



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



N° 106-2024

CONSTANCIA

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud del Trabajo De Suficiencia Profesional cuyo título es:

“IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE CONFIABILIDAD APLICADAS A LAS FALLAS ELÉCTRICAS DE LOS CAMIONES MINEROS CATERPILLAR 785C Y 785D DE LA CONTRATISTA COSAPI MINERÍA S.A.C., EN LA UNIDAD MINERA SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A, PROVINCIA DE NAZCA”

Presentado por:

VILLALOBOS MARTINEZ, JEAN PIERE

EGRESADO del nivel de **PREGRADO** de la Facultad **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA** – Escuela Profesional de **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**. El resultado obtenido es un porcentaje de **CUATRO POR CIENTO (4%)**, por el cual se le otorga el calificativo de:

APROBADO

La presente rectificación de constancia se emite a solicitud del interesado, toda vez que para la emisión de la que la constancia primigenia N° 082-2024, el interesado adjunto un archivo con el título errado el mismo que decía: **“IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE CONFIABILIDAD APLICADAS A LAS FALLAS ELÉCTRICAS DE LOS CAMIONES MINEROS CATERPILLAR 785C Y 785D DE LA CONTRATISTA COSAPI MINERÍA S.A.C., EN LA UNIDAD MINERA SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A, PROVINCIA DE MARCONA”**.

Ica, 03 de Junio del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. José Luis Donayre Pasáche
DIRECTOR DE UNIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad De Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



Título:

“Implementación de estrategias de confiabilidad aplicadas a las fallas eléctricas de los camiones mineros Caterpillar 785C y 785D de la contratista Cosapi Minería S.A.C., en la unidad Minera Shougang Hierro Perú S.A.A, provincia de Nazca”.

Línea de investigación:

Ciencias Naturales, Ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Autor:

Jean Piere Villalobos Martinez

Ica, Perú

2022

DEDICATORIA

Dedico a mi madre sin cuyo apoyo ni comprensión esta meta se hubiera tornado inalcanzable.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre y familia por todo el apoyo brindado al constante soporte moral y espiritual.

INDICE

CAPITULO I: CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA.....	14
1.1. Generalidades.....	14
1.1.1. Descripción de la empresa.....	14
1.1.2. Actividades empresariales.....	15
1.1.2.1. Contrato Entre Cosapi Minería S.AC Y Shougang Hierro Perú.....	15
1.1.3. Estructura corporativa Cosai Minería S.A.C.....	16
1.1.4. Sistema organizacional.....	18
1.1.4.2. Misión y visión.....	18
1.1.4.3. Valores.....	19
CAPITULO II: TRAYECTORIA PROFESIONAL.....	20
2.1. Descripción general de la experiencia.....	20
CAPITULO III: APLICACIÓN PROFESIONAL	22
3.1. Marco institucional.....	22
3.2. Determinación y análisis del problema.....	23
3.2.1. Realidad problemática.....	23
3.2.2. Planteamiento del problema.....	23
3.2.3. Formulación del problema.....	24
3.2.3.2. Problemas específicos.....	24
3.2.4. Alcance.....	24
3.2.5. Limitaciones.....	24
3.2.6. Justificación.....	24
3.3. Objetivos.....	25
3.3.1. Objetivo general.....	25
3.3.2. Objetivos específicos.....	25
3.4. Proyecto de solución.....	25
3.4.1. Planificación del proyecto de solución.....	25
3.4.2. Análisis de la problemática.....	26
3.4.3. Inicio el plan de acción:.....	30
3.4.4. Objetivos Establecidos.....	30
3.4.5. Programación de actividades por PM's.....	31
3.4.6. Divulgación de la programación de actividades.....	32
3.4.7. Capacitación a áreas y personal involucrado.....	32
3.4.8. Ejecución de actividades de mantenimiento programadas.....	35
3.4.9. Verificación y comparación de datos.....	39
3.4.10. Toma de decisiones.....	40

CAPÍTULO IV: REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA	41
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS	45
Anexo 01: Despiece general del sistema eléctrico de los camiones 785 C Y 785 D.	45
Anexo 02: Lista de camiones CAT 785 D Y 785 C con su codificación dentro de la operacion .	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información de Cosapi Minería S.A.C. (Registro SUNAT)	15
Tabla 2: Cronograma Plan de Trabajo	26
Tabla 3: Programación de actividades de mantenimiento específicas	31

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Logotipo de Cosapi Minería S.A.C	14
Figura 2: Ubicación de Cosapi Minería S.A.C. (Sede Marcona)	14
Figura 3: Organigrama área mantenimiento Marcona Cosapi Minería S.A.C	17
Figura 4: Oficinas administrativas Shougang Hierro Perú - Marcona – Nazca - Ica	22
Figura 5: Personal de Cosapi Minería en proyecto Shougang hierro Perú.....	22
Figura 6: Base de datos, información para análisis de fallas por sistemas y subsistemas.....	27
Figura 7: Clasificación de fallas por sistemas en camiones CAT-785D-C.....	28
Figura 8: Clasificación de fallas eléctricas por subsistemas en camiones CAT-785D-C.	28
Figura 9: Clasificación por duración de tiempo de tiempo de las fallas eléctricas en camiones CAT-785D-C.....	29
Figura 10: Reunión de divulgación de programación de actividades.	32
Figura 11: Clasificación de sistemas y subsistemas de equipo de acarreo.....	33
Figura 12: Capacitación sobre programación de mantenimiento eléctrico	33
Figura 13: Capacitación con instrumentos eléctricos/electrónicos.	34
Figura 14: Capacitación para tratamiento de fallas en los ramales eléctricos.....	34
Figura 15: Limpieza interna de ductos de compresor (PM 250horas)	35
Figura 16: Revisión de estado de conexiones eléctricas (PM 250horas)	36
Figura 17: Revisión de switches y conectores deutch (PM 250horas).....	37
Figura 18: Pruebas de limpieza y equipo de aire acondicionado (PM 250horas).....	37
Figura 19: Rotulado de bulbos y faros para control de ciclo de vida (PM 500horas).....	38
Figura 20: Tendencia de fallas eléctricas año 2022.	39
Figura 21: Tendencia del MTBF año 2022	39

RESUMEN

El presente informe de suficiencia profesional trata sobre la implementación de estrategias de confiabilidad aplicadas a las fallas eléctricas mediante estrategias aplicadas a la gestión y ejecución de trabajos de mantenimientos relacionado a componentes eléctricos existente dentro de la empresa contratista, para el planeamiento, ejecución y supervisión del mantenimiento aplicado a los camiones mineros 785 C Y 785 D, dentro del contrato marco entre Cosapi Minería S.A.C. y Shougang Hierro Perú, en el cual la empresa contratista Cosapi tiene la función de realizar el movimiento de tierra y cumplir con un suministro diario de toneladas movidas estipulado en el contrato mencionado, para ello Cosapi cuenta con una flota de equipos de minería principalmente de la marca reconocida Caterpillar, entre palas hidráulicas, camiones de acarreo, perforadoras, retroexcavadoras, cargadores frontales, motoniveladoras, y otros equipos auxiliares .

Implementar nuevas técnicas de confiabilidad, permiten mejorar los procesos existentes y eliminar las deficiencias a fin de poder mejorar la gestión integral de mantenimiento, entre las técnicas aplicadas en el presente informe encontramos el análisis de criticidad, monitoreo basado en condición de componentes, tratamiento de datos los cuales propuse a mi jefatura y se implementaron de manera óptima generando mejora en los indicadores mensuales de mantenimiento.

Palabras claves: minería, mantenimiento, confiabilidad, indicadores.

ABSTRACT

This professional sufficiency report deals with the implementation of maintenance strategies applied to the existing maintenance management within the contractor company, for the planning, execution and supervision of maintenance applied to off-road trucks 785 C and 785 D, within the framework contract between Cosapi Minería and Shougang Hierro Perú, in which the contractor company Cosapi has the function of carrying out the movement of earth and complying with a daily supply of tons moved stipulated in the aforementioned contract, for this purpose Cosapi has a fleet of equipment of large mining mainly of the recognized brand Caterpillar, including hydraulic shovels, haul trucks, drills, backhoe loaders, front loaders, motor graders, and other auxiliary equipment.

Implement new reliability techniques, allow existing processes to be improved and deficiencies eliminated in order to improve comprehensive maintenance management, among the techniques applied in this report we find criticality analysis, component condition-based monitoring, data processing using. Which I proposed to my management and they were implemented in an optimal way, generating improvement in the monthly maintenance indicators.

Keywords: mining, maintenance, reliability, indicators.

INTRODUCCIÓN

El presente informe por sustentarse son actividades realizadas como parte de mi formación profesional en Ingeniería Mecánica Eléctrica; De igual manera en los 4 años en los que vengo ejerciendo mi profesión en la que, progresivamente he venido nutriendo mi perfil profesional de las experiencias del día a día. El objetivo de esta presentación investigativa es implementar estrategias de confiabilidad aplicadas a las fallas eléctricas en el mantenimiento óptimo para la flota de camiones 785C-785D de la línea CAT, cuya criticidad es alta, dado que estos equipos son los encargados de realizar el movimiento de tierra (núcleo del negocio) entre Cosapi Minería y Shougang Hierro Perú.

Este trabajo se ha propuesto mediante la aplicación de gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad [1], mantener y asegurar las condiciones óptimas de funcionamiento de la nueva flota y mejorar la metodología de tratamiento de mantenimiento debido a las exigencias de disponibilidad y confiabilidad por parte de nuestros clientes, la compañía Minera Shougang, ubicada en la ciudad de Marcona-Ica, paralelo a ello dar una visión completa de la ejecución de actividades y problemática del día a día para el óptimo suministro de mineral para su planta magnética de tratamiento, posterior a ello la aprobación por parte del área de planeamiento cumpliendo así con el plan de mantenimiento y los indicadores exigidos.

CAPITULO I: CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA

1.1. Generalidades.

1.1.1. Descripción de la empresa.

Cosapi Minería es una compañía subsidiaria de COSAPI, empresa de ingeniería y construcción con más de 56 años de trayectoria en los ámbitos nacional e internacional. Compartimos los mismos valores y cultura empresarial. Nos especializamos en realizar grandes movimientos de tierra y explotación de minas a tajo abierto.



Fig. 1: Logotipo de COSAPI MINERIA S.A.C



Fig. 2: Ubicación de COSAPI MINERIA S.A.C - UNIDAD MINERA SHP.

Las generalidades encontradas en el registro SUNAT detalla la siguiente información:

TABLA I:
INFORMACIÓN COSAPI MINERÍA S.A.C (Registro SUNAT)

Ruc	20552714378
Razón social	COSAPI MINERÍA S.A.C
Tipo empresa	Sociedad Anónima Cerrada
Condición	Activo
Fecha inicio actividades	03/ Mayo / 2013
Actividad comercial	Servicios Mineros
Dirección legal	Av. República de Colombia Nro. 791 - San Isidro, Lima, Perú.
Gerente	Alberto Mego.
Teléfono	+51 1 2113500
Correo electrónico	comunicaciones@cosapi.com.pe

1.1.2. Actividades empresariales.

Cosapi Minería es una compañía subsidiaria de COSAPI, especializada en realizar grandes movimientos de tierra y explotación de minas a tajo abierto. Ha participado en los proyectos más relevantes de sectores de minería, transporte, industria básica y edificaciones urbanas, y cuenta con las certificaciones internacionales ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001 para desarrollar proyectos con los más altos estándares; A nivel nacional cuenta con múltiples contratos en distintas unidades mineras, este presente trabajo de suficiencia profesional se ejecutó en la Unidad Minera Shougang Hierro Perú.

1.1.2.1. Contrato Entre COSAPI MINERÍA S.AC Y SHOUGANG HIERRO PERU.

En abril de 2013, Cosapi se adjudica un contrato de movimiento de tierras masivo con Shougang Hierro Perú en el marco del proyecto de ampliación de su mina ubicada en Marcona, Ica por un volumen acumulado de entre 350 y 400 millones de TM durante 8 años. Posteriormente, y con la aprobación del cliente, este contrato fue transferido a Cosapi Minería, subsidiaria creada en el 2013 para ofrecer servicios mineros.

