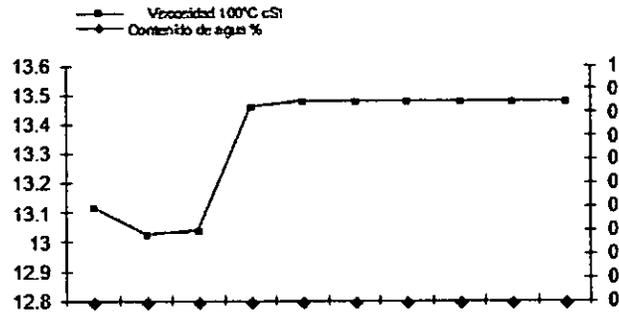
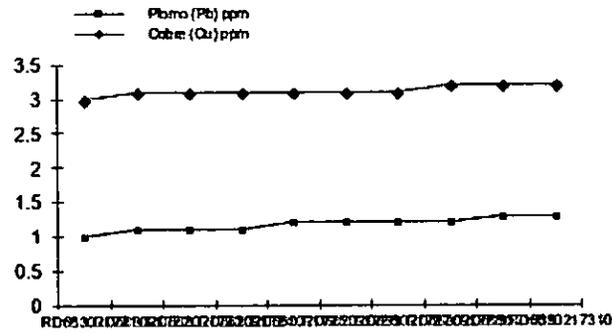
Lubricante

MOBIL DELVAC MX 15W40

Conjunta de ensayos

ELITE VIS4

1. SALUD: Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACIÓN No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES Desgastes normales. 4. RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo de resultados.



Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las cuestiones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo.
 Se notifica a todo titular de este documento que la información contenida en adelante refleja los resultados de la Compañía solo en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si los hubiere. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva a su cliente y este documento no exime a las partes de una transacción a ejercer todos sus derechos y obligaciones bajo los documentos de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la falsificación del contenido o del aspecto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser procesados con todo el peso de la ley.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muestra	RD663021731	RD663021732	RD663021733	RD663021734	RD663021735	RD663021736	RD663021737	RD663021738	RD663021739	RD6630217310
Muestreo/ Cambio Aceite	Muestra									
Fecha Muestreo	18/07/2017	13/08/2017	26/05/2017	17/10/2018	24/12/2018	24/12/2018	24/01/2018	24/02/2018	25/03/2018	25/04/2018
Fecha Análisis	08/08/2017	27/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	06/01/2018	08/11/2018	06/02/2018	06/03/2018	06/04/2018	08/05/2018
Fecha Diagnóstico	25/08/2016	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/11/2018	12/01/2018	21/02/2018	21/03/2018	21/04/2018	12/05/2018
Vida del Equipo, h	16773	6350	17133	17510	11493	17673	17765	17857	13009	18121
Vida del Aceite, h	51	83	325	432	593	736	503	1070	1237	1404
Rellenado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELYAC MX 5V40									
Viscosidad 100°C -ASTM D7										
Viscosidad 100°C cSt	13.12	13.03	13.04	13.46	13.46	13.47	13.47	13.47	13.47	13.47
Agua (Crackle) SGS-OIGC-P										
Agua	NEGATIVO									
Spot test SGS-OIGC-ME-02										
Código de contaminación	0.3	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Dispersión	REGULAR									
TBN - SGS-OIGC-ME-06										
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06	10.36	10.08	10.09	10.09	10.09
Metales D5185										
Hierro (Fe) ppm	6.1	6.5	6.8	7.3	7.4	7.6	7.8	7.8	7.9	7.9
Cromo (Cr) ppm	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Niomo (Ni) ppm	1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
Cobalto (Co) ppm	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2
Platino (Pt) ppm	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Niquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.6	0.6	0.7
Fósforo (P) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

Silicio (Si) ppm	5	7.8	7.8	7.8	8.1	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3
Boro (B) ppm	1.1	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Magnesio (Mg) ppm	1125.51	13621.8	1378.98	1281.22	1288.47	1298.17	1298.22	1298.26	1298.31	1298.35
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9	51.9	51.9	60.1	60.2	60.3
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
Potasio (K) ppm	1.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Fósforo ppm	1199.81	1154.45	1160.27	1214.86	1211.12	1222.13	1222.58	1222.89	1222.98	1223.17
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.91	1251.79	1415.82	1412.69	1422.79	1423.81	1424.21	1424.56	1424.34
Calcio (Ca) ppm	1266.52	1559.01	1570.76	1689.31	1673.12	1683.22	1683.25	1683.52	1683.56	1683.56
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17
Cond. Aceite - ASTM E 2412										
Hollín %	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39	0.39	0.39	0.4	0.4	0.4
Oxidación A/0.1 mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
Nitración A/0.1 mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Sulfatación A/0.1 mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Hollín A/0.1 mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28
Densidad Ferrosa - SGS-DGI										
Índice PG	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Viscosidad 40°C - ASTM D72										
Viscosidad 40°C cSt		93.85	93.59	97.85	97.99	98.01	98.24	98.31	98.33	98.37
Índice Viscosidad / ASTM D2										
IV		125	156							

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302553 CAMION HT009



SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración

DGC COMERCIAL

Teléfono: (511)5171900 Ext1371

Técnico

Lic. Jesenia Alvarado

Venta

Paula Grevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPSP21

Diagnostico 13/01/2018

CRAN MINERIA

Miss DIANA ORÉ

CALLE DEAN VALDIVIA N° 148

SAN ISIDRO

01 LIMA

PERU

EQUIPO

N° Registro 66302553IAMOT

Descripción Equipo

MOTOR CUMMINS

Descripción Componente

MOTOR CUMMINS

N° flota

CHA ANTAMINA

Ref ID

QSK78

MUESTRA

Muestra RD6630255310

Fecha Muestreo 25/04/2018

Fecha Análisis 08/05/2018

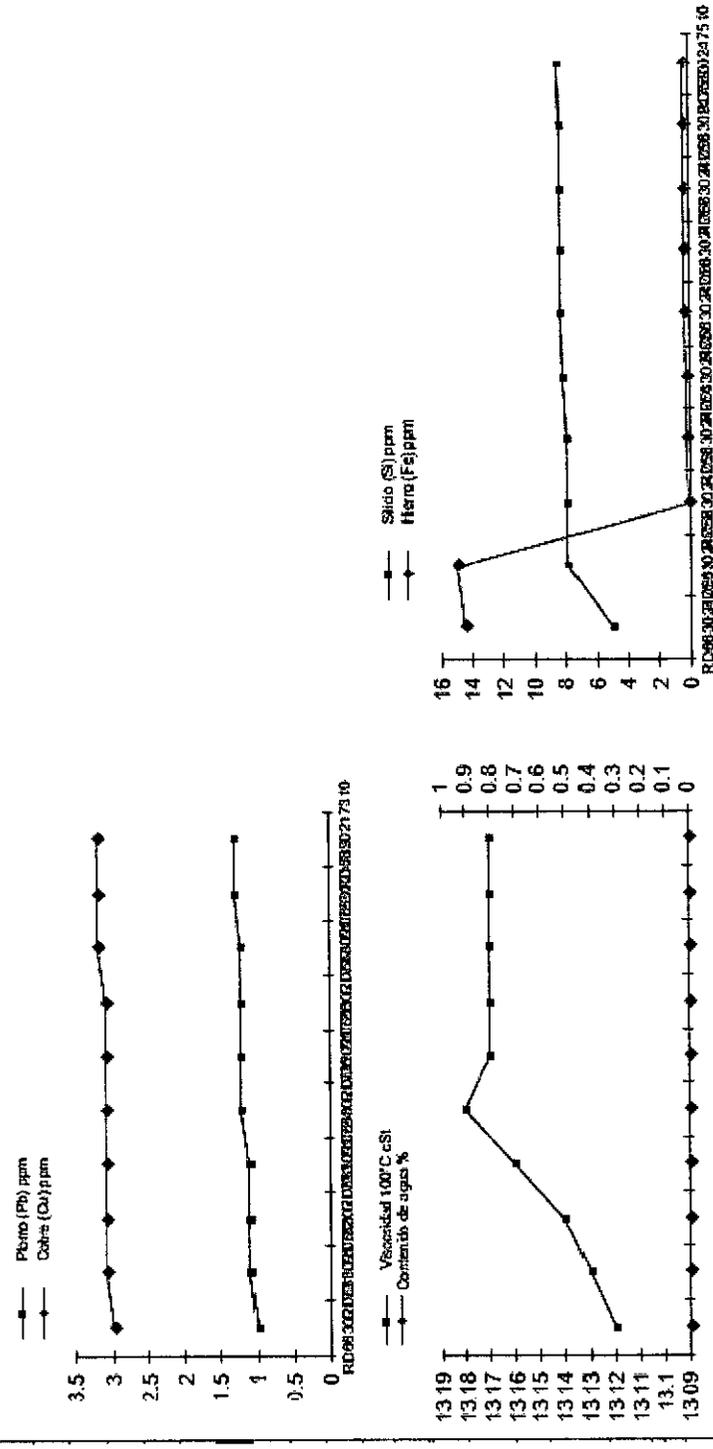
Lubricante

MOBIL DELVAC MX 15W40

Conjunto de ensayos

ELPT+VISA

1. SALUD: Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACIÓN No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES Desgastes normales. 4. RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo de resultados.



Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.sgs.com/ent/term-and-conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las cuestiones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo.

Se actifica a todo titular de este documento que la información contenida en adelante refleja los resultados de la Compañía solo en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de Intervención del Cliente, si lo hubiere. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva a su cliente y este documento no exime a sus partes de una transacción a ejercer todos sus derechos y obligaciones bajo los documentos de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la falsificación del contenido o del impacto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser procesados con todo el peso de la ley.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muestra	FD663025531	RD663025532	RD663025533	RD663025534	RD663025535	FD66302553E	RD663025537	RD663025538	FD663025539	FD6630255310
Muestreo / Car/Litro Aceite	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Fecha Muestreo	18/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/11/2018	24/12/2018	24/01/2019	24/02/2018	25/03/2018	25/04/2018
Fecha Análisis	08/08/2017	07/09/2017	31/10/2017	30/11/2018	08/10/2018	08/01/2018	08/01/2018	08/02/2018	08/03/2018	08/04/2018
Fecha Diagnóstico	25/08/2018	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/10/2018	12/01/2018	12/02/2018	12/03/2018	12/04/2018	12/05/2018
Vida del Ecuipo, h	1814	1853	81774	81954	18234	18234	182426	182538	182650	182762
Vida del Aceite, h	143	280	417	554	691	828	995	1162	1329	1496
Feltrado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40
Viscosidad 100°C -ASTM D7										
Viscosidad 100°C cSt	13.12	13.13	13.14	13.16	13.18	13.17	13.17	13.17	13.17	13.17
Agua (Crackle) SGS-QGC-F										
Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Spot test SGS-DGC-ME-02										
IC-Índice de contaminación	0E	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	1.7	0.7	0.7
Clasificación	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
TBN - SGS-DGC-ME-06										
TBN mg/CHg	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06	10.36	10.08	10.09	10.09	10.09
Metales D5185										
Niuro (Fe) ppm	0.5	0.5	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cromo (Cr) ppm	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Plomo (Pb) ppm	0	1.1	1	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
Cobalto (Co) ppm	0	3.1	3.1	3	3.1	3.1	3	3.2	3.2	3.2
Estano (Sn) ppm	0E	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.6	0.5	0E	0.7	0.7	0.7	0.7
Níquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.5	0.6	0.7
Fósforo (P) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