COSAPI MINERÍA S.A.C., se ha adjudicado el “Servicio de Producción de Minas 14, 11 y 19 Etapa III – Periodo 2020-2022” con su cliente Shougang Hierro Perú S.A.A. Esta adjudicación forma parte del paquete de servicio de movimiento de tierras, extracción de material estéril y mineral, que viene desarrollando desde 2013 en el yacimiento minero, y representa un incremento en el Backlog de la compañía de aproximadamente USD 250 millones. Por su parte, los principales activos de nuestro

negocio de servicios mineros son los equipos mineros de alto tonelaje adquiridos para el Proyecto Shougang. El valor contable neto de estos equipos al 31 de diciembre del 2020 fue de USD 59.6 millones.

1.1.3. Estructura corporativa COSAPI MINERIA S.A.C.

COSAPI MINERIA S.A.C una empresa con múltiples operaciones mineras en el territorio nacional, esta cuenta con una sólida estructura corporativa de 43 accionistas; de los cuales 39 son minoritarios (menos del 10% de participación) y 4 son mayoritarios (más de 10% de participación), haciendo estos últimos un total del 86.13% de participación en el capital social.

Por cada operación minera en los distintos puntos del país, existen estructuras independientes por cada operación las cuales reportan directamente a la oficina central en Lima. En concreto la estructura corporativa interna en el campamento Minero Shougang Hierro Perú está conformado por 04 grandes áreas: “Operaciones”; “Mantenimiento de Equipos”, “Logística” y “recursos humanos”. Cada área con un jefe directo encargado del personal técnico como de ingeniería para el desarrollo de los procesos y cumplimiento de las actividades en pro de obtener los resultados estipulados en el contrato de movimiento de tierras entre Shougang y Cosapi minería.

El área al que pertenezco y donde se desarrolla la experiencia profesional presente es en la de mantenimiento de equipos, en particular en la dependencia de planeamiento y confiabilidad, dependencia encargada de realizar la gestión de mantenimiento, estableciendo estrategias, pautas, control de repuestos, seguimiento a componentes, planificación preventiva, correctiva & predictiva. Es aquí donde desde mi puesto laboral puedo sostener e implementar la gestión de mantenimiento basada en la confiabilidad como un plan piloto para los equipos de acarreo Caterpillar 785 C Y 785 D.

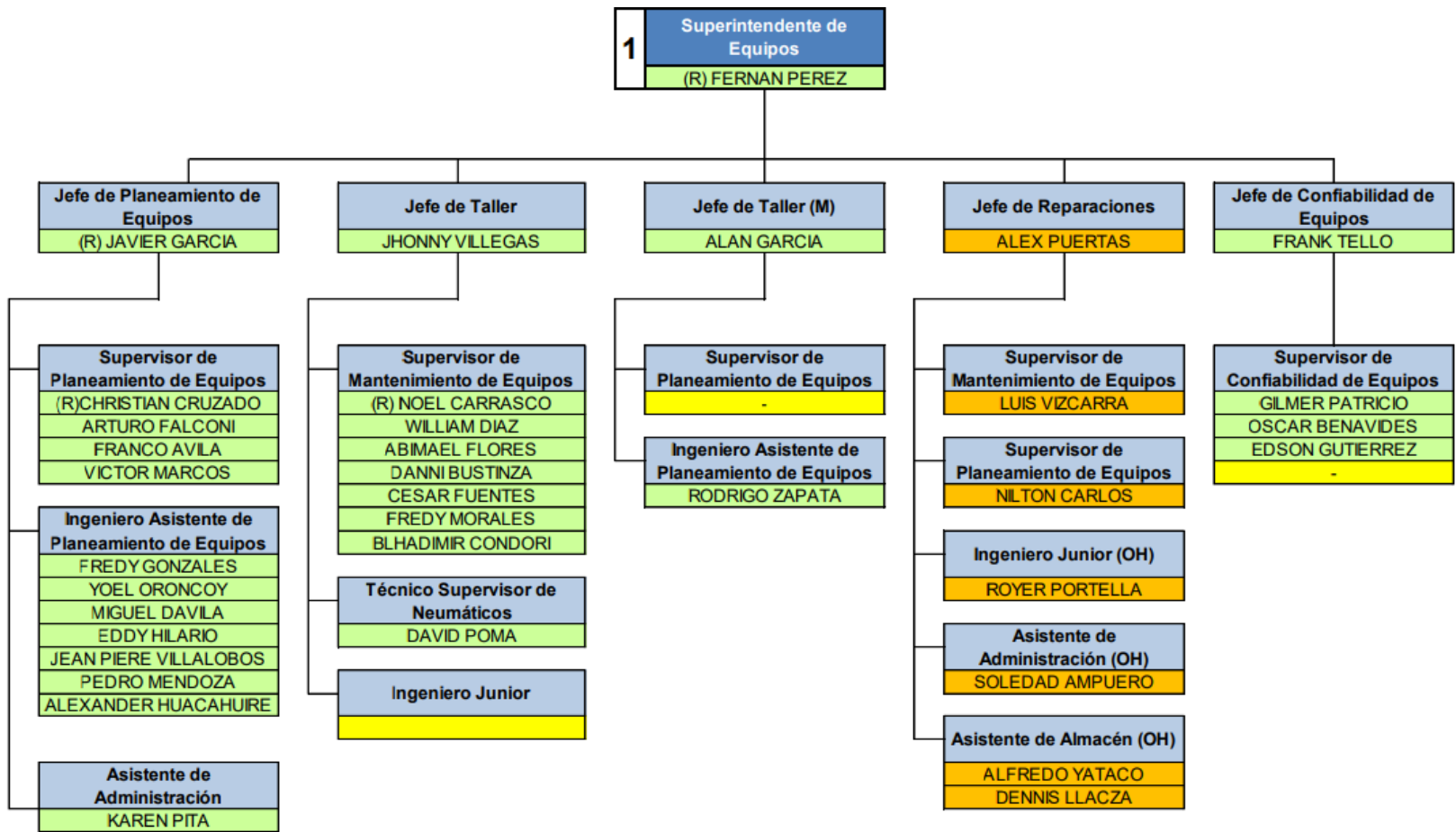


Fig. 3. Organigrama de planeamiento de equipos – Cosapi minería - minera Shougang hierro Perú.

1.1.4. Sistema organizacional.

1.1.4.1. Política empresarial.

COSAPI MINERÍA S.A.C. Es una empresa dedicada a la ejecución de los servicios de desarrollo y explotación minera que, consciente de su responsabilidad social, trabaja con altos estándares de desempeño en la gestión de Calidad, Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente, [2], mejorando continuamente sus objetivos mediante la implementación del Sistema Integrado de Gestión, en concordancia con los requerimientos de las normas internacionales para lo cual asume los siguientes compromisos:

- Generar condiciones necesarias para crear un ambiente de trabajo seguro y saludable, para la prevención de lesiones y deterioro de la salud relacionada con el trabajo, reduciendo riesgos y gestionando sus oportunidades de SSOMAC
- Cumplir con los requisitos legales nacionales y otros requisitos aplicables a nuestras actividades, y los compromisos específicos relacionados a las estrategias de la organización, así como los derivados de los instrumentos de gestión ambiental de nuestros clientes.
- Satisfacer a nuestros clientes y partes interesadas brindando servicios con calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente.
- Promover en nuestro personal una actitud innovadora dirigida a mejorar continuamente el desempeño de sus procesos, contribuyendo a la eficacia del Sistema Integrado de Gestión.
- Prevenir la contaminación, contribuir a la protección del medio ambiente y gestionar el consumo sostenible de los recursos, así como eliminar los peligros, reducir y controlar los riesgos e impactos ambientales, que se originan en nuestras operaciones y servicios.
- Garantizar que nuestros trabajadores y sus representantes son consultados y participan activamente en el Sistema Integrado de Gestión, promoviendo su comportamiento seguro.

1.1.4.2. Misión y visión.

- **Misión:** Ser reconocida como una empresa líder en servicios mineros de clase mundial por su productividad, innovación y gran capacidad de adaptación, superando las expectativas de sus clientes.
- **Visión:** Contribuir al éxito de nuestros clientes desarrollando nuestras operaciones con altos estándares de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional, enfocándonos en la productividad y empleando la tecnología para lograr un negocio sostenible.

1.1.4.3. Valores.

- Transparencia.
- Respeto.
- Excelencia.
- Libertad.
- Puntualidad.
- Integridad.
- Calidad.
- Confidencialidad.

CAPITULO II: TRAYECTORIA PROFESIONAL

2.1. Descripción general de la experiencia.

Me desempeño como bachiller en ingeniería mecánica eléctrica, especializado en gestión de mantenimiento, planificación de equipos, y aplicación de metodologías para el mantenimiento de maquinaria pesada de gran minería, en el desarrollo de proyectos de mineros de gran alcance.

Mi trayectoria de forma general se describe a continuación:

- Inspector de instalaciones de hidrocarburos; En la empresa BUREAU VERITAS DEL PERU, desde el 01/04/2019 al 30/06/2019.
 - Inspección Procedimiento de Soldadura en Piping, para instalaciones de Hidrocarburos (Calidda, Fenosa, Quavi, Contugas) aplicando Normativa Vigente y Especificaciones de Concesionarias.
 - Inspección de Ensayos no destructivos, preparación Superficial, y pruebas de hermeticidad (AIE-Redes Internas, Estación De Regulación y Filtración).
 - Reporte de Inspección en Visitas
 - Auditoría y Control de Dosieres de calidad.
 - Gestión de Certificado de Proceso Constructivo

- Ingeniero de Calidad – jefe de Proyectos; En la empresa EJE SOLUCIONES ENERGETICAS del 01/07/2019 al 28/07/2020
 - Desarrollo, control de calidad y supervisión de Proyectos de Gas Natural para industrias. (Ingeniería, visitas de campo, cronogramas de obra, valorizaciones)
 - Reportes semanales de avance y obra a supervisión de Calidda.
 - Control de Calidad, gestión de dosieres de calidad.
 - Promover una cultura de seguridad dentro de su equipo de trabajo.

- Ingeniero Asistente de Planeamiento – SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES – PROYECTO MINERO SHOUGANG HIERRO PERU del 30/07/2020 al 28/02/2022
 - Soporte de Supervisión para ejecución de trabajos de mantenimiento.
 - Control de los indicadores de mantenimiento (KPI'S) como el MTTR, MTBF, MTBS, Disp. mec.
 - Gestión y Asignación de recursos de mantenimiento
 - Seguimiento de cumplimiento de Mantto.

- Gestión de cronogramas de mantenimiento
 - Gestión de modos de falla de equipos.
 - Gestión de Roster de Personal, guardias.
 - Atención de SOLPES de Servicios.
 - Promover una cultura de seguridad dentro de su equipo de trabajo.
 - Match de información MINESENSE-Reporte de operatividad.
- Ingeniero Asistente de Planeamiento y Confiabilidad – COSAPI MINERIA S.AC-UNIDAD MINERA SHOUGANG HIERRO PERU del 30/03/2022 hasta la actualidad.
 - Gestión de indicadores del mantenimiento (MTTR-MTBF-FSAPM-Confiabilidad-Disponibilidad Mecánica/Operacional).
 - Gestión de reportes de mantenimiento y operatividad (trabajos correctivos de campo, talleres).
 - Generación de estrategias de mantenimiento basado en análisis de datos de flota).
 - Generación de planes de trabajo y asignación de recursos para trabajos preventivos/predictivos.
 - Promover buenas prácticas y una cultura de seguridad.
 - Match Control Sense-Mantenimiento

CAPITULO III: APLICACIÓN PROFESIONAL

3.1. Marco institucional.

Shougang Hierro Perú, es una compañía minera dedicada a la explotación, procesamiento y comercialización del mineral del hierro, iniciando el movimiento de tierras desde sus yacimientos de mineral localizados en la costa sur del Perú a aproximadamente 530 Km. de Lima.



Fig. 4: Oficinas administrativas Shougang Hierro Perú - Marcona – Nazca - Ica.

La operación de la empresa está integrada conformada por más de 5000 personas entre contratistas y personal de planilla directo; Dentro de las empresas contratistas terceras se encuentra COSAPI MINERIA S.A.C realizando la operación del movimiento de tierras desde el 2013, en el sector Esta mina 11, 14 y 19.



Fig. 5: Personal de Cosapi Minería en proyecto Shougang hierro Perú.