Aluminio (Al) ppm	0	C.5	0.5	0.6	C.6	DE	0.7	0.7	C.7	0.7
Niquel (Ni) ppm	0	C	0	0	C.1	DE	0.6	0.6	C.6	0.7
Fluor (F) ppm	0	C	0	0	C.1	DE	0.1	0.1	C.1	0.2
Silicio (Si) ppm	5	7.8	7.8	7.8	9.0	DE	8.2	8.2	8.2	8.8
Boro (B) ppm	1.1	C.5	0.6	0.7	C.6	DE	0.6	0.6	C.7	0.7
Sodio (Na) ppm	0	12	12	0.2	C.1	DE	0.1	0.1	0.1	0.2
Magnesio (Mg) ppm	1125.52	1362.9	1378.59	128.25	1298.48	1298.27	1258.32	1298.29	1298.33	1298.36
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9	51.3	51.9	60.1	60.2	60.3
Titanio (Ti) ppm	0	C	0	0	C	DE	0	0	C	0
Vanadio (V) ppm	0	C	0	0	C	DE	0	0	C	0
Niobio (Nb) ppm	0	C	0.1	0.3	C.3	DE	0.3	0.3	C.4	0.4
Wolframio (W) ppm	1.3	C.3	0.3	0	C.1	DE	0.1	0.1	C.2	0.2
Cromo (Cr) ppm	1155.81	1154.45	1160.27	1214.86	1211.2	1222.12	1222.58	1222.59	1222.98	1223.17
Zinc (Zn) ppm	1525.33	1248.91	1251.79	1415.82	1412.39	1422.79	1423.81	1424.21	1424.55	1424.34
Cobalto (Co) ppm	1266.52	1559.01	1570.76	1689.31	1573.12	1683.22	1683.25	1683.52	1593.56	1683.56
Bario (Ba) ppm	0	C	0	0.6	C.1E	DE	0.16	0.17	C.17	0.17
Cond. Aceite - ASTM 2412										
Acidez	0.21	C.21	0.15	0.37	C.39	DE	0.39	0.4	C.4	0.4
Contenido de agua	0.06	C.05	0.05	0.06	C.06	DE	0.07	0.07	C.08	0.08
Viscosidad a 40°C	0.08	C.05	0.04	0.07	C.07	DE	0.07	0.07	C.07	0.07
Sulfación a 100°C	0.06	C.03	0.02	0.06	C.06	DE	0.06	0.06	C.06	0.06
Acidez a 200°C	0.17	C.7	0.15	0.25	C.26	DE	0.27	0.27	C.28	0.28
Densidad Ferrosa - SGS-DGI										
Densidad	0	C	0	2	C	DE	0	0	C	0
Viscosidad 40°C - ASTM D72										
Viscosidad 40°C		93.86	95.69	97.89	97.5	99.01	98.44	98.51	98.63	98.67
Indice Viscosidad - ASTM D2										
V		115	116							

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302105 CAMION HT012



SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración
DCC COMERCIAL
Teléfono: (511)5171900 Ext13/1
Técnico
Lic. Jesenia Alvarado
Venta
Paula Cuevara
Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vermolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPS21

Diagnostico 13/01/2018

GRAN MINERIA
Miss DIANA ORÉ
CALLE DEAN VALDIVIA N°148
SAN ISIDRO

U1 LIMA
PERU

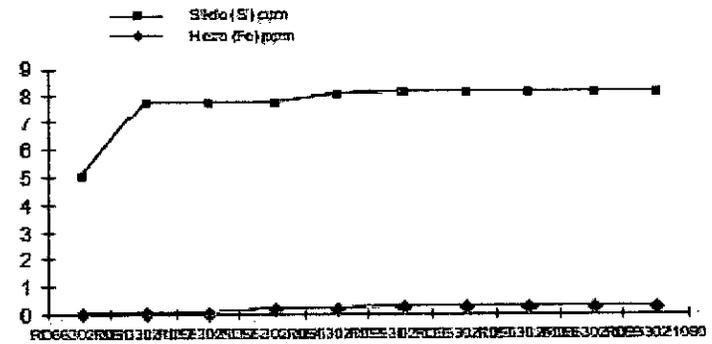
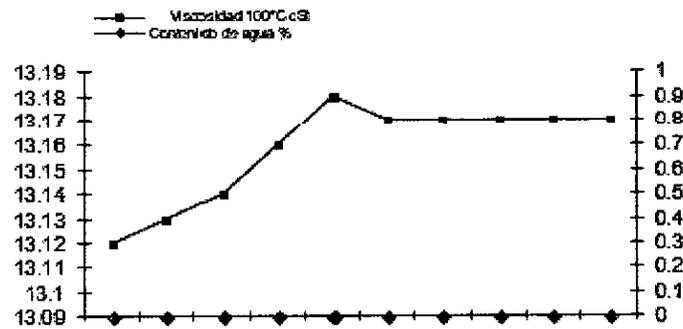
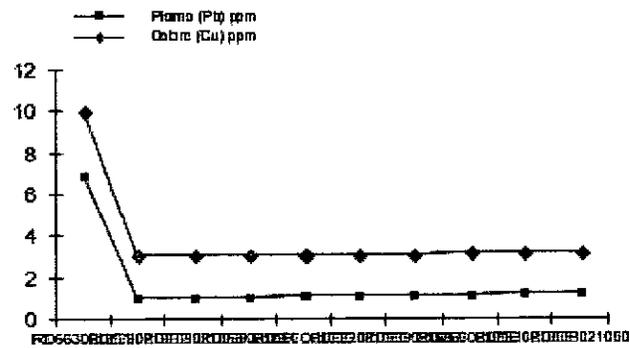
EQUIPO

<i>Nº Registro</i>	66302105IAMOT
<i>Descripción Equipo</i>	MOTOR CUMMINS
<i>Descripción Componente</i>	MOTOR CUMMINS
<i>Nº Bata</i>	CMA ANTAMINA
<i>Kit ID</i>	QSK78

MUESTRA

<i>Muestra</i>	RD6630210510
<i>Fecha Muestreo</i>	26/01/2018
<i>Fecha Analisis</i>	09/05/2018
<i>Lubricante</i>	MOBIL DELVAC MX 15W40
<i>Conjunto de ensayos</i>	ELI+VIS4

1. SALUD: Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACIÓN No hay evidencia de contaminación 3. DESGASTES Desgastes normales 4. RECOMENDACIONES Continuar con envío de muestra para monitoreo de resultados.



Este documento es emitido por la Campaña bajo las condiciones generales de servicio e editable en <http://www.sqr.com/cont/Formas-and-Conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las cuantías de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo.

Se notifica a todo titular de este documento que la información contenida en adelante es el resultado de la Campaña realizada en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si las hubiere. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva para el cliente y este documento no oximo a la portar de una transacción o ejercer toda sus derechos y obligaciones bajo la documentación de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la falsificación del contenido del aspecto de este documento es ile-qal y la infracción puede ser procesada con toda el para de la ley.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muestra	RD663021051	RD663021052	RD663021053	RD663021054	RD663021055	RD663021056	RD663021057	RD663021058	RD663021059	RD663021060
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Fecha Muestreo	18/07/2017	3/08/2017	26/09/2017	17/10/2017	24/12/2018	24/12/2018	08/02/2018	08/03/2018	08/04/2018	09/05/2018
Fecha Análisis	08/09/2017	07/09/2017	07/10/2017	09/11/2017	08/01/2018	08/01/2018	12/02/2018	12/03/2018	12/04/2018	12/05/2018
Fecha Diagnostico	25/03/2016	11/09/2017	11/04/2017	12/11/2018	12/01/2018	12/01/2018	12/02/2018	12/03/2018	12/04/2018	12/05/2018
Vida del Equipo, h	10611	1078	10971	11151	13331	13331	19511	19523	19535	19547
Vida del Aceite, h	61	288	425	562	699	836	1035	1170	1307	1504
Reemplazado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40
Viscosidad 100°C - ASTM D7										
Viscosidad 100°C cSt	13.12	13.13	13.18	13.16	13.18	13.17	13.17	13.17	13.17	13.17
Agua (Diámetro) SGS-OGC-W										
Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Spot test SGS-OGC-ME-02										
Índice de contaminación	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
Dispersión	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
TBN - SGS-OGC-ME-05										
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.05	10.06	10.08	10.09	10.09	10.09
Metales DS135										
Hierro (Fe) ppm	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cromo (Cr) ppm	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Plomo (Pb) ppm	1	1	1	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
Cobre (Cu) ppm	10	2.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2
Estano (Sn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Níquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.6	0.6	0.7
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

Silicio (Si) ppm	5.1	7.8	7.8	7.3	8.1	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
Boro (B) ppm	1.1	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Sodio (Na) ppm	0	2	12	0.2	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.2
Magnesio (Mg) ppm	125.62	3621.1	1378.3E	1281.26	1288.49	1298.17	1293.22	1298.19	1298.13	1298.26
Niobio (Nb) ppm	65.1	51.2	51	50.5	50.9	51.3	51.3	60.1	60.2	60.3
Tiempo (Ti) ppm	0	0	C	0	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	C	0	0	0	0	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
Potasio (K) ppm	1.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.2	0.2
Fluoruro ppm	1199.61	1164.45	1160.27	1214.66	1211.12	1222.13	1222.58	1222.69	1222.98	1223.17
Zinc (Zn) ppm	152.03	248.3	1251.79	1415.62	1426.69	1422.79	1423.61	1424.21	1424.56	1424.34
Calcio (Ca) ppm	1236.52	559.0	1570.76	1689.31	1673.12	1683.22	1683.25	1683.52	1683.56	1683.56
Plomo (Pb) ppm	0	0	C	0.16	0.16	0.6	0.16	0.17	0.17	0.17
Cond. Acetico - ASTM E 2412										
Hollin %	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39	0.39	0.39	0.4	0.4	0.4
Oxidación A0.1 mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06
Nitrosión A0.1 mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Sulfuración A0.1 mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Hollin A0.1 mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26
Densidad Ferrosa-SGS-DG										
Indice PA	0	0	C	2	0	0	0	0	0	0
Viscosidad 40°C - ASTM D72										
Viscosidad 40°C cSt		93.86	93.35	97.69	97.19	98.01	93.44	98.51	98.63	98.67
Indice Viscosidad IASTM D2										
IV		105	116							

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302285 CAMION HT013

SGS

SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración

OGC COMERCIAL

Teléfono: (511)5171900 Ext1371

Técnico

Lic. Jesenia Alvarado

Venta:

Paula Guevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPSP21

Diagnostico 13/04/2018

GRAN MINERIA

Miss DIANA OKÉ

CALLE FIDEL VANDERVAAL N° 148

SAN ISIDRO

01 LIMA

PERU

EQUIPO

Nº Registro 66302285IAMOT

Descripción Equipo

MOTOR CUMMINS

Descripción Componente

MOTOR CUMMINS

Nº flota

CMA ANTAMINA

Ref ID

QSK78

MUESTRA

Muestra RD6630228510

Fecha Muestreo 26/04/2018

Fecha Análisis 09/05/2018

Lubricante

MOBIL DELVAC MX 15W40

Conjunto de ensayos

ELPF-VIS4

1. SALUD: Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACION No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES Desgastes normales. 4. RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo de resultados

RESULTADOS

Orden	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Muestra	RD663022851	RD663022852	RD663022853	RD663022854	RD663022855	RD663022856	RD663022857	RD663022858	RD663022859	RD6630228511
Muestra/Cambio Aceite	Muestra									
Fecha Muestreo	19/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/12/2018	24/12/2018	24/01/2019	24/02/2019	25/03/2018	26/04/2018
Fecha Análisis	30/08/2017	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	08/11/2018	08/01/2018	08/02/2018	08/03/2018	08/04/2018	09/05/2018
Fecha Diagnóstico	25/08/2018	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/10/2018	12/01/2018	12/02/2018	12/03/2018	12/04/2018	12/05/2018
Vida del Equipo, h	8611	18751	18971	18151	19331	19511	19223	19735	19847	19959
Vida del Aceite, h	51	288	425	562	659	836	1003	1170	1337	1504
Rellenado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELYAC MX ISW40									
Viscosidad 100 C - ASTM D7										
Viscosidad (cSt)	3.17	3.18	3.18	3.18	3.18	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19
Agua (Crackle) SGS-OGC-P										
Agua	NEGATIVO									
Spot test SGS-OGC-ME-02										
Índice de contaminación	0.6	0.3	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.3	0.8	0.8
Diagnóstico	REGULAR									
TBN - SGS-OGC-ME-06										
TBN (mgOH/g)	0.19	12.2	12.5	9.91	10.06	10.06	10.08	10.09	10.09	10.09
Metales D5185										
Hierro (Fe) ppm	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cromo (Cr) ppm	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Níquel (Ni) ppm	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
Cobalto (Co) ppm	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2
Cafre (Zn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Plomo (Pb) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.3	0.6	0.7
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

Silicio (Si) ppm	5.1	7.8	7.8	7.8	8.1	8.2	8.2	9.2	8.2	8.2
Boro (B) ppm	11	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	3.5	0.7	0.7
Sodio (Na) ppm	0	12	12	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Manganeso (Mn) ppm	1125.62	13621.1	1378.96	1261.26	1268.43	238.17	1238.22	1238.9	1298.13	1298.26
Aluminio (Al) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9	51.9	51.9	50.1	60.2	60.3
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Niobio (Nb) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	3.3	0.4	0.4
Potasio (K) ppm	13	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	3.1	0.2	0.2
Fósforo (P) ppm	1159.81	1154.45	1160.27	1214.36	1211.12	222.13	1222.58	1222.89	1222.38	1223.17
Zinc (Zn) ppm	525.03	248.91	251.79	1415.32	1412.69	422.79	1423.81	1424.21	1424.56	1424.34
Cromo (Cr) ppm	1666.52	1559.01	1570.76	1659.31	1673.12	633.22	1633.25	1693.52	1683.56	1683.56
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.16	0.16	0.16	3.17	0.17	0.17
Cond. Aceite - ASTM E 2412										
Hedra	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39	0.35	0.35	3.4	0.4	0.4
Oxidación A0.1mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	3.37	0.06	0.06
Nitración A0.1mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	3.37	0.07	0.07
Sulfatación A0.1mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	3.36	0.06	0.06
Hedra A0.1mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.26	0.27	0.27	3.27	0.26	0.26
Densidad Ferrosa - SGS - OGI										
Indice PD	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Viscosidad 40°C - ASTM D72										
Viscosidad 40°C cSt		33.87	33.89	37.83	37.93	36.11	36.14	36.21	36.35	36.57
Indice Viscosidad IASTM D2										
IV		115	116							

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302530 CAMION HT014

SGS

**SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS**



CONTACTOS

Administración

OGC COMERCIAL

Teléfono: (511)5171900 Ext1371

Técnico

Lic. Jesenia Alvarado

Venta

Paula Grevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPSP21

Diagnostico 13/01/2018

GRAN MINERIA

Miss DIANA ORÉ

CALLE DEAN VALDIVIA N°148

SAN ISIDRO

01 LIMA

PERU

EQUIPO

Nº Registro 66302530/JAMOT

Descripción Equipo

MOTOR CUMMINS

Descripción Componente

MOTOR CUMMINS

Nº flota

CMA ANTAMINA

Rcf ID

QSK78

MUESTRA

Muestra RD6630253010

Fecha Muestreo 26/04/2018

Fecha Análisis 09/05/2018

Lubricante

MOBIL DELVAC IMX 15W40

Conjunto de ensayos

ELTF +VISA

1.SAI UID: Viscosidad dentro de rango de servicio 2.CONTAMINACIÓN No hay evidencia de contaminación. 3.DESGASTES Desgastes normales. 4.RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo de resultados.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muestra	RD663025301	RD663025302	RD663025303	RD663025304	RD663025305	RD663025306	RD663025307	RD663025308	RD663025309	RD6630253010
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra									
Fecha Muestreo	18/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/12/2018	24/12/2018	24/01/2018	24/02/2018	25/03/2018	26/04/2018
Fecha Análisis	08/08/2017	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	08/01/2018	08/01/2018	08/02/2018	08/03/2018	08/04/2018	09/05/2018
Fecha Diagnostico	25/08/2016	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/01/2018	12/01/2018	12/02/2018	12/03/2018	12/04/2018	12/05/2018
Vida del Equipo, h	17984	18164	18344	18524	18704	18884	18995	19108	19220	19332
Vida del Aceite, h	51	188	325	462	599	736	903	1070	1237	1404
Rellenado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC MX 15W40									
Viscosidad 100°C -ASTM D7										
Viscosidad 100°C cSt	13.17	13.17	13.18	13.18	13.18	13.19	13.19	13.19	13.19	13.19
Agua (Crackle) SGS-OGC-P										
Agua	NEGATIVO									
Spot test SGS-OGC-ME-02										
IC- Índice de contaminación	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
Dispersancia	REGULAR									
TBN - SGS-OGC-ME-06										
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06	10.06	10.08	10.09	10.09	10.09
Metales D5185										
Hierro (Fe) ppm	15	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cromo (Cr) ppm	3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Plomo (Pb) ppm	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
Cobre (Cu) ppm										
Estaño (Sn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Niquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.6	0.6	0.7
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Carbono (C) ppm										
Boro (B) ppm	11	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Sodio (Na) ppm	0	12	12	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Magnesio (Mg) ppm	125.62	1362.11	1378.98	1281.26	1288.49	1238.17	1238.22	1238.19	1238.13	1238.26
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9	51.9	51.9	60.1	60.2	60.3
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
Potasio (K) ppm	1.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Fósforo ppm	1199.81	1154.45	1160.27	1214.86	1211.12	1222.13	1222.58	1222.89	1222.98	1223.17
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.91	1251.79	1415.82	1412.69	1422.79	1423.81	1424.21	1424.56	1424.34
Calcio (Ca) ppm	1266.52	1553.01	1570.76	1689.31	1673.12	1683.22	1683.25	1683.52	1683.56	1683.56
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17
Cond. Aceite - ASTM E 2412										
Hollín %	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39	0.39	0.39	0.4	0.4	0.4
Oxidación A0.1 mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
Nitración A0.1 mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Sulfatación A0.1 mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Hollín A0.1 mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28
Densidad Ferrosa-SGS-OGI										
Índice PQ	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Viscosidad 40°C -ASTM D72										
Viscosidad 40°C cSt		93.17	93.19	94.89	94.99	95.01	95.14	96.21	96.33	96.57
Índice Viscosidad IASTM D2										
IV		115	116							

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302215 CAMION HT016

SGS

SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración

UGC COMERCIAL

Teléfono: (511)5171900 Ext1371

Técnico

Lic. Jesenia Alvarado

Venta

Paula Guevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPSP21

Diagnostico 13/01/2018

GRAN MINFRIA

Miss DIANA ORÉ

CALLE DEAN VALDIVIA N°148

SAN ISIDRO

01 LIMA

PERU

EQUIPO

N° Registro 66302215/AMOT

Descripción Equipo

MOTOR CUMMINS

Descripción Componente

MOTOR CUMMINS

N° flota

CMA ANTAMINA

Ref ID

QSK78

MUESTRA

Muestra RD663022151

Fecha Muestra 7604/2018

Fecha Análisis 09/05/2018

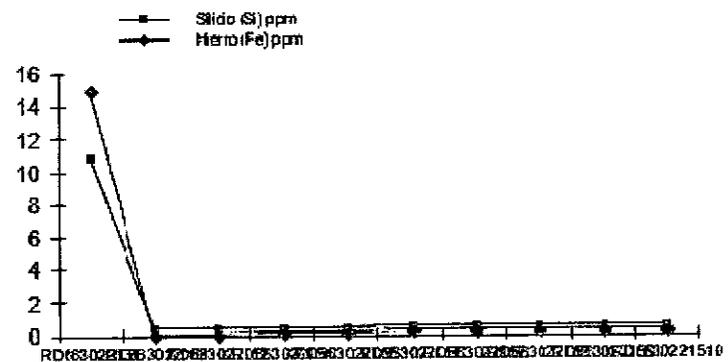
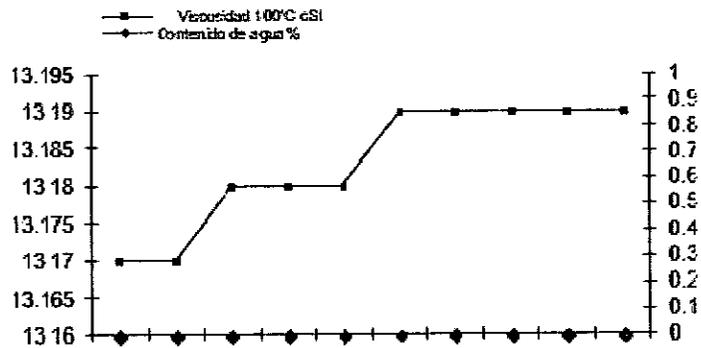
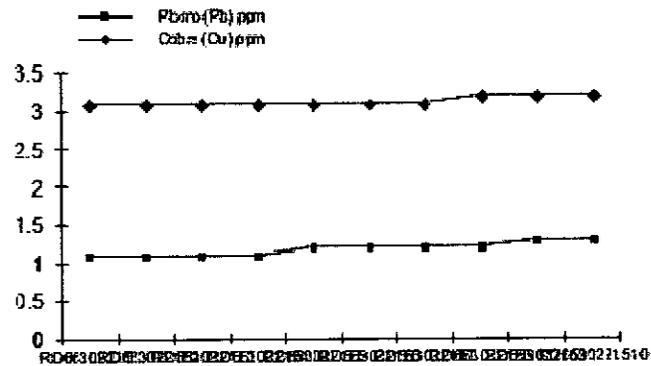
Lubricante

MOBIL DELVAC MX 15W40

Conjunto de ensayos

ELPF+VIS4

1. SALUD. Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACIÓN No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES Desgastes normales. 4. RECOMENDACIONES Continuar con envío de muestra para monitoreo de resultados.



Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las cuestiones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo.

Se notifica a todo titular de este documento que la información contenida en adelante refleja los resultados de la Compañía solo en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si los hubiere. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva a su cliente y este documento no exime a las partes de una transacción a ejercer todos sus derechos y obligaciones bajo los documentos de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la falsificación del contenido o del aspecto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser procesados con todo el peso de la ley.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muestra	RD663022151	RD663022152	RD663022153	RD663022154	RD663022155	RD663022156	RD663022157	RD663022158	RD663022159	RD6630221510
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra									
Fecha Muestreo	18/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/12/2018	24/12/2018	24/01/2018	24/02/2018	25/03/2018	26/04/2018
Fecha Análisis	08/08/2017	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	08/01/2018	08/01/2018	08/02/2018	08/03/2018	08/04/2018	09/05/2018
Fecha Diagnostico	25/08/2016	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/01/2018	12/01/2018	12/02/2018	12/03/2018	12/04/2018	12/05/2018
Vida del Equipo, h	17466	17646	17826	18006	18186	18366	18478	18590	18702	18814
Vida del Aceite, h	87	224	361	498	635	772	939	1106	1273	1440
Rellenado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC MX 15W40									
Viscosidad 100°C -ASTM D7										
Viscosidad 100°C cSt	13.17	13.17	13.18	13.18	13.18	13.19	13.19	13.19	13.19	13.19
Agua (Crackle) SGS-OGC-P										
Agua	NEGATIVO									
Spot test SGS-OGC-ME-02										
IC- índice de contaminación	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
Dispersión	REGULAR									
TBN - SGS-OGC-ME-06										
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06	10.06	10.06	10.09	10.09	10.09
Metales D5185										
Hierro (Fe) ppm	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cromo (Cr) ppm	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Plomo (Pb) ppm	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
Cobre (Cu) ppm	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2
Estaño (Sn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Níquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.6	0.6	0.7
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

Silicio (Si) ppm	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Boro (B) ppm	1.1	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Magnesio (Mg) ppm	1125.62	13521.1	1378.98	1261.26	1288.49	1298.17	1298.22	1298.9	1298.3	1298.3	1298.26
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.3	51.3	51.9	60.1	60.2	60.2	60.3
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
Posicio (K) ppm	1.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Fósforo ppm	1199.81	1154.45	1160.27	1214.86	1211.12	1222.13	1222.58	1222.89	1222.98	1222.98	1223.17
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.91	1251.79	1415.82	1412.69	1422.79	1423.81	1424.21	1424.56	1424.56	1424.34
Cacío (Ca) ppm	1236.52	1559.01	1570.76	1669.31	1673.12	1683.22	1683.25	1683.52	1683.56	1683.56	1683.56
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.16	0.15	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17
Cond. Aceite - ASTM 2412											
Holin %	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39	0.39	0.39	0.4	0.4	0.4	0.4
Oxidación A/0.1mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08
Nitración A/0.1mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Sulfatación A/0.1mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Holin A/0.1mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.25	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28
Densidad Ferrosa-SGS-DGI											
Índice FG	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Viscosidad 40°C -ASTM D72											
Viscosidad 40°C cSt		93.17	93.19	94.69	94.39	95.01	95.14	96.21	96.33	96.33	96.57
Índice Viscosidad JASTN D2											
IV		115	116								

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302235 CAMION HT018



SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración
OGC COMERCIAL
Teléfono: (511)5171900 Ext.1371

Técnico
Lio. Jesenia Alvarado

Venta
Paula Guevara
Teléfono: (511)5171900 Ext.1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPSP21