3.2. Determinación y análisis del problema.

3.2.1. Realidad problemática.

Para entrar en contexto de la problemática debemos conocer acerca de los equipos en la unidad Cosapi Minería sede Shougang: Contábamos con equipos 785C-D, [3], sin embargo y debido a las horas trabajadas, son equipos que con el tiempo se han vuelto menos confiables y cuya disponibilidad ha mermado en función a las horas trabajadas, sin embargo al llegar a la unidad se encontró una gran deficiencia en la carga de data para el respectivo análisis, para poder generar estrategias efectivas se comenzó con la canalización de información de manera eficiente y la correcta disgregación de las fallas y modos de falla para poder realizar un mejor análisis de estas. Sin embargo para llegar a cumplir la meta de nuestros clientes y después de estimaciones de venta de horas maquina interna, necesitaríamos un valor de 83% en disponibilidad mecánica ,pero para contar con cierta el valor para nuestra meta fue fijado a un básico de 85% de disponibilidad mecánica, y una confiabilidad target de 50%, y para poder lograrlo necesitaríamos planes de acción eficientes y sencillos de implementar en el corto plazo, con ello la consigna de contar con el visto bueno de gerencia y la asignación de recursos para planes de acción más elaborados, efectivos y posiblemente más costosos a corto plazo pero más rentables en un periodo de tiempo más amplio, sobre y al ser un área nueva y contar con recursos humanos especialistas en confiabilidad y monitoreo , Para ello habría unas cuantas interrogantes que tendríamos que resolver lo antes posible, como: ¿cuáles serían nuestras primeras acciones a tomar esta área de confiabilidad?, ¿Cómo hacer más eficiente el ingreso de información y el desglose de estas?, ¿cuál sería el enfoque de mantenimiento que ameritaban estos equipos?, fue entonces que se ideó un plan de acción inicial: Generar la clasificación de los componentes de los equipos por sistemas, y subsistemas tomando como base de referencia el manual suministrado por el fabricante.

3.2.2. Planteamiento del problema.

Al inicio de la creación del área de confiabilidad no se contaba con una estrategia predeterminada o general aplicable a esta operación, claro hay muchas guías de referencia, pero cada unidad minera amerita planes de acción diferentes dado que cada operación, contexto operacional, equipos, recursos es diferente, sin embargo podríamos trazar una línea base de para comenzar con las actividades y fijar un cronograma de objetivos que deberíamos alcanzar en el transcurso de los meses, luego de revisar proyecciones de horas para los equipos, así que uno de nuestros punto referenciales fue el manual de operación y mantenimiento del equipo, suministrado a nosotros por el mismo fabricante[4], a partir de ahí comenzaríamos a generar las bases de datos para el análisis de la flota, basado en un número de horas para cada paquete de mantenimiento, tiempo de vida útil de los componentes, tiempo de servicio de cada tipo de aceite por sistema, y debido a las condiciones operativas, crear un plan de mantenimiento independiente para los filtros de admisión de los equipos, dado que por la alta polución de sílice, saturaban rápidamente los filtros, por lo que los cambios de filtros deberían

realizarse entre un número de horas más bajo que el resto de sistemas, como normalmente recomienda el fabricante, pero recordando que estas recomendaciones son básicas, y algunas veces no son una guía infalible de mantenimiento, teniendo estas que ajustarse a los requerimientos de la operación[5].

3.2.3. Formulación del problema.

3.2.3.1. Problema principal.

PP: ¿Qué estrategias de mantenimiento basadas en la confiabilidad se pueden aplicar a la flota de equipos de acarreo?

3.2.3.2. Problemas específicos.

PE-001: ¿Cuáles son las fallas eléctricas repetitivas, por sistema o subsistema que más afectan la flota de equipos de acarreo?

PE-002: ¿Cómo establecer los trabajos de mantenimiento idóneos, para disipar las fallas eléctricas repetitivas en los equipos de acarreo?

3.2.4. Alcance.

El alcance del proyecto se basa en las siguientes actividades:

- El alcance principal se encuentra en mejorar la disponibilidad y mantenibilidad de los equipos de carguío, ya que esto servirá para el cumplimiento de la producción, por ende, en mejorar la rentabilidad del negocio.
- Mejorar los KPIs de confiabilidad y mantenimiento nos indicara que tan bien está siendo llevada la gestión de Mantto por parte de las jefaturas, planeamiento, supervisión y personal técnico.

3.2.5. Limitaciones.

3.2.5.1. Limitación temporal.

El presente informe de suficiencia profesional tuvo una duración de 04 meses.

3.2.6. Justificación.

La justificación más importante desde el punto de vista del negocio es en la parte económica, tener equipos detenidos por fallas correctivas no tratadas debidamente y que son repetitivas, afectan al ciclo de producción y el cumplimiento de metas estipuladas entre la minera y cosapi minería, siendo estas pasibles a multas por incumplimiento de producción. Por ello es importante establecer estrategias que garanticen la confiabilidad de los equipos en sus horas productivas.

Como parte humana la aplicación de estrategias de confiabilidad de mantenimiento, mejoran los procesos de gestión, implementan nuevas habilidades al personal de supervisión y personal técnico.

3.3. Objetivos.

3.3.1. Objetivo general.

OG: Establecer estrategias de mantenimiento basadas en la confiabilidad para la flota de equipos de acarreo.

3.3.2. Objetivos específicos.

OE-001: Identificar las fallas eléctricas detalladamente por sistemas y subsistemas, para el tratamiento específico de estas, en los equipos de acarreo.

OE-002: Establecer la lista de actividades, con frecuencias, tipo de PM y lugar de ejecución para las fallas eléctricas de los equipos de acarreo.

3.4. Proyecto de solución.

Para atacar uno de los principales motivos por los cuales los equipos paraban en campo debíamos realizar un análisis de historial de fallas general de los equipos, revisando el número de fallas por modo de falla, modo de falla por flota, siendo bastante minuciosos en los modos de falla de los equipos para incluir la hora de falla de los equipos, dado que la zona de operación presenta variaciones muy diferenciadas de T° y humedad a lo largo del día, todos estos datos serán mostrados en la tabla N°3, para ello podríamos aplicar un diagrama de Pareto o un diagrama de fallas metódico para los neumáticos, sin embargo dos aspectos importantes eran con trabajos eléctricos y problemas de transmisión. Así que comenzamos con la correcta clasificación de información en la tabla base con la que ya contábamos añadiendo columnas adicionales para añadir información vital [6]. .

- Etapa de Planificación: Identificación de Objetivos, programación de tareas, cronogramas y recursos.
- Etapa Hacer: Ejecución de tareas.
- Etapa Verificar: ¿Se puede cumplir?
- Etapa Actuar: Toma de decisiones respecto a los resultados.

3.4.1. Planificación del proyecto de solución.

Como principal herramienta de gestión se debe parametrizar y establecer metas a corto y largo plazo, como unidad de medida para este proceso establecimos, de la mano de gerencia de mantenimiento y jefatura, plazos fijados para llevar un control de avance de planes de acción respecto al tiempo, siempre se debe contar con el visto bueno, aprobación y apoyo de gerencia en cuanto a planes de acción que impliquen cambios que afecten a sub áreas de mantenimiento (gestión de calidad, confiabilidad, planeamiento, administración, almacén ,etc) ,se debe tener en cuenta que la terminología aplicada en este proyecto es la usada rutinariamente en el área[7].

TABLA II

CRONOGRAMA DE PLAN DE TRABAJO DE INTEGRACION DE GESTION DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD				
N° de actividad	Acción a tomar	Día inicio	Duración	Día Fin
1	Análisis de problemática	1/04/2022	3	4/04/2022
2	Inicio de Plan de acción	4/04/2022	15	19/04/2022
3	Establecimiento de objetivos	19/04/2022	1	20/04/2022
4	programación de actividades específicas por PM'S	22/04/2022	4	26/04/2022
5	divulgación de programación de actividades	26/04/2022	5	31/04/2022
6	capacitación a áreas y personal involucrado	31/04/2022	4	4/05/2022
7	ejecución de actividades programadas	4/05/2022	90	3/08/2022
8	verificación y comparación de datos	3/08/2022	30	2/09/2022
9	Toma de decisiones (Continua, se cancela, se mejora)	3/09/2022	2	5/09/2022

CRONOGRAMA DE PLAN DE TRABAJO

3.4.2. Análisis de la problemática

La correcta clasificación y definición de objetivos es sumamente importante para nuestros planes de acción, dado que se debe de analizar como impactan nuestras acciones en los indicadores de mantenimiento en un plazo fijado. Luego de colocar en mención toda la información concerniente a fallas recurrentes y tasa de fallas desde el 2021 hasta el 2022, se logró reunir, ordenar y clasificar correctamente la data revisada, permitiéndonos así identificar oportunidades de mejora y planes de acción aplicables a los trabajos de mantenimiento disminuyendo así la tasa de fallas en componentes. [10].

En el siguiente resumen podremos visualizar la tendencia de fallas en la flota de camiones 785C-D de la flota CATERPILLAR, tratándose de una misma flota y un mismo tipo de operación, es más fácil identificar tendencias en la flota. [8].

Trabajos de reconexión de sensores, terminales, pines y switches del sistema eléctrico, presentando problemas de sulfatación, teniendo así en total en el tipo de operación (Marcona) por encontrarse cerca al litoral del mar peruano, es un ambiente un ambiente corrosivo para los metales, produciendo sulfatación provocando el 21% de fallas eléctricas por sulfatación, desconexiones o reparaciones menores.

FECHA DE GUARDIA	TURNO	EQUIPO	NRO DE	DESCRIPCION	ÁREA RESPONSABLE	CODIGO OT	HORA INTERVENCIÓN	HORA SALIDA	HM INICIA	HM FINA	DURACION	PARADA	SISTEMA	FAM. EQUIPO	SUBSISTEMA
1/08/2022	NOCHE	CAM-11		ELE / CAMBIO DE FOCO DE FAROS DE TRABAJO SUPERIOR POR MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	21:33	21:46	39506	39506	0.22	1	SE	CAM	SIST. ELÉCTRICO DE LUCES
2/08/2022	DIA	CAM-15		AA / EVAL. PARA CAMBIO DE VALVULA DE AIRE ACONDICIONADO MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	13:11	19:00			5.82	1	SE	CAM	AIRE ACONDICIONADO
2/08/2022	DIA	CAM-05		ELE / LIMPIEZA DE SENSOR DE PRESION FILTRO DE AIRE Y SENS MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	12:37	14:51			2.23	1	SE	CAM	SIST. ELECTRÓNICO DEL MOTOR
2/08/2022	NOCHE	CAM-18		AA / RECARGA DE GAS DE AC POR FUGA DEL CONDENSADOR MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	19:05	19:12	36241	36241	0.12	1	SE	CAM	AIRE ACONDICIONADO
2/08/2022	NOCHE	CAM-11		ELE / EVALUACION POR APAGADO INTEMPESTIVO APAGADO INT MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	01:25	03:14	39531	39531	1.82	1	SE	CAM	SIST. ELECTRÓNICO DEL MOTOR
2/08/2022	NOCHE	CAM-28		ELE / EVALUACION DE CODIGO REGISTRADO Y RESETEO DEL SIS MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	22:30	22:45	33070	33070	0.25	1	SE	CAM	SIST. ELECTRÓNICO DE TREN DE
3/08/2022	DIA	CAM-12	18120	AA / CAMBIO DE CONDENSADOR POR FUGA DE AC + EVAL. POR MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	16:25	19:00	37658	37658	2.72	1	SE	CAM	AIRE ACONDICIONADO
3/08/2022	DIA	CAM-12		AA / RECARGA DE GAS DE AC POR FUGA DEL CONDENSADOR MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	12:41	13:05	37655	37655	0.40	1	SE	CAM	AIRE ACONDICIONADO
3/08/2022	NOCHE	CAM-24		FRE / RESETEO DE SWITCH DE ROTOCHAMBER POR EVENTO ACT MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	06:36	07:00	49290	49290	0.40	1	SE	CAM	SIST. ELECTRÓNICO DE FRENOS
3/08/2022	NOCHE	CAM-07		ELE / CAMBIO DE BULBO DLS POR LUCES DE ALTA NO ENCIENDE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	19:21	19:37	39200	39200	0.27	1	SE	CAM	SIST. ELÉCTRICO DE LUCES
3/08/2022	NOCHE	CAM-06		ELE / CAMBIO DE RELAY DE LUCES NEBLINEROS POR FALLA DE L MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	01:49	01:56	42732	42732	0.12	1	SE	CAM	SIST. ELÉCTRICO DE LUCES
5/08/2022	DIA	CAM-14		ELE / LIMPIEZA DE DE SENSOR DE INGRESO AL TURBO POR PER MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	07:07	08:24			1.28	1	SE	CAM	SIST. ELECTRÓNICO DEL MOTOR
5/08/2022	NOCHE	CAM-19		ELE / CAMBIO DE 01 BULBO DE LUCES ALTAS POR FALLA MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	19:49	20:04	39911	39911	0.25	1	SE	CAM	SIST. ELÉCTRICO DE LUCES
6/08/2022	NOCHE	CAM-07		ELE / LIMPIEZA DE CONECTOR SULFATADO DEL SENSOR DE TEM MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	03:40	04:07	39271	39271	0.45	1	SE	CAM	SIST. ELECTRÓNICO DE FRENOS
7/08/2022	DIA	CAM-24		ELE / LIMPIEZA DE SENSOR DE TEMPERATURA POR EVENTO ACT MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	10:49	12:05	49353	49353	1.27	1	SE	CAM	SIST. ELECTRÓNICO DE FRENOS
7/08/2022	NOCHE	CAM-12	SE	ELE / EVALUACION DE TCS POR EVENTO ACTIVO MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	06:53	07:00			0.12	1	SE	CAM	SIST. ELECTRÓNICO DE FRENOS
7/08/2022	NOCHE	CAM-08		AA / RECARGA DE GAS DE AIRE ACONDICIONADO POR INOPERA MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	20:39	20:56	40380	40380	0.32	1	SE	CAM	AIRE ACONDICIONADO
8/08/2022	DIA	CAM-28		ELE / CAMBIO DE FOCO DE LUZ BAJA RH SUPERIOR POR FALLA MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	08:56	09:23	33180	33180	0.45	1	SE	CAM	SIST. ELÉCTRICO DE LUCES
8/08/2022	DIA	CAM-27		MOT / EVAL. POR EVENTO ACTIVO MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	16:49	17:07			0.30	1	SE	CAM	SIST. ELECTRÓNICO DEL MOTOR
9/08/2022	DIA	CAM-27		ELE / LIMPIEZA DE CONECTOR DE VIMS POR EVENTO ACTIVO MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	17:07	19:00			1.88	1	SE	CAM	SIST. ELECTRÓNICO DEL MOTOR
9/08/2022	DIA	CAM-06	18382	TRA / CAMBIO DE SENSOR DE TEMPERATURA DE DIFERENCIAL MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	17:13	19:00	42855	42855	1.78	1	SE	CAM	SIST. ELECTRÓNICO DE TREN DE
9/08/2022	NOCHE	CAM-15		EST / EVALUACION POR FARO DE LUZ DEFECTUOSO MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	19:00	19:29			0.48	1	SE	CAM	SIST. ELÉCTRICO DE LUCES
10/08/2022	NOCHE	CAM-15		ELE / CAMBIO DE FARO LED DE SALON POR FALLA MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	19:48	19:58	38766	38766	0.17	1	SE	CAM	SIST. ELÉCTRICO DE LUCES
11/08/2022	DIA	CAM-13	-	EVALUACION DE EQUIPO POR APAGADO INTEMPESTIVO MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	CNP	17:52	19:00			1.13	1	SE	CAM	SIST. ELECTRÓNICO DEL MOTOR

Fig. 6: Base de datos, información para análisis de fallas por sistemas y subsistemas.

GRAFICO DE PARADAS NO PROGRAMADAS POR SISTEMA (PREFIJOS)

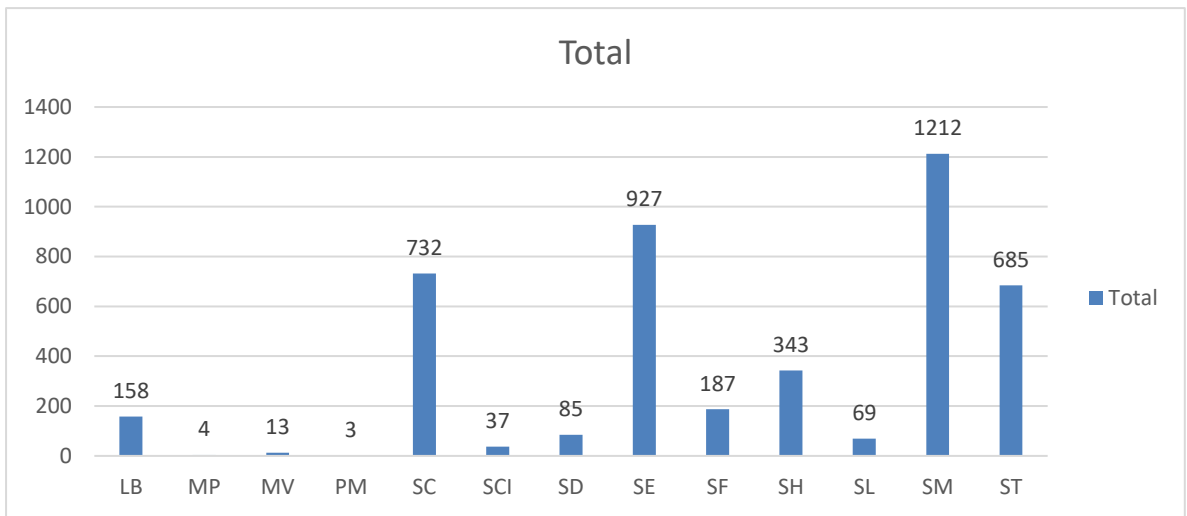


Fig. 7: Clasificación de fallas por sistemas en camiones CAT-785D-C.

Como podemos apreciar, la cantidad mucho más alta pertenece al sistema eléctrico y de motor de la flota, incluyendo equipo de aire acondicionado, para abordar el sistema motor se necesitaba un análisis más exhaustivo y estrategias más costosas, así que lo más rentable Actividades-Disponibilidad era atacar las paradas por mantenimiento correctivo eléctrico.

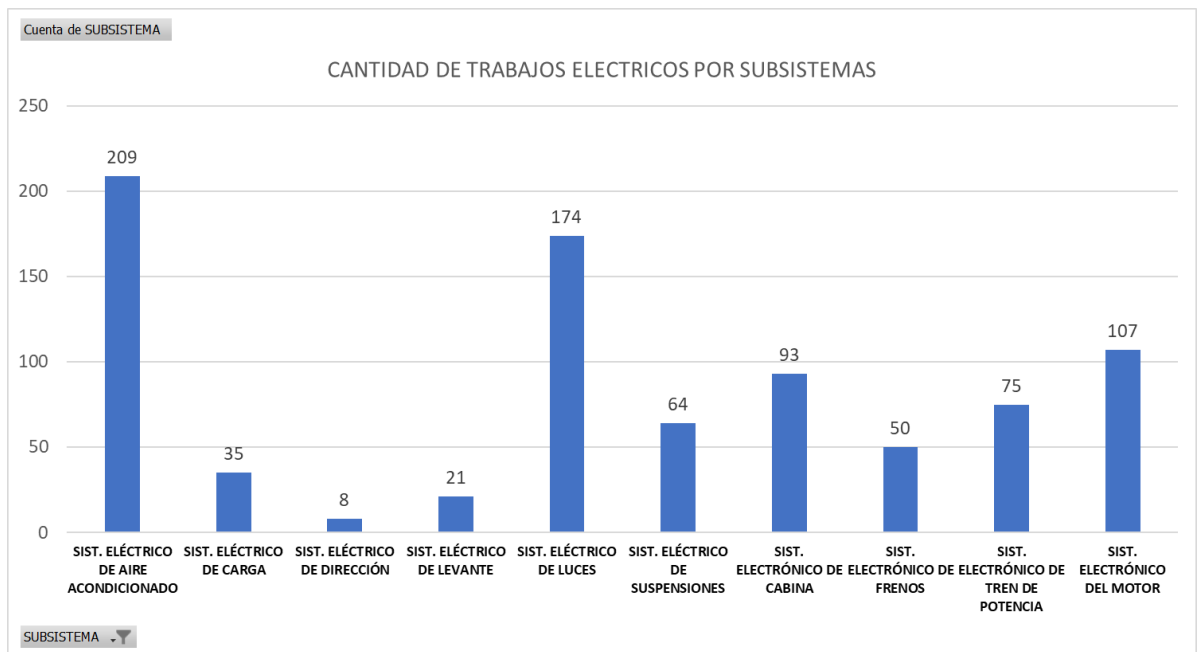


Fig. 8: Clasificación de fallas eléctricas por subsistemas en camiones CAT-785D-C.

Disgregando las fallas en diferentes subsistemas para un mejor análisis de acuerdo con sistemas.

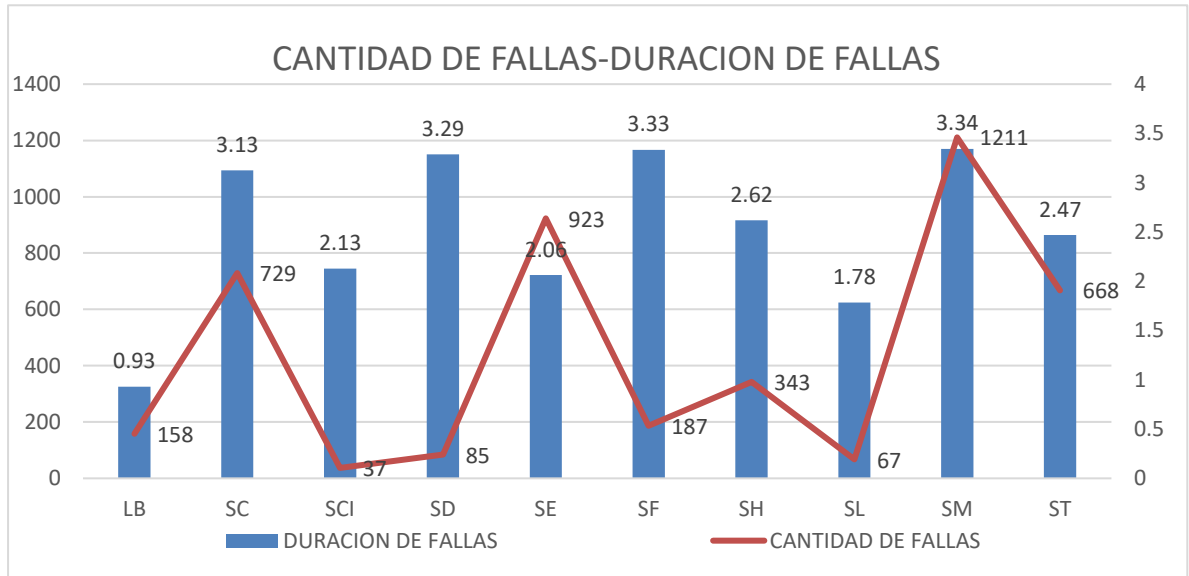


Fig. 9: Clasificación por duración de tiempo de tiempo de las fallas eléctricas en camiones CAT-785D-C

La duración promedio para la cantidad de fallas eléctricas que presenta, corresponde a una tendencia de 2.06 de para 923 paradas, en comparación de las paradas por sistema motor que abarcan 1211 paradas para 3.34 horas de duración, bastante bajo, lo que nos señalan reparaciones constantes, rápidas y repetitivas, indicativo de que puede disminuir su ratio mediante actividades de inspección rutinaria y mejores prácticas de reparación.

Se realizó un análisis rápido de a qué sistema pertenecen la mayoría de los trabajos no programados, encontrando que la mayoría de los trabajos eléctricos pertenecen a sistemas eléctricos de luces y aire acondicionado, fallas sencillas de abordar mecánica y económicamente hablando.

Se determinó realizar un programa de actividades relacionadas al mantenimiento de componentes eléctricos y electrónicos, que incluían: Buenas prácticas en reparaciones eléctricas, mantenimiento proactivo. [9].