Diagnostico 13/01/2018

GRAN MINERIA
MISS DIANA ORE
CALLE DEAN VALDIVIA N°148
SAN ISIDRO

01 LIMA
PERU

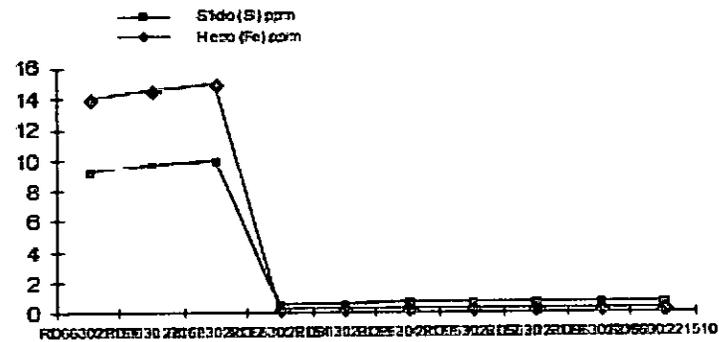
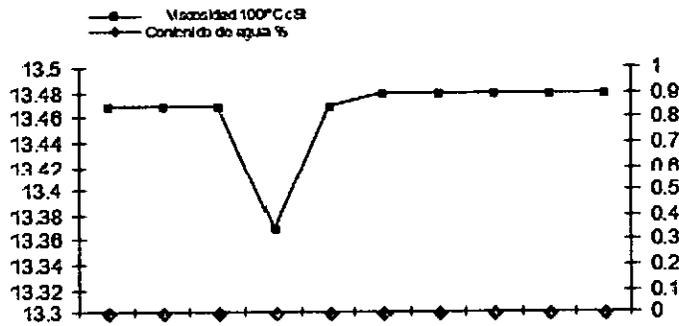
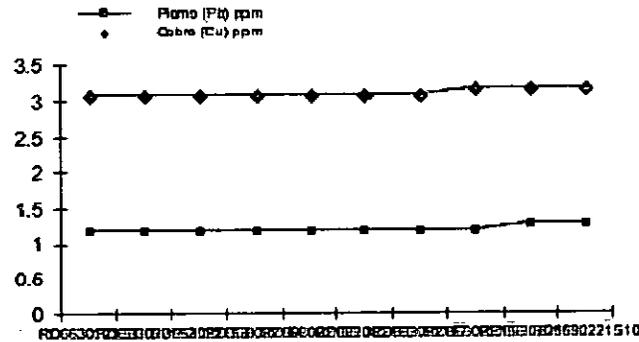
EQUIPO

N° Registro	66302235/AMOT
Descripción Equipo	MOTOR CUMMINS
Descripción Componente	MOTOR CUMMINS
N° Marca	CMA ANTAMINA
Ref ID	QSK78

MUESTRA

Muestra	RD6630223510
Fecha Muestreo	26/04/2018
Fecha Analisis	09/05/2018
Lubricante	MORII OFI VAC MX 15W40
Compañía de cruceros	ELPF VIS4

1 SAJ 110: Viscosidad dentro de rango de servicio 2 CONTAMINACIÓN No hay evidencia de contaminación 3 DESGASTES Desgastes normales 4 RECOMENDACIONES Continuar con envío de muestra para monitoreo de resultados



Este documento es emitido por la Campaña bajo las condiciones generales de servicio e escribes en <http://www.arp.com/ent/Term-ent-Conditions.aspx>. Se llenó la estación a la limitación de la capacidad de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo.
 Se notifica a cada titular de este documento que la información contenida en el mismo refleja los resultados de la Campaña en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si las hubiera. La responsabilidad de la empresa es exclusiva del cliente y este documento no exime al portador de una transacción de ejercer todos sus derechos y obligaciones en la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la fabricación del contenido del aspecto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser procesados conforme a la ley.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muestra	RD663022351	RD663022352	RD663022353	RD663022354	RD663022355	RD663022356	RD663022357	RD663022358	RD663022359	RD6630223510
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Fecha Muestreo	18/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/12/2018	24/12/2018	24/01/2018	24/02/2018	25/03/2018	26/04/2018
Fecha Análisis	08/08/2017	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	08/01/2018	08/01/2018	08/02/2018	08/03/2018	08/04/2018	09/05/2018
Fecha Diagnostico	25/08/2016	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/01/2018	12/01/2018	12/02/2018	12/03/2018	12/04/2018	12/05/2018
Vida del Equipo, h	17878	18058	18238	18418	18598	18778	18890	19002	19114	19226
Vida del Aceite, h	12	143	286	423	560	697	864	1031	1198	1365
Rellenado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40
Viscosidad 100 C -ASTM D7										
Viscosidad 100 C cSt	13.47	13.47	13.47	13.37	13.47	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48
Aqua (Crackle) SGS-OGC-F										
Aqua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Spot test SGS-OGC-ME-02										
IC- Índice de contaminación	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
Dispersancia	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
TBN - SGS-OGC-ME-06										
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06	10.05	10.08	10.09	10.09	10.09
Metales D5185										
Hierro (Fe) ppm	14	14.5	15	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cromo (Cr) ppm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Plomo (Pb) ppm	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
Cobre (Cu) ppm	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2
Estaño (Sn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Niquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.6	0.6	0.7
Pista (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

	0.2	0.6	1.0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Silicio (Si) ppm										
Boro (B) ppm	1.1	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Magnesio (Mg) ppm	1125.62	13621.1	1378.98	1281.26	1288.49	1298.17	1298.22	1298.19	1298.13	1298.26
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9	51.9	51.9	60.1	60.2	60.3
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
Potasio (K) ppm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Fósforo ppm	1199.81	1154.45	1160.27	1214.86	1211.12	1222.13	1222.58	1222.89	1222.98	1223.17
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1240.01	1251.73	1415.02	1412.00	1422.79	1423.01	1424.21	1424.50	1424.34
Calcio (Ca) ppm	1266.52	1559.01	1570.76	1689.31	1673.12	1683.22	1683.25	1683.52	1683.56	1683.56
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17
Cond. Aceite - ASTM E 2412										
Hollin %	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39	0.39	0.39	0.4	0.4	0.4
Oxidación A/0.1 mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
Nitración A/0.1 mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Sulfatación A/0.1 mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Hollin A/0.1 mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28
Densidad Ferrosa-SGS-DIGI										
Índice PQ	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Viscosidad 40°C -ASTM D72										
Viscosidad 40°C cSt		93.18	93.21	94.87	94.99	95.11	95.14	96.21	96.43	96.77
Índice Viscosidad IASTM D2										
IV		111	116							

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302185 CAMION HT019



SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración

OGC COMERCIAL

Teléfono: (511)517 1900 Ext 1371

Técnico

Lic. Jesenia Alvarado

Venta

Paula Guevara

Teléfono: (511)5171900 Ext 1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPOP21

Diagnostico 13/01/2018

GRAN MINERIA

Mis-s DIANA ORÉ

CALLE DEAN VALDIVIA N°148

SAN ISIDRO

01 LIMA

PERU

EQUIPO

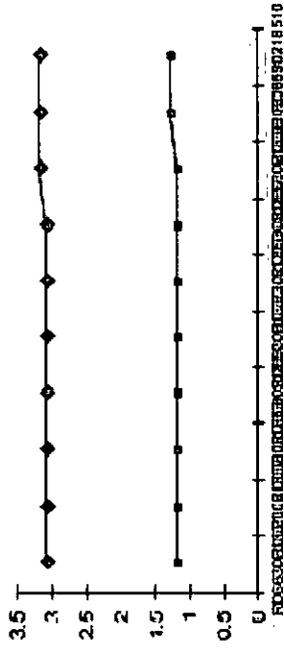
<i>N° Registro</i>	66302185/AMOT
<i>Descripción Equipo</i>	MOTOR CUMMINS
<i>Descripción Componente</i>	MOTOR CUMMINS
<i>N° Marca</i>	CMA ANTAMINA
<i>Ref ID</i>	QSK70

MUESTRA

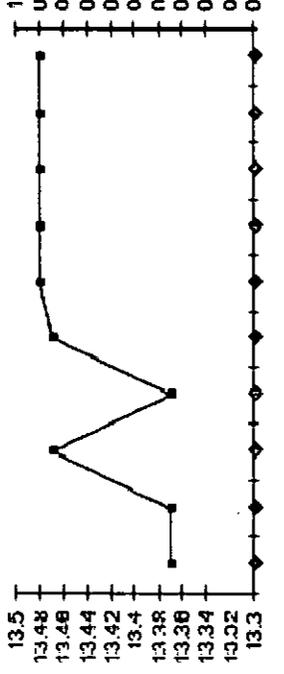
<i>Muestra</i>	R06630218510
<i>Fecha Muestra</i>	26/04/2018
<i>Fecha Análisis</i>	09/05/2018
<i>Lubricante</i>	MOBIL DELVAC MX 15W40
<i>Componente de análisis</i>	CLPT+VIC4

1.SAI III: Viscosidad dentro de rango de servicio 2.CONTAMINACION No hay evidencia de contaminación. 3.DESGASTES Desgastes normales. 4.RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo de resultados.

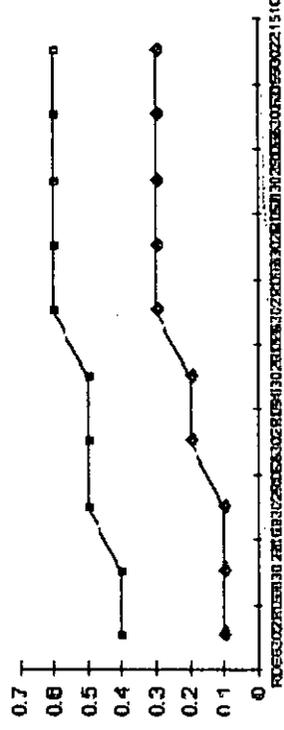
Plomo (Pb) ppm
Cadmio (Cd) ppm



Viscosidad 100°C cSt
Contenido de agua %



Óxido (O) ppm
Hidrógeno (H) ppm



Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.ar.com/inf/arma-ar-b-conditlar.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las cuestiones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo. Se notifica a todo titular de este documento sus obligaciones contenidas en el presente respecto a la Compañía en el momento de la entrega de este documento al cliente y a la empresa exclusiva a la que se le otorga el documento de intervención del Cliente, el cual debe ser devuelto a la Compañía en el momento de la entrega del documento de intervención del Cliente y a la Compañía en el momento de la entrega del documento de intervención del Cliente. Cualquier modificación o actualización de este documento debe ser comunicada a la Compañía en el momento de la entrega del documento de intervención del Cliente y a la Compañía en el momento de la entrega del documento de intervención del Cliente.

RESULTADOS										
Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muestra	RD663021851	RD663021852	RD663021853	RD663021854	RD663021855	RD663021856	RD663021857	RD663021858	RD663021859	RD6630218510
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra									
Fecha Muestreo	16/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/12/2018	24/12/2018	24/12/2018	24/02/2018	25/03/2018	26/04/2018
Fecha Análisis	08/08/2017	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	08/01/2018	08/01/2018	08/02/2018	08/03/2018	08/04/2018	09/05/2018
Fecha Diagnóstico	25/08/2016	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/01/2018	12/01/2018	12/02/2018	12/03/2018	12/04/2018	12/05/2018
Vía del Equipoo, h	17020	17000	17300	10160	10340	10520	10641	10753	10065	10377
Vida del Aceite, h	5	142	279	416	553	650	857	1024	1191	1358
Rellenado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC MX 15W40									
Viscosidad 100°C -ASTM D7										
Viscosidad 100°C cSt	13.37	13.37	13.37	13.37	13.37	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48
Agua (Crackle) SGS-OGC-M										
Agua	NEGATIVO									
Spot test SGS-OGC-ME-02										
IC- Índice de contaminación	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
Dispersantes	REGULAR									
TBN - SGS-OGC-ME-06										
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06	10.06	10.08	10.09	10.09	10.09
Metales DS185										
Hierro (Fe) ppm	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cromo (Cr) ppm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Plomo (Pb) ppm	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
Cobre (Cu) ppm	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2
Estaño (Sn) ppm	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Níquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.6	0.6	0.7
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

	0.0	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Silicio (Si) ppm	0.0	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Boro (B) ppm	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Magnesio (Mg) ppm	125.62	1362.11	1378.98	1281.26	1288.49	1296.17	1298.22	1296.19	1236.13	1296.26
Niobio (Nb) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9	51.9	51.9	60.1	60.2	60.3
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
Potasio (K) ppm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fósforo ppm	1193.81	1154.45	1160.27	1214.86	1211.12	1222.13	1222.58	1222.89	1222.98	1223.17
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.91	1251.79	1415.82	1412.69	1422.79	1423.81	1424.21	1424.56	1424.34
Calcio (Ca) ppm	1266.52	1559.01	1570.76	1689.31	1673.12	1683.22	1683.25	1683.52	1683.56	1683.56
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17
Cond. Aceite - ASTM E 2412										
Hollin %	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39	0.39	0.39	0.4	0.4	0.4
Ultrason A/0.1 mm	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
Micronías A/0.1 mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Sulfatación A/0.1 mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Hollin A/0.1 mm	0.17	0.17	0.15	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28
Densidad Ferrosa-SGS-OGI										
Índice PR	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Viscosidad 40°C - ASTM D72										
Viscosidad 40°C cSt		93.28	93.29	94.37	94.59	95.79	95.99	96.21	96.49	96.77
Índice Viscosidad IASTM D2										
IV		101	116							