Ejecución del cronograma

Análisis de problemática: Para poder implementar planes de acción sensatos era necesario saber cuál era la causa para atacarla, entonces se determinaron 4 factores que dificultaban el proceso del mantenimiento:

- **Perdida de información:** Durante los primeros días en mi estadía fue fácil identificar las falencias en recopilación y tratamiento de información vital para realizar buenos planes de acción, como documentación faltante, alta rotación de área donde había ingresado, información que no era proporcionado por personal que atendía las reparaciones no programadas (Campo), más adelante explicaremos el plan de acción para esta situación.
- **Desconocimiento en buenas prácticas de mantenimiento:** A medida que fui conociendo las actividades, llegué a encontrar muchos casos en las que no se respetaban los procedimientos o simplemente se desconocían.
- **Contexto operacional:** Personal de operaciones genera condiciones de trabajo a los equipos que en muchas ocasiones puede representar un alto recorte a la vida útil del activo.
- **Logísticos:** al encontrar un problema de almacenaje y despacho puede ser fatal para el área de mantenimiento, un repuesto mal almacenado que puede ser requerido por un equipo crítico puede ser motivo de pérdida de miles de dólares para la operación, no solo por el lucro cesante, sino también por las multas que aplican las unidades mineras al no llegar a la meta establecida por contrato.

3.4.3. Inicio el plan de acción:

- Lo primero fue plantear soluciones factibles, rápidas y simples, dado que el plantear soluciones complejas representa una gran inversión tanto de tiempo como de recursos económicos, por lo que se optó por el hecho de trabajar con las herramientas con las que ya contábamos, es decir mejorar lo que ya se tenía, tanto en procesos como en uso de recursos, (Mejora de formatos, difusión de información en buenas prácticas de mantenimiento, operación y almacenaje).

3.4.4. Objetivos Establecidos.

- Generar una programación de actividades que incluyan actividades relacionadas a la problemática anteriormente descrita, mejorar los procesos de mantenimiento, elevar la disponibilidad de la flota mediante el uso de herramientas de gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad para fallas eléctricas.

3.4.5. Programación de actividades por PM's

Como podemos apreciar, las paradas eléctricas tenían una alta frecuencia y una corta duración, lo que nos indica una clara tendencia de actividades cortas que podrían o no deberse a una mala praxis en la reparación, por lo que se consideró realizar una OPT(OBSERVACION DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO) para determinar si esta tendencia se debía efectivamente a una falta de capacitación del personal a cargo de trabajos eléctricos en los talleres, o simplemente a un tendencia normal en los trabajos de mantenimiento o a las condiciones climáticas y contexto operacional. Mejorando así la calidad de trabajos eléctricos y cumplir así con el objetivo de disminuir la tendencia de fallas eléctricas.

TABLA III

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO ESPECÍFICAS

PROGRAMACION ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO ESPECIFICA PARA TRATAMIENTO DE FALLAS ELECTRICAS DETECTADAS EN LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LOS CAMIONES 785D-C				
ITEM	Programa de actividades	FRECUENCIA	Tipo de PM en la que se aplicara	Zona
1.00	Recolección de información por parte de personal operativo	Semanal	-	Oficinas-talleres
2.00	Identificación de fallas y tipo de fallas frecuentes	Semanal	-	Oficinas-talleres
3.00	Clasificación por modos de falla de la flota	Quincenal	-	Oficinas-talleres
4.00	Inspección de conexiones e inspección de estado de harnes.	250 horas de trabajo	PM1-PM2-PM3-PM4-PM5-PM6-PM7-PM8	Equipo Móvil
5.00	Rotulado de bulbos y faros para control de horas de duración	500 horas de trabajo	PM2-PM4-PM6-PM8	Equipo Móvil
6.00	Verificación de estado de baterías y voltaje de salida	500 horas de trabajo	PM2-PM4-PM6-PM8	Equipo Móvil
7.00	Inspección y limpieza de tableros, gabinetes y harnes de ECM	500 horas de trabajo	PM2-PM4-PM6-PM8	Equipo Móvil
8.00	Revisión de estado de conexiones y reparaciones	250 horas de trabajo	PM1-PM2-PM3-PM4-PM5-PM6-PM7-PM8	Equipo Móvil
9.00	Limpieza de switches y conectores deutch para evitar sulfataciones	250 horas de trabajo	PM1-PM2-PM3-PM4-PM5-PM6-PM7-PM8	Equipo Móvil
10.00	Pruebas y limpieza de equipo de aire acondicionado	250 horas de trabajo	PM1-PM2-PM3-PM4-PM5-PM6-PM7-PM8	Equipo Móvil
11.00	Cambio de Gas refrigerante de equipo de aire acondicionado	1000 horas de trabajo	PM8	Equipo Móvil
12.00	Muestreo de aceite de Motor (Estado de sistema eléctrico de Inyectores)	250 horas de trabajo	PM1-PM2-PM3-PM4-PM5-PM6-PM7-PM8	Equipo Móvil
13.00	Descarga de data de VIMS (sistema de gestión de información vital)CAT	250 horas de trabajo	PM1-PM2-PM3-PM4-PM5-PM6-PM7-PM8	Equipo Móvil

3.4.6. Divulgación de la programación de actividades.

- Después de haber realizado la planificación por PM's de las actividades de mantenimiento para el tratamiento de fallas del sistema eléctrico, y con la aprobación respectiva de mi jefatura inmediata, se realizaron reuniones para la divulgación, exposición de los motivos por el cual se están estableciendo estas actividades de mantenimiento, para conocimiento de la supervisión y técnicos especialistas.



Figura 10: Reunión de divulgación de programación de actividades.

3.4.7. Capacitación a áreas y personal involucrado

- Para una correcta capacitación y entendimiento de los sistemas y subsistemas de los equipos de acarreo se realizó una codificación, lo cual permitirá a futuro resumir los reportes e ingresarlos al software de mantenimiento de forma más técnica, también nos permitirá reconocer de manera más rápida los sistemas afectados.

SISTEMA	SE	SM	SD
SM	SIST. ELÉCTRICO DE ARRANQUE	ADMISION Y ESCAPE DE AIRE	LINEAS HIDRAULICAS
SE	SIST. ELÉCTRICO DE CARGA	SIST. DE ARRANQUE	GRUPO DE BOMBAS Y VALVULAS
SH	SIST. ELECTRÓNICO DEL MOTOR	SIST. DE COMBUSTIBLE	GRUPO DE DIRECCION & CILINDROS
ST	SIST. ELECTRÓNICO DE TREN DE POTENCIA	SIST. DE LUBRICACION	-
SF	SIST. ELÉCTRICO DE DIRECCIÓN	SIST. DE REFRIGERACIÓN	GT
SC	SIST. ELECTRÓNICO DE CABINA	COMPONENTES GRUPO MOTOR	PUNTAS
SD	SIST. ELÉCTRICO DE AIRE ACONDICIONADO	-	WEARCAPS
LB	SIST. ELECTRÓNICO DE FRENOS	SC- ESTRUCTURAL	ADAPTERS
MP	SIST. ELÉCTRICO DE LUCES	CABINA	SEMIADAPTERS
GT	SIST. ELÉCTRICO DE SUSPENSIONES	BASTIDOR Y CAJA(TLV)	PROTECTORES LATERALES
PT	SIST. ELÉCTRICO DE LEVANTE	GRUPO DE LUBRICACION AUTOM	CUCHILLAS
OH	SIST. CONTRA INCENDIOS	CHASIS	TALONERAS
LB	SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA(POT-MT)	ESTRUCTURA	BUCKET
MP	SISTEMA ELÉCTRICO 440V (BT)	IMPLEMENTOS	-
SCI	SISTEMA ELECTRICO 24 VOLTIOS(IMPL-CBN-SCI)	CASTILLO	MP
SL	-	TOLVA	PM
OH	ST	-	INSP RUT
SS	LINEAS Y TUBERIAS HIDRAULICAS	SH	ENGRASE PUNTOS
PM	SIST. DE CONVERTIDOR	LINEAS HIDRAULICAS	LIMP FILTR
SN	SIST. DE TRANSMISION	BOMBAS Y VALVULAS HIDRAULIC	COMPRO TORQ
	GRUPO DE EJE POSTERIOR & TRASLACION	GRUPO DE CILINDROS HIDRAULIC	RELLENO GRASA
	NEUMÁTICOS	IMPLEMENTOS & COMPONENTES	-
	SIST. DORAN	IMPLEMENTOS HIDRAULICOS	SN
	CARRILERIA	-	COLECTOR DE POLVO
	HIDRAULICO(TENSADO CADENAS)	SF	COMPRESOR DE AIRE
	GIRO	LINEAS Y TUBERIAS	MANGUERAS Y TUBERIAS NEUMATICAS
	MANDO DE BOMBAS	GRUPO DE FRENO DE SERVICIO &	-
	MANDO FINAL	GRUPO DE SIST. DE AIRE	-
	CABEZAL DE ROTACION	-	-
	-	-	-

Fig. 11: Clasificación de sistemas y subsistemas de equipo de acarreo.

- Se realizaron talleres documentados, contando con la participación del ingeniero especialista en sistemas eléctricos, se explicó detalladamente la programación de las actividades por PM'S y se realizaron simulaciones de fallas, donde se estableció las metodologías de tratamiento de estas fallas, es decir las soluciones inmediatas a estas, indicando la cantidad de personal necesario, herramientas y recursos.



Fig. 12: capacitación sobre programación de mantenimiento eléctrico



Fig. 13: capacitación con instrumentos eléctricos/electrónicos.

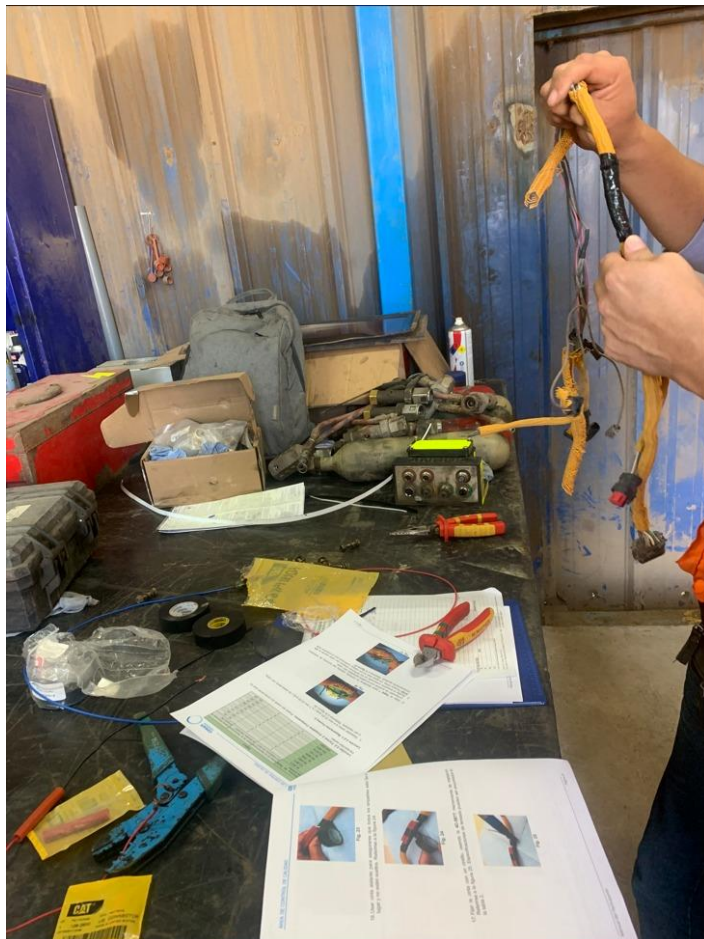


Fig. 14: capacitación para tratamiento de fallas en los ramales eléctricos.

3.4.8. Ejecución de actividades de mantenimiento programadas.

- Después de la capacitación y la divulgación de las nuevas actividades de mantenimiento para prevención de fallas eléctricas, se empezó la ejecución de estas actividades por PM'S como se estableció en la tabla N03, a continuación se deja evidencia grafica de la ejecución de las actividades de mantenimiento, las cuales sirvieron para evitar fallas en campo que antes suscitaban, de esta forma en el siguiente apartado se pueden visualizar estadísticamente en la comparación de KPI'S de confiabilidad.



Fig. 15: Limpieza interna de ductos de compresor (PM 250horas)

- Se detectó que esta condición provocaba que el compresor cargue a máxima presión y se apagara el motor por exceso de factor de carga, con la limpieza adecuada se evita una falla en pleno ciclo de operación.