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302711 CAMION HT021



SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración

OGC COMERCIAL

Teléfono: (511)5171900 Ext1371

Técnico

Lic. Josenia Alvarado

Venta

Paula Guevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPSF21

Diagnostico 13/01/2018

GRAN MINERIA

Mica DIANA ORÉ

CALLE DEAN VALDIVIA N°148

SAN ISIDRO

01100A

PERU

EQUIPO

N° Registro **66302711AMOT**

Descripción Equipo

MOTOR CUMMINS

Descripción Componente

MOTOR CUMMINS

N° Marca

CMA ANTAMINA

Modelo

QSK78

MUESTRA

Muestra **RD 66302711 10**

Fecha Muestreo **26/04/2018**

Fecha Análisis **09/05/2018**

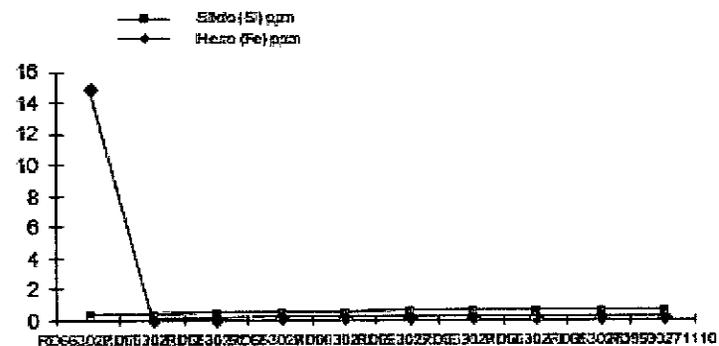
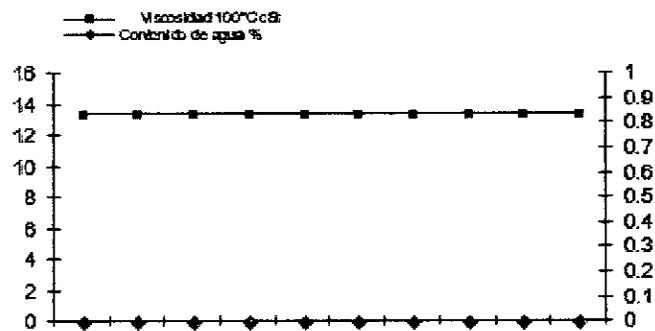
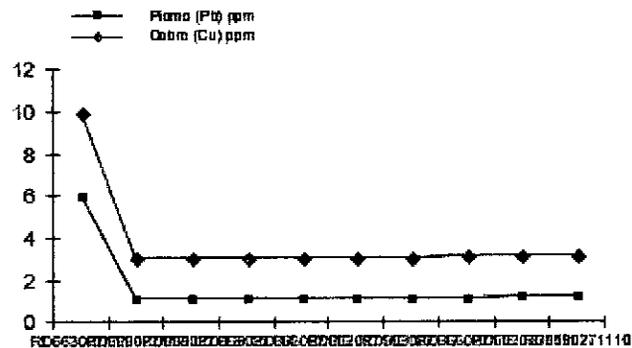
Lubricante

MOBIL DELVAC MX 15W40

Conjunto de ensayos

ELPT+VIS4

1. SALUD: Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACION No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES Desgastes normales. 4. RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo de resultados.



Este documento es emitido por la Campaña a bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.srg.com/ten/Terms-and-Conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de la
 vertientes de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo.
 Se notifica a cada titular de este documento que la información contenida en adelante refleja los resultados de la Campaña a bajo en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de
 intervención del Cliente, si las hubiera. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva su cliente y este documento no oximo a la par de una transacción, a ejercer todas sus derechos y obligaciones
 a bajo la documentación de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la falsificación del contenido o del aspecto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser procesados con toda
 la para de la ley.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muestra	RD663027111	RD663027112	RD663027113	RD663027114	RD663027115	RD663027116	RD663027117	RD663027118	RD663027119	RD6630271110
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Fecha Muestreo	18/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/12/2018	24/12/2018	24/01/2018	24/02/2018	25/03/2018	26/04/2018
Fecha Análisis	09/09/2017	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	09/01/2018	08/01/2019	08/02/2018	08/03/2018	08/04/2018	09/05/2018
Fecha Diagnostico	25/08/2016	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/01/2018	12/01/2018	12/02/2018	12/03/2018	12/04/2018	12/05/2018
Vida del Equipo, h	17629	17809	17989	18169	18349	18529	18641	18753	18865	18977
Vida del Aceite, h	5	142	279	416	553	690	857	1024	1191	1358
Rellenado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40
Viscosidad 100°C -ASTM D7										
Viscosidad 100°C cSt	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48
Agua (Crackle) SGS-OGC-P										
Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Spot test SGS-OGC-ME-02										
IC- Índice de contaminación	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
Dispersancia	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
TBN - SGS-OGC-ME-06										
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06	10.06	10.08	10.09	10.09	10.09
Metales D5105										
Hierro (Fe) ppm	15	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cromo (Cr) ppm	3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Plomo (Pb) ppm	8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
Cobre (Cu) ppm	10	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2
Estadío (Sn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Níquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.6	0.6	0.7
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

Silicio (Si) ppm	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Boro (E) ppm	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Magnesio (Mg) ppm	1125.62	13621.1	1378.98	1281.26	1288.49	1298.17	1298.22	1298.19	1298.13	1298.26
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9	51.9	51.9	60.1	60.2	60.3
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
Potasio (K) ppm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Fósforo ppm	1199.81	1154.45	1160.27	1214.86	1211.12	1222.13	1222.58	1222.89	1222.98	1223.17
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.91	1251.79	1415.62	1412.69	1422.79	1423.81	1424.21	1424.56	1424.34
Calcio (Ca) ppm	1266.52	1559.01	1570.76	1689.31	1673.12	1683.22	1683.25	1683.52	1683.56	1683.56
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17
Cond. Aceite - ASTM E 2412										
Hollin %	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39	0.39	0.39	0.4	0.4	0.4
Oxidación A/0.1 mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
Nitración A/0.1 mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Sulfatación A/0.1 mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Hollin A/0.1 mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28
Densidad Ferrosa-SGS-DGI										
Índice P2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Viscosidad 40°C -ASTM D72										
Viscosidad 40°C cSt		93.28	93.29	94.37	94.59	95.79	95.99	96.21	96.49	96.77
Índice Viscosidad IASTM D2										
IV		103	117							

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302749 CAMION HT022



SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración

DGC COMERCIAL

Teléfono: (511)517 1900 Ext13/1

Técnico

Lic. Jesenia Alvarado

Venta

Paula Guevara

Teléfono: (511)517 1900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPSP21

Diagnostico 13/01/2018

GRAN MINERIA

Mico DIANA ORÉ

CALLE DEAN VALDIVIA N°148

SAN ISIDRO

01 LIMA

PERU

EQUIPO

Nº Registro 663027491AMOT

Descripción Equipo MOTOR CUMMINS

Descripción Componente MOTOR CUMMINS

Nº flota CMA ANTAMINA

Ref ID QSK78

MUESTRA

Muestra RD663027491

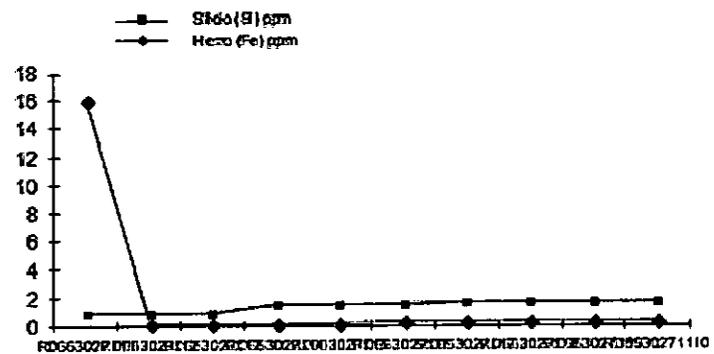
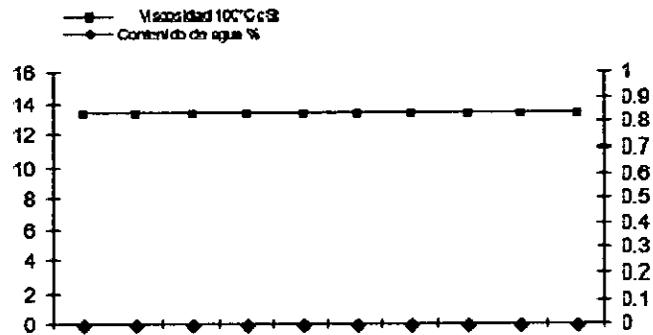
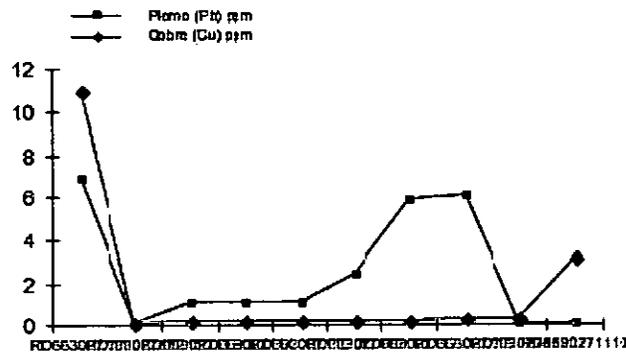
Fecha Muestreo 2604/2018

Fecha Análisis 09/05/2018

Lubricante MOBIL DELVAC MX 15W40

Conjunto de ensayos ELPF+VISA

1. SAI (ID): Viscosidad dentro de rango de servicio 2. CONTAMINACIÓN No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES Desgastes normales. 4. RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo de resultados.



Este documento es emitido por la Compañía e bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.usq.com/ent/Terms-and-Conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las acciones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo.

Se notifica a cada titular de este documento que la información contenida es el resultado de la Compañía en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si las hubiera. La responsabilidad de la empresa es exclusiva su cliente y este documento no exime a las partes de una transacción o ejercer todos sus derechos y obligaciones bajo los documentos de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la fabricación del contenido o del aspecto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser procesados con toda la fuerza de la ley.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muestra	RD663027491	RD663027492	RD663027493	RD663027494	RD663027495	RD663027496	RD663027497	RD663027498	RD663027499	RD6630274910
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Fecha Muestreo	18/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/12/2018	24/12/2018	24/10/2018	24/02/2018	25/03/2018	26/04/2018
Fecha Análisis	09/08/2017	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	08/01/2018	08/10/2018	08/02/2018	08/03/2018	08/04/2018	09/05/2018
Fecha Diagnóstico	25/08/2016	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2016	12/10/2016	12/10/2016	12/02/2018	12/03/2018	12/04/2018	12/05/2018
Vida del Equipo, h	18021	18201	18381	18561	18741	18921	19033	19145	19257	19369
Vida del Aceite, h	1	138	275	412	549	686	853	1020	1187	1354
Rellenado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40	DELVAC MX 15W40
Viscosidad 100°C -ASTM D7										
Viscosidad 100°C cSt	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48
Agua (Crackle) SGS-OGC-P										
Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Spot test SGS-OGC-ME-02										
IC- Índice de contaminación	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
Dispersancia	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
TDN - SGS-OGC-ME-06										
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06	10.06	10.08	10.09	10.09	10.09
Metales D5185										
Hierro (Fe) ppm	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cromo (Cr) ppm	0.1	0.3	0.3	1.4	2.5	3.1	0.3	0.3	0.3	0.3
Piomo (Pb) ppm	0.1	1.2	1.2	2.6	5.9	6.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cobre (Cu) ppm	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
Estaño (Sn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Níquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.6	0.6	0.7
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

Silicio (Si) ppm	0.9	0.9	0.9	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6
Boro (B) ppm	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Magnesio (Mg) ppm	1125.62	13621.1	1378.98	1281.26	1288.49	1298.17	1298.22	1298.19	1298.13	1298.26
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9	51.9	51.9	60.1	60.2	60.3
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
Potasio (K) ppm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Fósforo ppm	1193.61	1154.45	1160.27	1214.86	1211.12	1222.13	1222.58	1222.89	1222.98	1223.17
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.91	1251.79	1115.82	1412.69	1422.79	1420.01	1424.21	1424.56	1424.34
Calcio (Ca) ppm	1266.52	1559.01	1570.76	1689.31	1673.12	1683.22	1683.25	1683.52	1683.56	1683.56
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17
Cond. Aceite - ASTM E 2412										
Hollin %	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39	0.39	0.39	0.4	0.4	0.4
Oxidación A/0.1 mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
Nitración A/0.1 mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Sulfatación A/0.1 mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Hollín A/0.1 mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28
Densidad Ferrosa-SGS-OGI										
Índice PQ	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Viscosidad 40°C -ASTM D72										
Viscosidad 40°C cSt		93.38	93.49	94.17	94.29	95.39	95.59	96.11	96.29	96.37
Índice Viscosidad IASTM D2										
IV		102	111							

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302684 CAMION HT024



SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración

OCC COMERCIAL

Teléfono: (511)5171900 Ext1371

Técnico

Lic. Jesenia Alvarado

Venta

Paola Guevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VIPSP21

Diagnostico 13/01/2018

GRAN MINERIA

Miss DIANA ORÉ

CALLE DEAN VALDIVIA N°148

SAN ISIDRO

01 LIMA

PERU

EQUIPO

N° Registro	GG302G04/AMOT
Descripción Equipo	MOTOR CUMMINS
Descripción Componente	MOTOR CUMMINS
N° flota	CMA ANTAMINA
Ref ID	QSK78

MUESTRA

Muestra	RDGG302G041
Fecha Muestreo	26/04/2018
Fecha Análisis	09/05/2018
Lubricante	MOBIL DELVAC MX 15W40
Conjunto de ensayos	ELPF+VIS4

1. SALUD: Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACION No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES Desgastes normales. 4. RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo de resultados.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muestra	RD663026841	RD663026842	RD663026843	RD663026844	RD663026845	RD663026846	RD663026847	RD663026848	RD663026849	RD6630268410
Muestreo / Cambio Aceite	Muestra									
Fecha Muestreo	18/07/2017	13/08/2017	26/09/2017	17/10/2018	24/12/2018	24/12/2018	24/01/2018	24/02/2018	25/03/2018	26/04/2018
Fecha Análisis	08/08/2017	07/09/2017	07/10/2017	08/11/2018	08/01/2018	08/01/2018	08/02/2018	08/03/2018	08/04/2018	09/05/2018
Fecha Diagnostico	25/08/2016	11/09/2017	11/10/2017	12/11/2018	12/01/2018	12/01/2018	12/02/2018	12/03/2018	12/04/2018	12/05/2018
Vica del Equipo, h	17641	17821	18001	18181	18361	18541	18653	18765	18877	18989
Vica del Aceite, h	36	173	310	447	584	721	888	1055	1222	1389
Relenado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubricante	DELVAC MX 15W40									
Viscosidad 100° C -ASTM D7										
Viscosidad 100° C cSt	13.68	13.68	13.68	13.68	13.68	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48
Agua (Crackle) SGS-OGC-M										
Agua	NEGATIVO									
Spot test SGS-OGC-ME-02										
IC- Índice de contaminación	0.6	1.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
Dispersión	REGULAR									
TBN - SGS-OGC-ME-06										
TBN mgKOH/g	10.19	12.2	12.5	9.91	10.06	10.06	10.08	10.09	10.09	10.09
Metales D5185										
Hierro (Fe) ppm	20	1.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cromo (Cr) ppm	3	1.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Plomo (Pb) ppm	0.2	1.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
Cobre (Cu) ppm	0.5	1.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Estaño (Sn) ppm	0.6	1.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	1.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Níquel (Ni) ppm	0	1	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.6	0.6	0.7
Plata (Ag) ppm	0	1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

Silicio (Si) ppm	10	10.9	10.9	11.5	11.5	11.5	16	16	16	11.6
Boro (B) ppm	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Magnesio (Mg) ppm	1125.65	13621.2	1378.67	1281.36	1288.59	1298.27	298.12	298.19	298.27	1298.36
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9	51.9	51.9	60.1	60.2	60.3
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
Potasio (K) ppm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Fósforo ppm	1199.01	1154.45	1166.27	1214.66	1211.12	1222.19	222.58	222.89	222.98	1223.17
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.91	125.79	1415.82	1412.69	1422.79	423.81	424.21	424.56	1424.34
Calcio (Ca) ppm	1265.52	1553.01	1570.76	1686.31	1673.12	1683.22	683.25	683.52	683.56	1683.56
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17
Cond. Aceite - ASTM E 2412										
Hollin %	0.21	0.2	0.19	0.37	0.39	0.35	0.39	0.4	0.4	0.4
Oxidación n/0.1 mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
Nitración A/0.1 mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Sulfatación A/0.1 mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Hollin A/0.1 mm	0.11	0.17	0.16	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28
Densidad Ferrosa - SGS-OGI										
Índice PG	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Viscosidad 40°C - ASTM D72										
Viscosidad 40°C cSt		93.48	93.59	94.27	94.23	95.19	95.21	96.01	96.29	96.57
Índice Viscosidad / ASTM D2										
IV		107	111							

ANALISIS MUESTRA DE ACEITE MOTOR QSK78 ESN 66302279 CAMION HT001



SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS
MORE THAN OIL ANALYSIS



CONTACTOS

Administración

UGC COMERCIAL

Teléfono: (511)5171900 Fx11371

Técnico

Lic. Jesenia Alvarado

Venta

Paula Guevara

Teléfono: (511)5171900 Ext1632

Resultados Online

<http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>

Contraseña Internet: VPSP21

Diagnostico 13/01/2018

GRAN MINERIA

Miss DIANA ORÉ

CALLE DEAN VALDIVIA N°148

SAN ISIDRO

01 LIMA

PERU

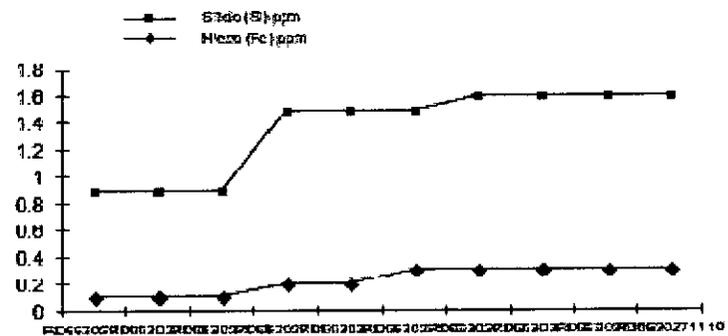
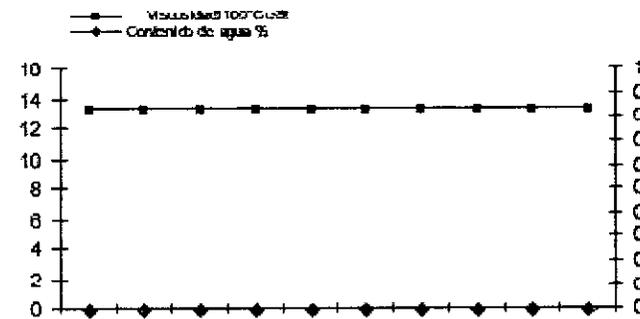
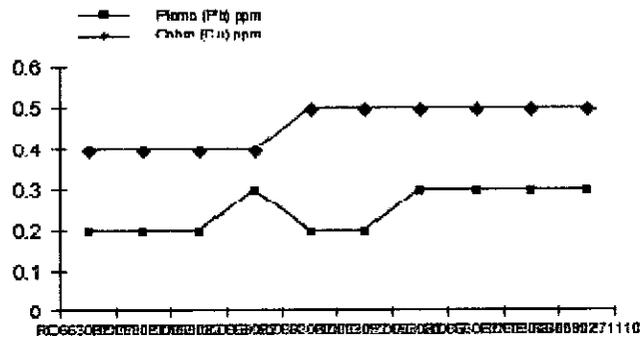
EQUIPO

Nº Registro	66302279IAMOT
Descripción Equipo	MOTOR CUMMINS
Descripción Componente	MOTOR CUMMINS
Nº flota	CMA ANTAMINA
Ref ID	QSK78

MUESTRA

Muestra	RD663022791
Fecha Muestreo	26/04/2018
Fecha Análisis	09/05/2018
Lubricante	MOBIL DELVAC MX 15W40
Conjunto de ensayos	ELPF+VIS4

1. SALUD: Viscosidad dentro de rango de servicio. 2. CONTAMINACIÓN No hay evidencia de contaminación. 3. DESGASTES Desgastes normales. 4. RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo de resultados.



Este documento es emitido por la Compañía a bajar condiciones generales de servicio e editable en <http://www.egr.com/inf/Terms-and-Conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de la responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo.

Se notifica a cada titular de este documento que la información contenida es el resultado de la Campaña a la en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si las hubiera. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva su cliente y este documento es adjunto a la parte de una transacción e ejercer todos sus derechos y obligaciones a bajar documentar de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la falsificación del contenido del aspecto de este documento es ilegal y las infracciones pueden ser procesadas con toda el para de la ley.

RESULTADOS

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Silicio (Si) ppm	0.3	0.3	0.3	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6
Boro (B) ppm	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Sodio (Na) ppm	0	1.2	1.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Magnesio (Mg) ppm	125.65	13621.2	1378.67	1281.36	1288.59	1298.27	1298.12	1298.19	1298.27	1298.36
Molibdeno (Mo) ppm	65.1	51.2	51	50.9	50.9	51.9	51.9	60.1	60.2	60.3
Titanio (Ti) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadio (V) ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manganeso (Mn) ppm	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
Potasio (K) ppm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Fósforo ppm	1199.81	1154.45	1160.27	1214.86	1211.12	1222.13	1222.58	1222.89	1222.98	1223.17
Zinc (Zn) ppm	1525.03	1248.91	1251.79	1415.82	1412.63	1422.79	1423.81	1424.21	1424.56	1424.34
Calcio (Ca) ppm	1266.52	1559.01	1570.76	1689.31	1673.12	1683.22	1683.25	1683.52	1683.56	1683.56
Bario (Ba) ppm	0	0	0	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17
Cond. Aceite - ASTM E 2412										
Hollín %	0.21	0.21	0.19	0.37	0.39	0.39	0.39	0.4	0.4	0.4
Oxidación A/0.1mm	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
Nitración A/0.1 mm	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Sulfatación A/0.1 mm	0.06	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Hollín A/0.1 mm	0.17	0.17	0.16	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28
Densidad Ferrosa-SGS-OGI										
Índice PQ	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Viscosidad 40°C -ASTM D72										
Viscosidad 40°C cSt		93.48	93.59	94.27	94.28	95.19	95.21	96.01	96.29	96.57
Índice Viscosidad /ASTM D2										
IV		107	111							
Estaño (Sn) ppm	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio (Al) ppm	0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Níquel (Ni) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.6	0.6	0.7
Plata (Ag) ppm	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

ANEXO 6

SISTEMA DE MONITOREO REMOTO PARA MOTOR CUMMINS

ANEXO 7

NUEVOS PLANES DE MANTENIMIENTO MOTOR CUMMINS QSK78 ANTAMINA

NUEVOS PLANES DE MANTENIMIENTO MOTORES QSK78 250 HORAS

UNIDAD		SERIE DE MOTOR	
		FECHA DE INICIO	
HOROMETRO EQUIPO		HORA DE INICIO	
HOROMETRO MOTOR		FECHA DE TERMINO	
MANT. PROGRAMADO	PMI	HORA DE TERMINO	

EQUIPO ENERGIZADO	REALIZADO		OBSERVACIONES	RESPONSABLE		
	SI	NO				
DESCARGA EN DATA INSITE						
DESCARGA DE DATA VHMS						
CODIGOS ACTIVOS						
CODIGOS INACTIVOS						
INSPECCION DE NIVELES					OBSERVACION	RESPONSABLE
INVERTIR SENTIDO DE VENTILADOR						
MEDICION PRESION	PISTON		ANILLOS DE PISTON			
	ANTES PM	DESPUES PM	ANTES PM	DESPUES PM		

EQUIPO BLOQUEADO	REALIZADO		OBSERVACION	RESPONSABLE
	ANTES PM	DESPUES PM		
INDICADOR RESTRICCIÓN				
FILTRO LH	(Kpa)	(Kpa)		
FILTRO RH	(Kpa)	(Kpa)		
MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR				
MUESTRA DE REFRIGERANTE				
DRENAJE DE ACEITE MOTOR				
REMOVER FILTROS DE ACEITE				
MUESTRA DE FILTRO DE ACEITE				
INSTALAR FILTROS DE ACEITE			N/P	Unds
CAMBIAR PRE FILTROS DE COMUSTIBLE			N/P	Unds
CAMBIAR FILTROS DE COMBUSTIBLE			N/P	Unds
REALIZAR EL CEBADO DE FILTROS DE COMBUSTIBLE				
VERIFICAR ESTADO DE FILTRO DE AIRE PRIMARIO				