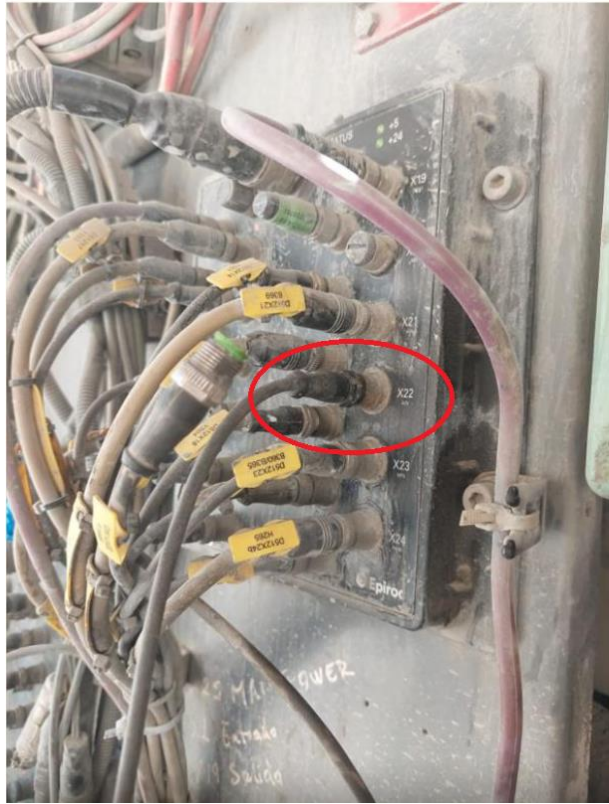


Fig. 16: revisión de estado de conexiones eléctricas (PM 250horas)

- Se realizó la medición de continuidad en estos cables del ECM, en el cual se detectó que el cable X22 requería cambio inmediato, se realizó y se ejecutó el cambio de manera correcta, según las buenas prácticas y talleres de capacitación específicas, sin la necesidad de tener que contar con la presencia del dealer para estos trabajos.

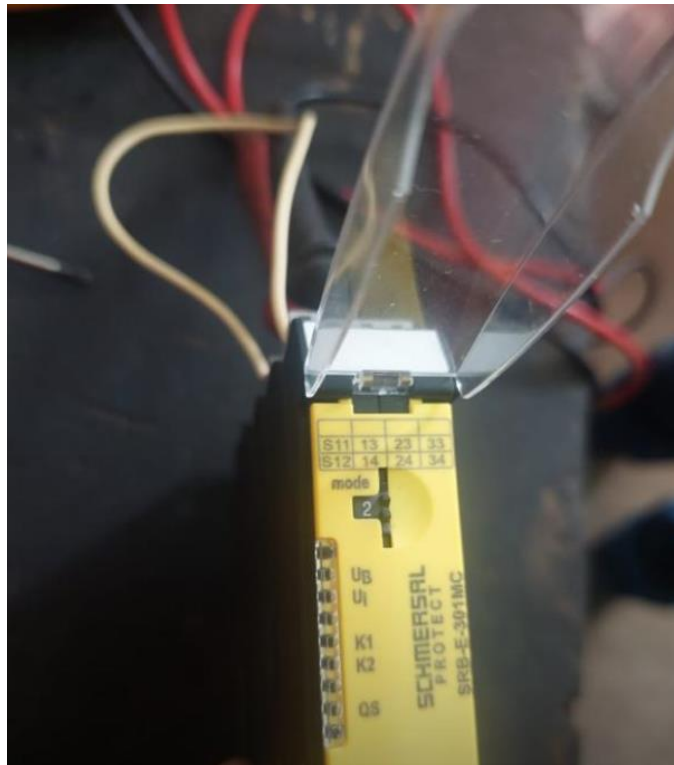


Fig. 17: revisión de switche y conectores deutch (PM 250horas)

- Se realizaron la limpieza y revisión, no se detectan problemas para energizar a 7200kv; el relé funciona correctamente, se debe considerar la utilización de este relé en los demás equipos y sistemas.



Fig. 18: Pruebas de limpieza y equipo de aire acondicionado (PM 250horas)

- Se realizaron la limpieza y revisión del equipo de aire acondicionado, se encontró sistema saturado de polución, se realizó el cambio de los filtros saturados, se verifico la hermeticidad del sistema.



Fig. 19: Rotulado de bulbos y faros para control de ciclo de vida (PM 500horas)

- Se realizaron la inspección a los sistemas de luces auxiliares, se registró el horómetro para el seguimiento al ciclo de vida, así programar su cambio y evitar el fallo en operación.
- Como se evidencia se han ejecutado actividades que antes no se desarrollaban en los PM'S ya sea por falta de capacitación y dependencia del dealer o proveedor del equipo minero, actualmente con la nueva planificación se vienen detectando latentes fallas que son solucionadas en los tiempos de mantenimiento preventivo, de esta forma se mejora la confiabilidad del equipo durante su ciclo de operatividad en el tajo abierto mientras ejecuta sus labores de acarreo de mineral.

3.4.9. Verificación y comparación de datos

Para la verificación y comparación de datos resulta necesariamente obligatorio trabajar y comparar la medición del proceso mediante los KPI de mantenimiento, se realizó un gráfico comparando el número que se suscitaban en los camiones antes de implementar estas nuevas estrategias de mantenimiento versus el resultado del mantenimiento con estas estrategias ya aplicada, de tal manera que se puede observar lo siguiente:

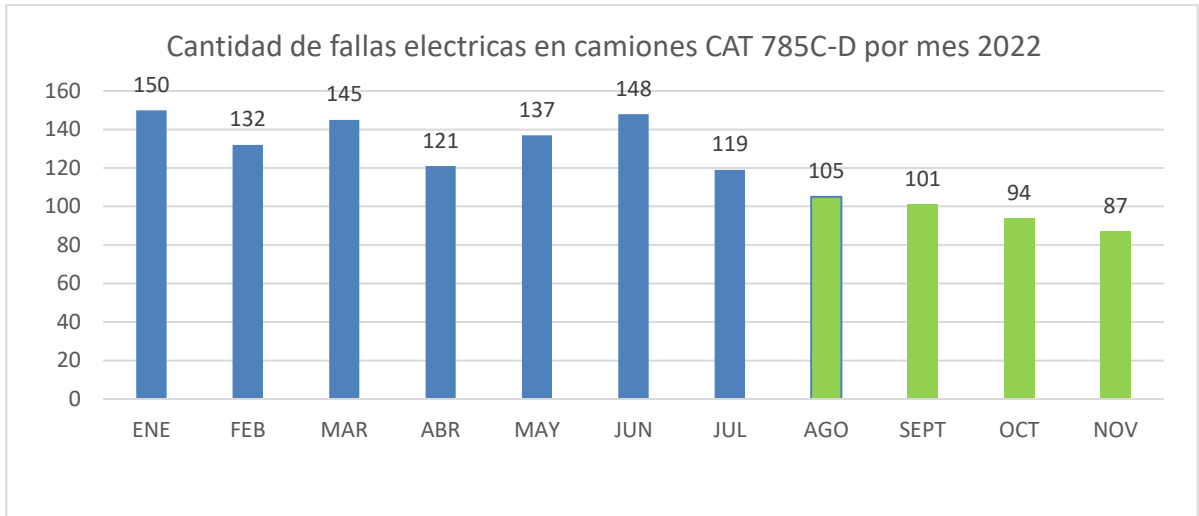


Fig. 20: Tendencia de fallas eléctricas año 2022.

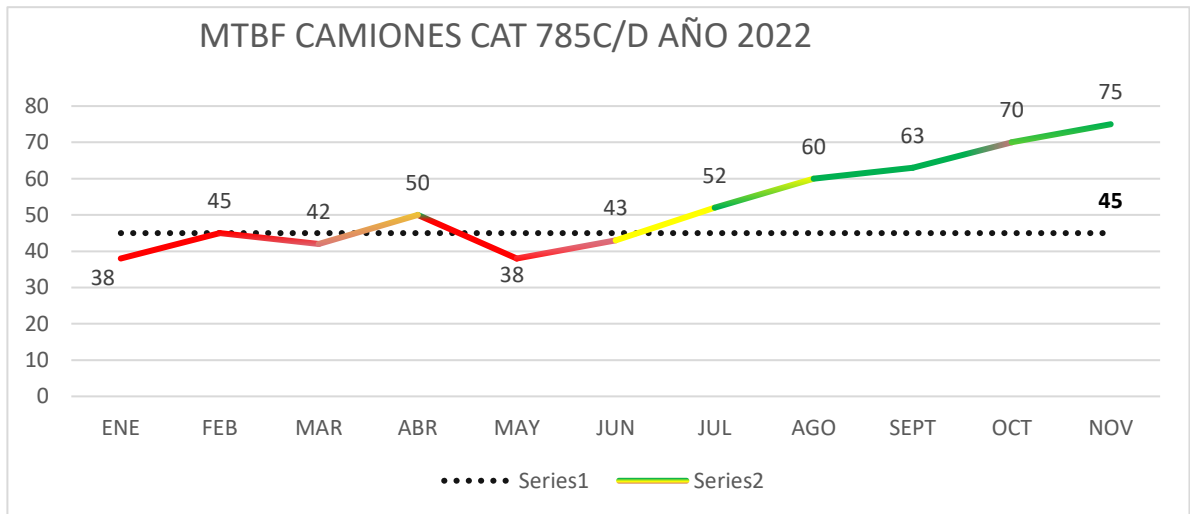


Fig. 21: Tendencia del mtbf año 2022

Como se observa en el cuadro de tendencias, podemos analizar el KPI “MTBF” el cual traducido al español es el “tiempo medio entre fallas”; Es decir este indicador de confiabilidad nos estima la cierta cantidad de horas a la que el equipo analizado tiene una tendencia a presentar fallas, en este caso, el promedio del mes de enero es de cada 38 horas de operación se presentaba una falla eléctrica, en el mes de febrero cada 45 horas, en el mes de marzo cada 42 horas, en el mes de abril cada 50 horas, en el mes de mayo se registró nuevamente fallas cada 38 horas en promedio, en el mes de junio la situación mejoro a 43 horas, es aquí donde se puso en marcha el

presente proyecto de suficiencia profesional, en el tratamiento de fallas eléctricas de los camiones Caterpillar 785C-D, es por ello que se observa que en el mes de julio las fallas se distanciaron a cada 52 horas, en el mes de agosto a 60 horas, en el mes de septiembre el promedio aumento a 63 horas, en el mes de octubre ya se nota una mejora notable siendo que las fallas se distanciaron por lapsos de 70 horas, y la mejora continuo en noviembre cuando se registra el mejor valor dentro del año, es decir las fallas aparecían cada 75 años, esto debido a las actividades de mantenimiento enfocadas en las fallas eléctricas de los camiones eléctricos 785 C-D.

3.4.10. Toma de decisiones

Después de realizar reuniones técnicas con el área de planeamiento y supervisión de mantenimiento, con la proyección de los datos obtenidos y recogidos, se llegó a la conclusión de que al implementación de estas actividades de mantenimiento han sido beneficiosas pues se observa la clara disminución de fallas eléctricas en los camiones, así como también la mejora de la confiabilidad de estos equipos, de esta manera cumpliendo con el target de mantenimiento ofrecido a operaciones, así también ellos cumpliendo con sus metas de producción en lo que concierne el movimiento de tierra.

En el aspecto económico la inversión no fue mucha, ya que solo se realizó la contratación de un especialista al staff de supervisión, con amplio recorrido y trayectoria el cual fue el encargado de ejecutar las capacitaciones para actividades consideradas complejas de los sistemas eléctricos de estos camiones, el cual capacito en procedimientos, instrumentos y clasificación para la solución de las fallas más recurrentes detectadas.

En resumen, la jefatura de equipos de COSAPI MINERIA S.A.C decidió continuar respaldar el presente proyecto y mejorarlo al año 2023.

CAPÍTULO IV: REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA

4.1. Análisis crítico de resultados.

Se ejecutó un plan de ingeniería del mantenimiento enfocado en detección y el análisis del comportamiento de las fallas en un determinado periodo de tiempo, posterior a eso el estudio particular de cada una de estas y el planteamiento de soluciones paso a paso, de manera económica con alto impacto dentro de los procesos internos de mantenimiento de la organización.

Se demostró la mejora y la disminución de estas fallas eléctricas identificadas en la experiencia, se reflexionó sobre la importancia de sostener una planificación similar a la aplicada para los demás sistemas de los equipos mecánico, así como también para los otros tipos de maquinaria C Y 785 D se demuestran mediante el KPI denominado MTBF por sus términos en inglés “mean time between failure” o tiempo medio para la falla el cual se calcula de la resta entre el tiempo medio de operación respecto tiempo de inoperatividad, esto sobre el número de paradas en el tiempo analizado. La mejora de este indicador es en horas y nos indica cada cuanta hora están ocurriendo las fallas en determinado equipo dentro de un proceso productivo, de esta manera podemos decir que tan confiable es el equipo mecánico o maquina estudiada.