VERIFICAR CAMBIO / LIMPIEZA FILTROS				
INSPECCION DE PORTA FILTROS DE ADMISION				
INSPECCION DE MANGUERAS DE ADMISION INSPECCION DE ABRAZADERAS DE ADMISION				
INSPECCION DE MANGUERAS DE REFRIGERANTE				
INSPECCION DE MANGUERAS DE COMBUSTIBLE				
EVALUAR /LIMPIAR/CAMBIAR STRAINER DE COMBUSTIBLE				
VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE				
INSPECCION DE FAJA DE ALTERNADOR				
VERIFICAR ESTADO DE HARNEES Y CONECTORES				
ARRANQUE DE EQUIPO				

NUEVOS PLANES DE MANTENIMIENTO MOTORES QSK78 500 HORAS

UNIDAD		SERIE DE MOTOR	
		FECHA DE INICIO	
HOROMETRO EQUIPO		HORA DE INICIO	
HOROMETRO MOTOR		FECHA DE TERMINO	
MANT. PROGRAMADO	PM2	HORA DE TERMINO	

EQUIPO ENERGIZADO	REALIZADO		OBSERVACIONES	RESPONSABLE		
	SI	NO				
DESCARGA EN DATA INSITE						
DESCARGA DE DATA VHMS						
CODIGOS ACTIVOS						
CODIGOS INACTIVOS						
INSPECCION DE NIVELES					OBSERVACION	RESPONSABLE
INVERTIR SENTIDO DE VENTILADOR						
MEDICION PRESION	PISTON		ANILLOS DE PISTON			
	ANTES PM	DESPUES PM	ANTES PM	DESPUES PM		

EQUIPO BLOQUEADO	REALIZADO		Observación	Responsable
	ANTES PM	DESPUES PM		
INDICADOR RESTRICCIÓN				
FILTRO LH	(Kpa)	(Kpa)		
FILTRO RH	(Kpa)	(Kpa)		
MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR				
MUESTRA DE REFRIGERANTE				
DRENAJE DE ACEITE MOTOR				
REMOVER FILTROS DE ACEITE				
MUESTRA DE FILTRO DE ACEITE				
INSTALAR FILTROS DE ACEITE			N/P	Unds
CAMBIAR PRE FILTROS DE COMUSTIBLE			N/P	Unds
CAMBIAR FILTROS DE COMBUSTIBLE			N/P	Unds
REALIZAR EL CEBADO DE FILTROS DE COMBUSTIBLE				
VERIFICAR ESTADO DE FILTRO DE AIRE PRIMARIO				

VERIFICAR CAMBIO Y LIMPIEZA FILTROS				
INSPECCION DE PORTA FILTROS DE ADMISION				
INSPECCION DE MANGUERAS DE ADMISION INSPECCION DE ABRAZADERAS DE ADMISION				
INSPECCION DE MANGUERAS DE REFRIGERANTE				
INSPECCION DE MANGUERAS DE COMBUSTIBLE				
EVALUAR /LIMPIAR/CAMBIAR STRAINER DE COMBUSTIBLE				
VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE				
INSPECCION DE FAJA DE ALTERNADOR				
VERIFICAR ESTADO DE HARNEES Y CONECTORES				
ARRANQUE DE EQUIPO				

NUEVOS PLANES DE MANTENIMIENTO MOTORES QSK78 1000 HORAS

UNIDAD		SERIE DE MOTOR	
		FECHA DE INICIO	
HOROMETRO EQUIPO		HORA DE INICIO	
HOROMETRO MOTOR		FECHA DE TERMINO	
MANT. PROGRAMADO	PM3	HORA DE TERMINO	

EQUIPO ENERGIZADO	REALIZADO		OBSERVACIONES	RESPONSABLE		
	SI	NO				
DESCARGA EN DATA INSITE						
DESCARGA DE DATA VHMS						
CODIGOS ACTIVOS						
CODIGOS INACTIVOS						
INSPECCION DE NIVELES					OBSERVACION	RESPONSABLE
INVERTIR SENTIDO DE VENTILADOR						
MEDICION PRESION	PISTON		ANILLOS DE PISTON			
	ANTES PM	DESPUES PM	ANTES PM	DESPUES PM		

EQUIPO BLOQUEADO	REALIZADO		OBSERVACION	RESPONSABLE
	ANTES PM	DESPUES PM		
INDICADOR RESTRICCIÓN				
FILTRO LH	(Kpa)	(Kpa)		
FILTRO RH	(Kpa)	(Kpa)		
MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR				
MUESTRA DE REFRIGERANTE				
DRENAJE DE ACEITE MOTOR				
REMOVER FILTROS DE ACEITE				
MUESTRA DE FILTRO DE ACEITE				
INSTALAR FILTROS DE ACEITE			N/P	Unds
CAMBIAR PRE FILTROS DE COMUSTIBLE			N/P	Unds
CAMB8AR FILTROS DE COMBUSTIBLE			N/P	Unds
REALIZAR EL CEBADO DE FILTROS DE COMBUSTIBLE				

VERIFICAR ESTADO DE FILTRO DE AIRE PRIMARIO				
VERIFICAR CAMBIO Y LIMPIEZA FILTROS				
INSPECCION DE PORTA FILTROS DE ADMISION				
INSPECCION DE MANGUERAS DE ADMISION INSPECCION DE ABRAZADERAS DE ADMISION				
INSPECCION DE TURBOS				
JUEGO AXIAL (LH/RH)	mm	Mm	Min:0.08 mm Max:0.18mm	
JUEGO RADIAL (LH/RH)	mm	Mm	Min:0.43 mm Max:0.84mm	
INSPECCION DE MANGUERAS DE REFRIGERANTE				
INSPECCION DE MANGUERAS DE COMBUSTIBLE				
EVALUAR /LIMPIAR/CAMBIAR STRAINER DE COMBUSTIBLE				
VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE				

INSPECCION DE FAJA DE ALTERNADOR				
VERIFICAR ESTADO DE HARNEES Y CONECTORES				
ARRANQUE DE EQUIPO				

NUEVOS PLANES DE MANTENIMIENTO MOTORES QSK78 2000 HORAS SIN CALIBRACION DE VALVULAS

UNIDAD		SERIE DE MOTOR	
		FECHA DE INICIO	
HOROMETRO EQUIPO		HORA DE INICIO	
HOROMETRO MOTOR		FECHA DE TERMINO	
MANT. PROGRAMADO	PM4 sin calibración de válvulas	HORA DE TERMINO	

EQUIPO ENERGIZADO	REALIZADO		OBSERVACIONES	RESPONSABLE		
	SI	NO				
DESCARGA EN DATA INSITE						
DESCARGA DE DATA VHMS						
CODIGOS ACTIVOS						
CODIGOS INACTIVOS						
INSPECCION DE NIVELES					OBSERVACION	RESPONSABLE
INVERTIR SENTIDO DE VENTILADOR						
MEDICION PRESION	PISTON		ANILLOS DE PISTON			
	ANTES PM	DESPUES PM	ANTES PM	DESPUES PM		

EQUIPO BLOQUEADO	REALIZADO		OBSERVACION	RESPONSABLE
	ANTES PM	DESPUES PM		
INDICADOR RESTRICCION				
FILTRO LH	(Kpa)	(Kpa)		
FILTRO RH	(Kpa)	(Kpa)		
MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR				
MUESTRA DE REFRIGERANTE				
DRENAJE DE ACEITE MOTOR				
REMOVER FILTROS DE ACEITE				
MUESTRA DE FILTRO DE ACEITE				
INSTALAR FILTROS DE ACEITE			N/P Unds	
CAMBIAR PRE FILTROS DE COMUSTIBLE			N/P Unds	
CAMBIAR FILTROS DE COMBUSTIBLE			N/P Unds	
REALIZAR EL CEBADO DE FILTROS DE COMBUSTIBLE				

VERIFICAR ESTADO DE FILTRO DE AIRE PRIMARIO				
VERIFICAR CAMBIO Y LIMPIEZA FILTROS				
INSPECCION DE PORTA FILTROS DE ADMISION				
INSPECCION DE MANGUERAS DE ADMISION				
REALIZAR CALIBRACION DE VALVULAS				
INSPECCION DE TURBOS				
JUEGO AXIAL (LH/RH)	mm	Mm	Min:0.08 mm Max:0.18mm	
JUEGO RADIAL (LH/RH)	mm	Mm	Min:0.43 mm Max:0.84mm	
INSPECCION DE MANGUERAS DE REFRIGERANTE				
INSPECCION DE MANGUERAS DE COMBUSTIBLE				
EVALUAR /LIMPIAR/CAMBIAR STRAINER DE COMBUSTIBLE				

VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE				
INSPECCION DE FAJA DE ALTERNADOR				
VERIFICAR ESTADO DE HARNEES Y CONECTORES				
ARRANQUE DE EQUIPO				

NUEVOS PLANES DE MANTENIMIENTO MOTORES QSK78 4000 HORAS CON CALIBRACION DE VALVULAS

UNIDAD		SERIE DE MOTOR	
		FECHA DE INICIO	
HOROMETRO EQUIPO		HORA DE INICIO	
HOROMETRO MOTOR		FECHA DE TERMINO	
MANT. PROGRAMADO	PM4 sin calibración de válvulas	HORA DE TERMINO	

EQUIP ENERGIZADO	REALIZADO		OBSERVACIONES	RESPONSABLE		
	SI	NO				
DESCARGA EN DATA INSITE						
DESCARGA DE DATA VHMS						
CODIGOS ACTIVOS						
CODIGOS INACTIVOS						
INSPECCION DE NIVELES					OBSERVACION	RESPONSABLE
INVERTIR SENTIDO DE VENTILADOR						
MEDICION PRESION	PISTON		ANILLOS DE PISTON			
	ANTES PM	DESPUES PM	ANTES PM	DESPUES PM		

EQUIPO BLOQUEADO	REALIZADO		OBSERVACION	RESPONSABLE
	ANTES PM	DESPUES PM		
INDICADOR RESTRICCIÓN				
FILTRO LH	(Kpa)	(Kpa)		
FILTRO RH	(Kpa)	(Kpa)		
MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR				
MUESTRA DE REFRIGERANTE				
DRENAJE DE ACEITE MOTOR				
REMOVER FILTROS DE ACEITE				
MUESTRA DE FILTRO DE ACEITE				
INSTALAR FILTROS DE ACEITE			N/P	Unds
CAMBIAR PRE FILTROS DE COMUSTIBLE			N/P	Unds
CAMBIAR FILTROS DE COMBUSTIBLE			N/P	Unds
REALIZAR EL CEBADO DE FILTROS DE COMBUSTIBLE				

VERIFICAR ESTADO DE FILTRO DE AIRE PRIMARIO				
VERIFICAR CAMBIO Y LIMPIEZA FILTROS				
INSPECCION DE PORTA FILTROS DE ADMISION				
INSPECCION DE MANGUERAS DE ADMISION				
REALIZAR CALIBRACION DE VALVULAS				
INSPECCION DE TURBOS				
JUEGO AXIAL (LH/RH)	mm	Mm	Min:0.08 mm Max:0.18mm	
JUEGO RADIAL (LH/RH)	mm	Mm	Min:0.43 mm Max:0.84mm	
INSPECCION DE MANGUERAS DE REFRIGERANTE				
INSPECCION DE MANGUERAS DE COMBUSTIBLE				
EVALUAR /LIMPIAR/CAMBIAR STRAINER DE COMBUSTIBLE				

VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE				
INSPECCION DE FAJA DE ALTERNADOR				
VERIFICAR ESTADO DE HARNEES Y CONECTORES				
ARRANQUE DE EQUIPO				

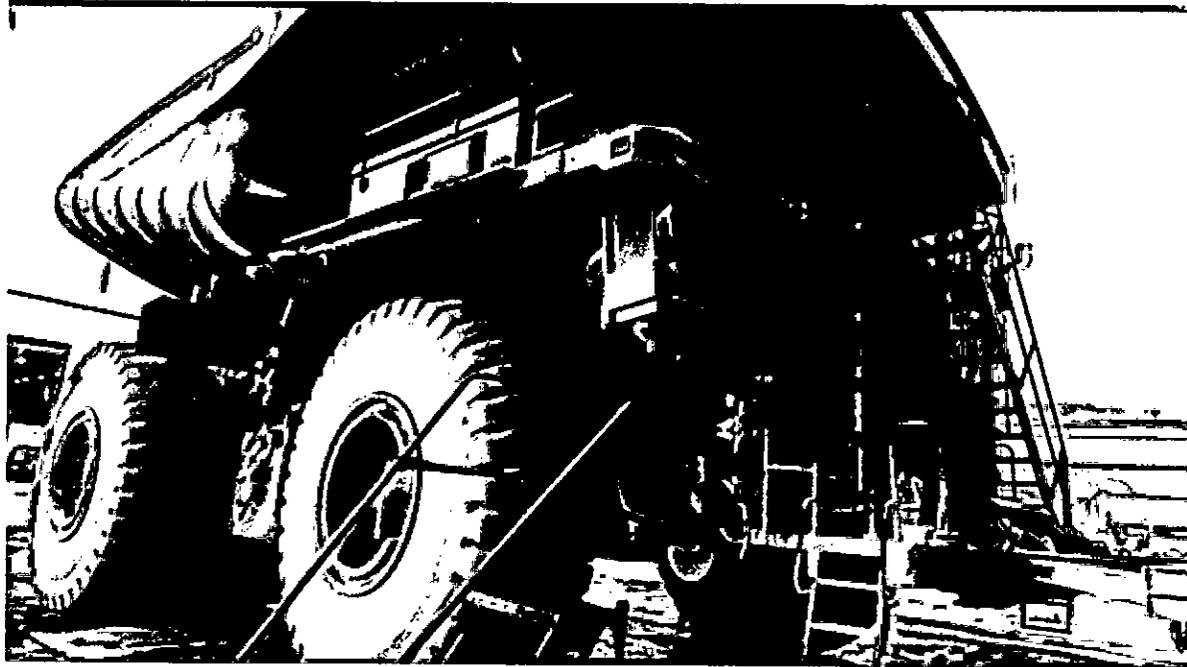
	ANTES PM		DEPUES PM		INTAKE	0.35 mm
1R					EXHAUST	0.57 mm
2R						
3R						
4R						
5R						
6R						
7R						
8R						
9R						
1L						
2L						
3L						

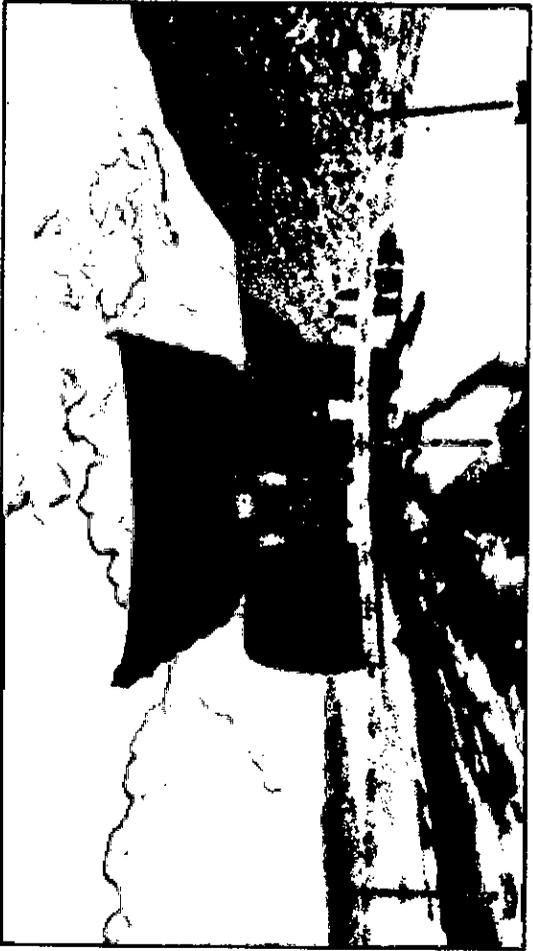
ANEXO 8

FOTOS DE CAMIONES DE ACARREO Y MOTORES CUMMINS

FOTOGRAFIAS DE LOS CAMIONES DE ACARREO KOMATSU Y MOTORES CUMMINS QSK78

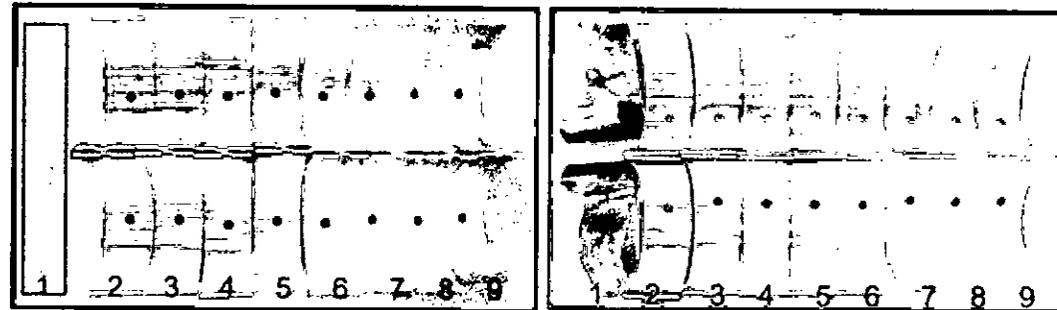
Las siguientes fotografías muestran las fallas inesperadas que se registraban en la minera ANTAMINA.



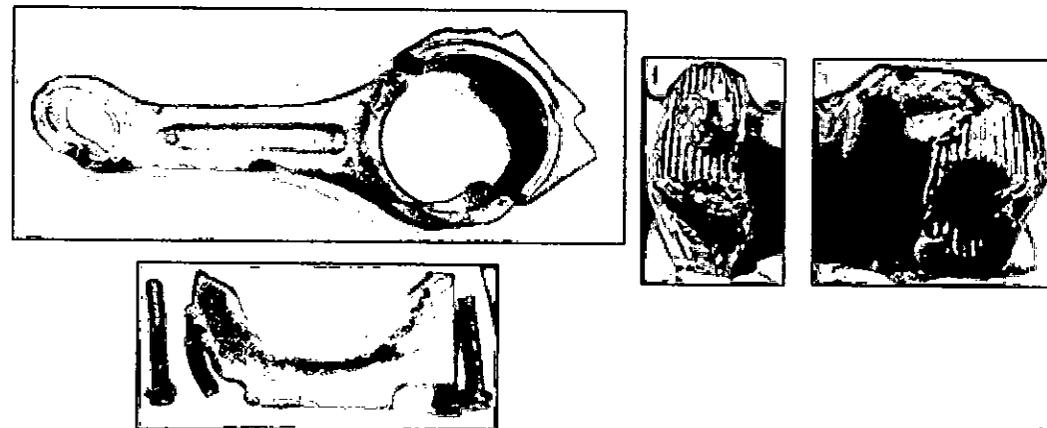


▪ Left bank Rod bearings

▪ Right bank Rod bearings

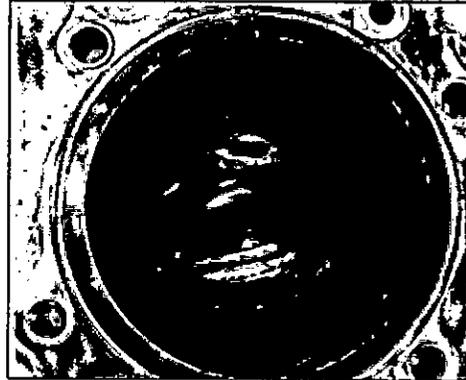


▪ 1L Connecting Rod overheated at big bore and screws broken in threads



8

- 1L Piston broken at pin bore and locked in cylinder liner



- 1R Connecting Rod bent in shank and with screws broken in threads showing overload



- 1R Piston broken in pin bore
- 1R Liner cracked



Crankshaft had oil hole plugged blocking lubrication to 1L rod bearings



ANEXO 9

ENCUESTAS ANALISIS DE CRITICIDAD MOTORES CUMMINS QSK78

ANALISIS DE CRITICIDAD DE LOS MOTORES CUMMINS QSK78

SISTEMA	AUDITADO	CARGO	IMPACTO OPERACIONAL (IO)	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	COSTO DE MANTENIMIENTO (CM)	IMPACTO A SEGURIDAD AMBIENTE E HIGIENE (SH)	FRECUENCIA DE FALLA (FF)	CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL
MOTOR BASE	NILS ALIAGA INCHE	JEFE DE OPERACIONES	10	4	1	4	2	45	90
MOTOR BASE	GUSTAVO HUANS ZEGARRA	PLANNER DE MANTENIMIENTO	8	4	2	4	2	38	76
MOTOR BASE	OSCAR EUSEBIO J.	INGENIERO DE SERVICIOS	8	4	2	4	2	38	76
MOTOR BASE	JOSE QUIROZ	TECNICO DE SERVICIOS	6	4	2	6	2	32	64
MOTOR BASE	RAFAEL TUIRO S.	SUPERVISOR DE SERVICIOS	8	4	1	4	2	37	74
PROMEDIO			8	4	2	4	2	38	76
COMBUSTIBLE	NILS ALIAGA INCHE	JEFE DE OPERACIONES	8	2	2	0	2	18	36
COMBUSTIBLE	GUSTAVO HUANS ZEGARRA	PLANNER DE MANTENIMIENTO	6	1	2	0	2	8	16
COMBUSTIBLE	RAFAEL TUIRO S.	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	6	2	3	0	2	15	30
COMBUSTIBLE	OSCAR EUSEBIO J.	INGENIERO DE SERVICIOS	6	2	2	0	2	14	28
COMBUSTIBLE	JOSE QUIROZ	TECNICO DE SERVICIOS	6	2	2	0	2	14	28
PROMEDIO			6	2	2	0	2	14	28
LUBRICACION	NILS ALIAGA INCHE	JEFE DE OPERACIONES	8	4	2	0	3	34	102
LUBRICACION	GUSTAVO HUANS ZEGARRA	PLANNER DE MANTENIMIENTO	6	4	2	0	3	26	78
LUBRICACION	OSCAR EUSEBIO J.	INGENIERO DE SERVICIOS	8	4	2	0	3	34	102
LUBRICACION	JOSE QUIROZ	TECNICO DE SERVICIOS	2	4	2	0	2	10	20

ULFRICACION	RAFAEL TURO S.	SUPERVISION DE MANTENIMIENTO	2	4	2	0	3	10	30
PROMEDIO			5	4	2	0	3	23	66
ENFRIAMIENTO	NILS ALIAGA INCHE	JEFE DE OPERACIONES	6	1	2	0	2	6	16
ENFRIAMIENTO	GUSTAVO HUANIS ZEGARRA	PLANNER DE MANTENIMIENTO	8	1	2	0	2	10	20
ENFRIAMIENTO	OSCAR EUSEBIO J.	INGENIERO DE SERVICIOS	2	1	1	0	2	3	6
ENFRIAMIENTO	JOSE QUIROZ	TECNICO DE SERVICIOS	8	1	2	0	2	10	20
ENFRIAMIENTO	RAFAEL TURO	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	6	1	2	0	2	8	16
PROMEDIO			6	1	2	0	2	8	16
ADMISION Y ESCAPE	NILS ALIAGA INCHE	JEFE DE OPERACIONES	6	4	2	0	2	26	52
ADMISION Y ESCAPE	GUSTAVO HUANIS ZEGARRA	PLANNER DE MANTENIMIENTO	6	4	2	0	2	26	52
ADMISION Y ESCAPE	OSCAR EUSEBIO J.	INGENIERO DE SERVICIOS	6	4	2	0	2	26	52
ADMISION Y ESCAPE	JOSE QUIROZ	TECNICO DE SERVICIOS	6	4	2	0	2	26	52
ADMISION Y ESCAPE	RAFAEL TURO S.	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	6	4	2	0	2	26	52
PROMEDIO			6	4	2	0	2	26	52
ELECTRONICO	NILS ALIAGA INCHE	JEFE DE OPERACIONES	1	2	1	0	1	3	3
ELECTRONICO	GUSTAVO HUANIS ZEGARRA	PLANNER DE MANTENIMIENTO	2	1	1	0	1	3	3
ELECTRONICO	OSCAR EUSEBIO J.	INGENIERO DE SERVICIOS	1	1	1	0	1	2	3
ELECTRONICO	JOSE QUIROZ	TECNICO DE SERVICIOS	2	1	1	0	1	3	3
ELECTRONICO	RAFAEL TURO S.	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	2	1	1	0	1	3	3
PROMEDIO			2	1	1	0	1	3	3
ELECTRICO	NILS ALIAGA INCHE	JEFE DE OPERACIONES	6	4	1	6	1	31	31

ELECTRICO	GUSTAVO HUANIS ZEGARRA	PLANNER DE MANTENIMIENTO	8	4	1	4	1	37	37
ELECTRICO	OSCAR EUSEBIO J.	INGENIERO DE SERVICIOS	6	2	1	4	1	17	17
ELECTRICO	JOSE QUIROZ	TECNICO DE SERVICIOS	8	4	1	4	1	37	37
ELECTRICO	RAFAEL TUJRO	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	10	4	1	4	1	45	45
PROMEDIO			8	4	1	4	1	33	33