En base a lo expuesto, en el marco desarrollado del campo de la ingeniería del mantenimiento, el aporte de mi persona como experiencia fue el desarrollo y el planteamiento de implementar actividades de mantenimiento específicas, iniciando por la identificación de estas, el estudio particular de cada una, la elaboración de un programa de mantto que contenga actividades claves que puedan mellar con las fallas identificadas, ser partícipe de la difusión de esta implementación y supervisar la correcta ejecución de esta.

Culmino indicando que ha sido una grata experiencia de gran crecimiento en lo personal y también reconocimiento hacia mi persona por parte de mis jefes y pares similares en la organización, destacando siempre mi espíritu participativo y de líder nato inculcado en las aulas universitarias.

CONCLUSIONES

- **Primera:** Se determinó que las principales causas de las fallas en el sistema eléctrico de los camiones fueron por: desperfectos y deterioros en los harnes, conexionado, swtich´s de control del sistema eléctrico, en resumen, por la falta de revisiones metodológicas y específicas de accesorios y elementos en mal estado pertenecientes al sistema eléctrico.; Así como también en segundo lugar por la omisión de acción para la limpieza del sistema eléctrico.
- **Segunda:** Al implementar actividades de mantenimiento específico, se realiza un cronograma de trabajo, el cual sirve para identificar y atender las posibles causas detectadas de fallas no programadas, por ello se obtiene una disponibilidad mejorada de las fallas del sistema eléctrico, el cual debe continuar en el tiempo para que se sigan constatado la mejora creciente.

RECOMENDACIONES

- Primera: En cuanto a lo ejecutado a los camiones mineros respecto al sistema eléctrico y se vio mejoras significativas, se recomienda aplicar la misma estrategia de análisis de fallas, identificación de estas para el tratamiento de fallas no programadas y correctivas de los demás sistemas como el hidráulico, transmisión y motor; Para el año 2023.
- Segunda: Se recomienda la continuación, sostenimiento de esta metodología de análisis y tratamiento de fallas específicas, Así mismo aplicarla a los demás equipos que forman parte de la operación como: Palas hidráulicas, Retroexcavadoras, Cargadores Frontales, Motoniveladoras y Perforadoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. M. Erazo. Gestión de mantenimiento y confiabilidad, eficiencia para la productividad del activo. Minería y refinación de metales. Metso. 2023. Disponible:
<https://www.metso.com/es/informacion/blog/mineria-y-refinacion-de-metales/gestion-de-manteni>
- [2]. C. Meza y Eli Teobaldo. Sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional para empresas contratistas del sector minero en el departamento de Junín. Universidad del Centro del Perú. 2019
- [3]. Manual de partes camiones 785C Vol 1-2: Caterpillar 2010. Scribd. Manual de Operación y mantenimiento. Camión de obras/tractor 784C y 785C.
Disponible:
<https://es.scribd.com/document/311028843/Manual-de-Operacion-y-Mantenimiento-785C-pdf#>
- [4]. Catalogo Camión Minero Dumper 785c Caterpillar
- [5]. R. Palacios. Implementación de un programa de mantenimiento basado en la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas para incrementar la confiabilidad de los camiones Komatsu 730E de la compañía minera Misky mayo. Universidad Cesar vallejos. Piura 2017.
- [6]. J.M. Escurra. Diagnóstico por bajo desempeño de camión minero Caterpillar 785D, comparado con un 785C en la mina Shougang, Marcona, Ica. Universidad Pontificia Católica del Perú. Lima. 2021
- [7]. A. Díaz. Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica -Ingeniería Mecánica, vol. 19, núm. 3, pp. 137-142, Facultad de Ingeniería Mecánica. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" – Cuba - 2016
- [8]. Maquinaria de construcción. Volquete de cantera - Caterpillar 785C
Disponible:
<https://maquqam.com/tecnicas/construccion-7129/caterpillar/785c.html>
- [9]. D. Huilca. Aplicación de una estrategia de mantenimiento basado en condiciones para mejorar la confiabilidad de los equipos en el área de flotación de una compañía minera, Perú 2019. Universidad Cesar vallejos- Lima, 2019.
- [10] R.R. Ríos, Metodología para la investigación y redacción, Primera edición, Editorial: Servicios Académicos Intercontinentales S.L, Campus Universitario Teatinos Boulevard Louis Pasteur, Málaga, España 2017.

ANEXOS

Anexo 01: Despiece general del sistema eléctrico de los camiones 785 C Y 785 D.

ELECTRICAL AND STARTING SYSTEM

9X-7803 ALTERNATOR GP-CHARGING*R

S/N: 8BR605-2152

24-VOLT, 100-AMPERE. BRUSHLESS, REQUIRES 2300 RPM MINIMUM IDLE SPEED

PART OF 175-5285, 188-4785, 310-2104 ENGINE AR

FIELD REPLACEMENT ORDER 316-7251-PAGE 372

ALSO AN ATTACHMENT

SMGS-1405

i03630122

NOTE	REF NO	GRAPHIC REF	PART NUMBER	QTY	PART NAME	1 2 3 4 5 6 (PRODUCT LEVEL)						SEE PAGE
	1	1	8T-4205	2	WASHER-HARD (7.2X14.5X2-MM THK)							
	2	1	9X-2500	4	SCREW-HEX FLANGE (10-24X38.1-MM)							
	3	1	6V-8187	1	NUT (1/4-28-THD)							
	4	1	5S-7349	1	BOLT (1/4-20X0.6-IN)							
	5	1	9L-6770	1	CAP-DUST (ALTERNATOR RELAY TERMINAL)							
	6	1	9N-0943	1	PLUG-BEARING WELL							
	7	1	5P-3418	1	BEARING-ROLLER							
	8	1	5P-3419	1	RACE-BEARING INNER							
	9	1	9L-6776	1	RECTIFIER AS							
	10	1	6N-1944	1	DIODE AS							
	11	1	3T-6354	1	REGULATOR AS-VOLTAGE (24-VOLT) (ALTERNATOR)							
	12	1	105-3763	1	CAPACITOR AS-ALTERNATOR							
	13	1	5P-7807	1	BALL BEARING							
	14	1	100-6531	1	FAN-ALTERNATOR (11-BLADE)							
	15	1	2K-4821	1	LOCKNUT (5/8-18-THD)							
	16	1	9S-2009	4	BOLT-FLANGE HEAD (10-24X3.625-IN)							
	17	1	6N-1872	2	SCREW AS (8-32X1.26-IN)							
	18	1	7N-9023	1	SCREW AS (8-32X26.9-MM)							
	19	1	106-7689	1	CONNECTOR-ALTERNATOR							
	20	1	106-7690	1	CONNECTOR-ALTERNATOR							
	21	1	9S-2544	2	SCREW-HEX HEAD (8-32X11.13-MM)							
	22	1	100-6532	1	COLLAR-ALTERNATOR							
	23	1	2L-8075	3	TERMINAL (14-GA TO 16-GA, NO. 8 SCREW)							
	24	1	7N-9021	2	SCREW AS (8-32X1.34-IN)							
	25	1	9S-2302	1	ROTOR AS							
	26	1	9N-0942	1	PLATE-COVER							
	27	1	9N-3388	6	BOLT (10-24X0.76-IN)							
	28	1	106-7687	1	HOUSING AS-ALTERNATOR							
	29	1	2P-5616	1	FRAME-DRIVE END							
	30	1	8T-9762	1	STATOR AS							
	31	1	202-2703	1	COIL AS							
	32	1	9S-2390	1	RETAINER							
	33	1	030-9612	4	SCREW-FORMING (10-24X0.6-IN)							
	34	1	187-2034	1	NUT-FLANGE (5/8-18-THD)							
	35	1	8T-0328	2	WASHER-HARD (5.5X10X1-MM THK)							
	36	1	1H-3244	2	LOCKWASHER							
	37	1	9B-7233	2	LOCKWASHER							
					AVAILABLE REPAIR KIT(S):							
			9S-2013	1	KIT-RELAY TERMINAL (ALTERNATOR)							
					(INCLUDES BUSHING, WASHERS, NUT AS, & STUD)							
			105-3764	1	KIT-ALTERNATOR TERMINAL							
					(INCLUDES TERMINAL AS, INSULATOR, BUSHING, WASHER, NUTS & LOCKWASHERS)							

ELECTRICAL AND STARTING SYSTEM

153-2073 LAMP GP-FLOOD

S/N: APX1-UP

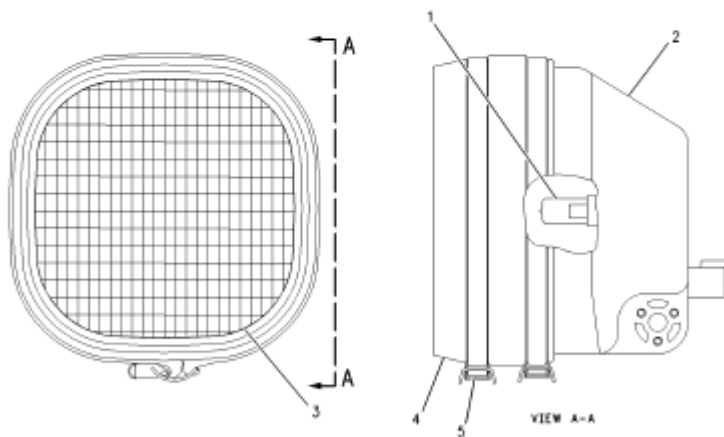
24-VOLT

PART OF 170-3001, 174-0747 WIRING GP-CHASSIS

SMCS-1434

i03681720

NOTE	REF NO	GRAPHIC REF	PART NUMBER	QTY	PART NAME + 2 3 + 5 + PRODUCT (LVL)	SEE PAGE
1	1		8X-3463	1	LAMP-HALOGEN (24-VOLT, 70-WATT)	
2	1		153-0250	1	BODY AS-LAMP	
3	1		836-7295	1	LENS AS (FLOODLIGHT)	
4	1		150-0252	1	SCREW	
5	1		100-8849	2	CLAMP	



GRAPHIC #1

<END>

g00449622

ELECTRICAL AND STARTING SYSTEM

219-6485 LAMP GP-FL00D

S/N: APX1-UP

24-VOLT

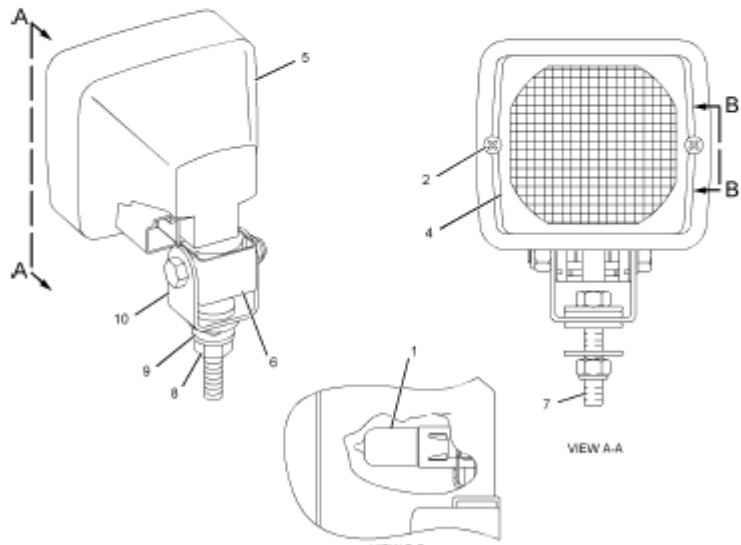
PART OF 312-3339 WIRING GP-CAMERA

SMCS-1434

102800500

NOTE	REF NO	GRAPHIC REF	PART NUMBER	QTY	PART NAME	PRODUCT LEVEL						SEE PAGE
						1	2	3	4	5	6	
	1		9X-3463	1	LAMP-HALOGEN (24-VOLT, 70-WATT)							
	2		9X-4244	2	SCREW-SPECIAL (M4X1.75X25-MM)							
	4		202-6614	1	LENS AS (FLOODLIGHT)							
	5		175-4292	1	BODY AS							
	6		164-7556	1	BRACKET (LAMP RETAINING)							
	7		247-4285	1	BOLT (M4X1.25X50-MM)							
M	8		6V-9109	1	LOCKNUT (M4X1.25-THD)							
	9		8T-4234	2	WASHER-PLATE (0.5X16X2-MM THK)							
	10		175-4291	1	BRACKET AS							

M-METRIC PART



GRAPHIC #1

<END>

g01148847

ELECTRICAL AND STARTING SYSTEM

4W-6634 STARTING MOTOR GP-AIR-VANE

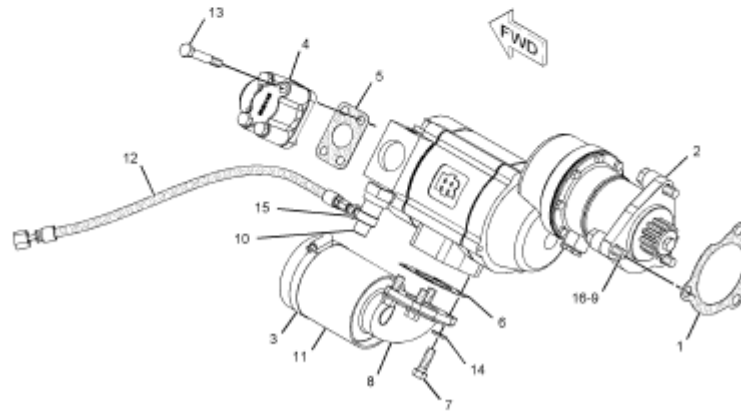
S/N: APX1970-UP
 SAE STANDARD ENGINE ROTATION
 PART OF 173-8418 STARTING AIR-AIR
 FOR USE WITH "O" FLYWHEEL HOUSING
 AN ATTACHMENT

SMCS-1451

i03096462

NOTE	REF NO	GRAPHIC REF	PART NUMBER	QTY	PART NAME	SEE PAGE
	1	1	9Y-6009	1	GASKET	
YR	2	1	7C-3372	1	STARTING MOTOR GP-AIR (VANE)	491
	3	1	5P-1717	1	CLAMP-HOSE	
	4	1	8N-8446	1	ELBOW	
	5	1	8N-8451	1	GASKET	
	6	1	8N-8452	1	GASKET	
	7	1	8T-8910	4	BOLT-SOCKET HEAD (1/2-18X1.5-IN)	
	8	1	107-8769	1	SILENCER-AIR STARTING	
	9	1	124-8647	3	SPACER (17X30X20-MM THK)	
CY	10	1	817-1556	1	LUBRICATOR GP-AIR MOTOR	489
	11	1	229-7889	1	SLEEVE	
I	12	1	230-1096	1	HOSE AS	
	13	1	1D-4566	4	BOLT (1/2-18X3.5-IN)	
	14	1	5P-8245	4	WASHER-HARD (18.5X25.5X3-MM THK)	
	15	1	8L-6557	1	CONNECTOR	
	16	1	9X-8001	3	BOLT (5/8-11X2.25-IN)	

C-CHANGE FROM PREVIOUS TYPE
 I-REFER TO HYDRAULIC INFORMATION SYSTEM
 R-REMG PART MAY BE AVAILABLE
 Y-SEPARATE ILLUSTRATION



GRAPHIC #1

<END>

q01141275

ELECTRICAL AND STARTING SYSTEM

230-7211 WIRING GP-LIGHTING (contd.)

103033738

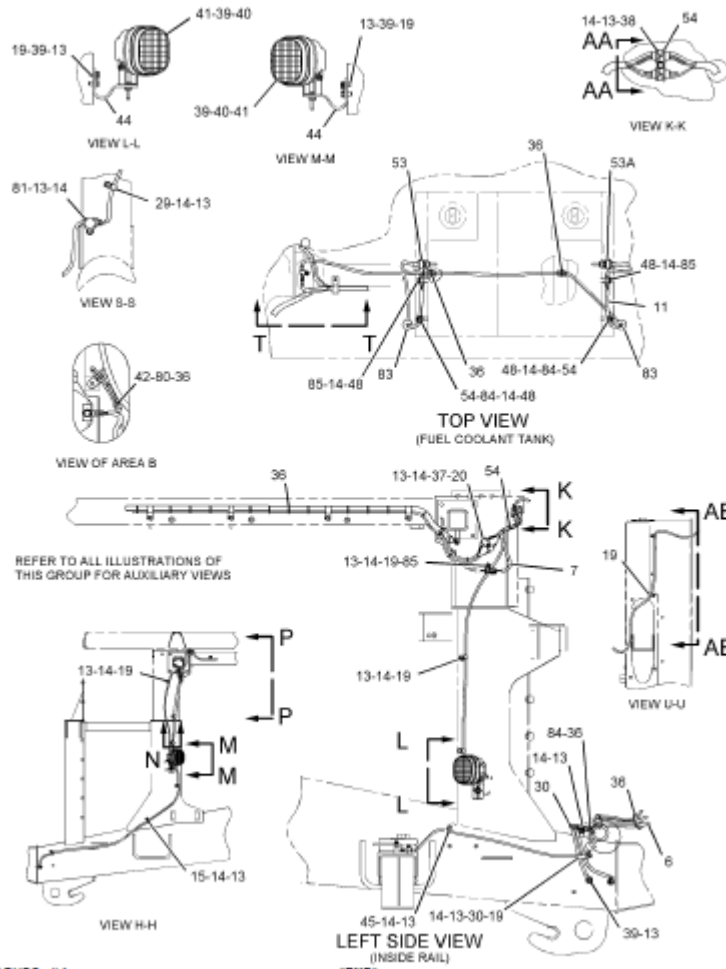
NOTE	REF NO	GRAPHIC REF	PART NUMBER	QTY	PART NAME (2 3 4 5 6 (PRODUCT LEVEL)	SEE PAGE
	02	2	110-2002	1	COVER AS	
		2	0T-9086	1	SCOD (3/8-16-THD)	
	03	4	5P-9185	2	GROMMET	
	04	1, 4	4P-7501	5	CLIP	
J	05	1, 2, 3, 4	190-5300	10	CLIP	
J	06	1	0T-4086	2	WASHER-HARD (10.2X10.5X2.5-MM THK)	
J	07	1	50-7879	2	BOLT (3/8-16X0.875-IN)	
L	08	1	0T-8787	6	PLUG-SEAL	
L	09	1	155-2267	2	PLUG AS-CONNECTOR (3-PIN)	
L	90	1	7K-1101	4	STRAP-CABLE	
	91	3	111-8814	0	BRACKET AS	
	92	3	5P-2955	0	BOLT (5/16-10X2.5-IN)	
	93	3	0T-4224	16	WASHER-HARD (0.8X16X2-MM THK)	
	94	3	0C-9060	0	LOCKNUT (5/16-10-THD)	

B-USE AS REQUIRED
 D-ORDER BY THE METER
 E-ORDER BY THE CENTIMETER
 J-(PARTS MARKED J ARE FOR RM539 ONLY)
 L-(PARTS MARKED L ARE FOR RM520 ONLY)
 M-METRIC PART
 Y-SEPARATE ILLUSTRATION

ELECTRICAL AND STARTING SYSTEM

230-7211 WIRING GP - LIGHTING (contd.)

i03033738



GRAPHIC #4

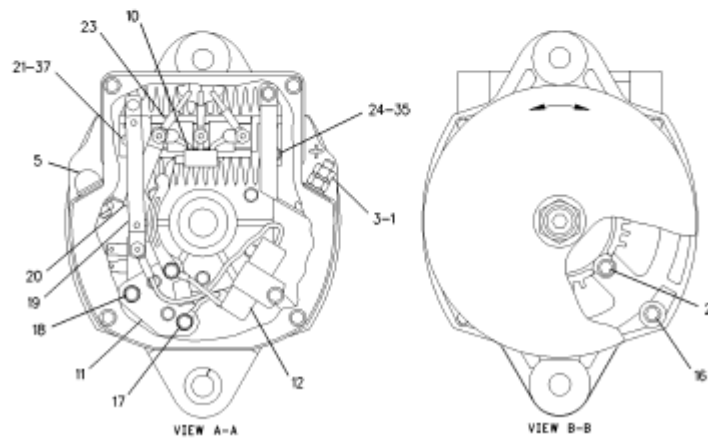
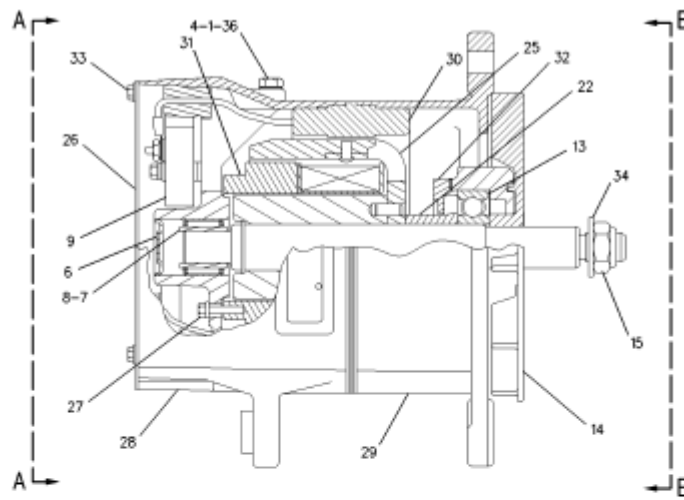
<END>

g01000724

ELECTRICAL AND STARTING SYSTEM

9X-7803 ALTERNATOR GP-CHARGING (contd.)

i09690122



GRAPHIC #1

<END>

g00741720

Anexo 02: Lista de camiones CAT 785 D Y 785 C con su codificación dentro de la operación

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PROPIETARIO	MARCA	MODELO	INGRESO A OBRA	TIPO DE FLOTA	CAPACIDAD DE CARGA	NRO SERIE EQUIPO	AÑO FABRICACIÓN
CAM-01	CAMION 785C #01 APX02218	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02218	2013
CAM-02	CAMION 785C #02 APX02305	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02305	2013
CAM-03	CAMION 785C #03 APX02309	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02309	2013
CAM-04	CAMION 785C #04 APX02310	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02310	2013
CAM-05	CAMION 785C #05 APX02311	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02311	2013
CAM-06	CAMION 785C #06 APX02312	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02312	2013
CAM-07	CAMION 785C #07 APX02313	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02313	2013
CAM-08	CAMION 785C #08 APX02314	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02314	2013
CAM-09	CAMION 785C #09 APX02329	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02329	2013
CAM-10	CAMION 785C #10 APX02327	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02327	2013
CAM-11	CAMION 785C #11 APX02328	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02328	2013
CAM-12	CAMION 785C #12 APX02330	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02330	2013
CAM-13	CAMION 785C #13 APX02331	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02331	2013
CAM-14	CAMION 785C #14 APX02332	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02332	2013
CAM-15	CAMION 785C #15 APX02333	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02333	2013
CAM-16	CAMION 785C #16 APX02346	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02346	2013
CAM-17	CAMION 785C #17 APX02347	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02347	2013
CAM-18	CAMION 785C #18 APX02349	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02349	2013
CAM-19	CAMION 785C #19 APX02356	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02356	2013
CAM-20	CAMION 785C #20 APX02357	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	1/04/2017	ACARREO	148 TON	APX02357	2013
CAM-21	CAMION 785C #21 APX00851	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	7/06/2019	ACARREO	148 TON	APX00851	2014
CAM-22	CAMION 785C #22 APX00951	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	7/06/2019	ACARREO	148 TON	APX00951	2014
CAM-23	CAMION 785C #23 APX00952	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	7/06/2019	ACARREO	148 TON	APX00952	2014
CAM-24	CAMION 785C #24 APX01149	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785C	7/06/2019	ACARREO	148 TON	APX01149	2014
CAM-25	CAMION 785D #25 MSY00650	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785D	12/09/2019	ACARREO	148 TON	MSY00650	2014
CAM-26	CAMION 785D #26 MSY00654	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785D	14/09/2019	ACARREO	148 TON	MSY00654	2014
CAM-27	CAMION 785D #27 MSY00638	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785D	7/02/2020	ACARREO	148 TON	MSY00638	2014
CAM-28	CAMION 785D #28 MSY00655	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785D	7/02/2020	ACARREO	148 TON	MSY00655	2014
CAM-29	CAMION 785D #29 MSY00652	COSAPI MINERIA SAC	CATERPILLAR	785D	7/02/2020	ACARREO	148 TON	MSY00652	2014

