

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y
METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO DE MINERAL
EN LA PLATAFORMA MARSHALING CON LA FLOTA AUXILIAR
TELEHANDLERS EN CIA MINERA LAS BAMBAS**

PRESENTADO POR:

Br. CRISTHIAN QUILLAHUAMAN QUIN

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO DE MINAS**

ASESOR:

Dr. JUAN FRANCISCO MELENDEZ NINA

CUSCO – PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Dr. Juan Francisco Delacruz Nina.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: Mejora de la Productividad del
Acarreo de Mineral en la Plataforma Marshaling
con la Flota Auxiliar telehandlers en CIA Minera
Las Bambas.....

Presentado por: Cristhian Quilluhaman Quien DNI N° 75198188.....;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Ingeniero de Minas.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso del Sistema Detección de*
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 20 de Enero..... de 2026.....

[Firma]
Firma

Post firma Dr. Juan Francisco Delacruz Nina

Nro. de DNI 23956879

ORCID del Asesor 0000-0001-8253-6295

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:547763407

MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO DE MINERALES EN LA PLATAFORMA MARSHALINGdocx



Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::27259:547763407

222 páginas

Fecha de entrega

20 ene 2026, 5:37 p.m. GMT-5

32.376 palabras

182.562 caracteres

Fecha de descarga

20 ene 2026, 6:23 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO DE MINERALES EN LA PLATAFORMA MARSHALIN....docx

Tamaño del archivo

10.8 MB

10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
95 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
277 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

"Dedico este trabajo a quienes me enseñaron la importancia de soñar en grande y de no rendirme. A la memoria de Rosa Quin Pizarro, cuya inspiración me guio a través de este camino. Que este esfuerzo sirva como testimonio del poder de la fe y la dedicación."

AGRADECIMIENTOS

"Mi más sincero agradecimiento al Mtr. Francisco Meléndez Nina, por su invaluable guía, su paciencia infinita y su compromiso inquebrantable a lo largo de este proyecto. Sus críticas constructivas y su vasta experiencia fueron fundamentales para la realización de esta investigación."

"A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco] y a la De Ingenieria Geologia, Minas Y

Metalurgica por haberme brindado el entorno académico y los recursos necesarios para llevar a cabo este estudio."

"A mi hermana, Fabiola Quillahuaman Quin, por su paciencia infinita, por cada café y cada palabra de aliento que me mantuvo firme en los momentos de mayor estrés. Este triunfo es compartido."

RESUMEN

Minera Las Bambas cuenta con una flota auxiliar de telehandlers para el sistema de acarreo que opera en la plataforma Marshaling. Estos equipos presentan diversos registros de paradas por fallas, lo que afecta la productividad de la plataforma y el rendimiento de la empresa. Por esto se desarrolló una investigación para dar respuesta a la interrogante de ¿cómo mejorar la productividad de la flota auxiliar de la empresa Minera Las Bambas? Es así que el objetivo de esta investigación fue mejorar la productividad del acarreo del mineral, el cual se logró mediante el diagnóstico de la disponibilidad de la flota auxiliar, el AMEF de dicho sistema y las propuestas de mejora que se corresponden. Indagando en los registros de operaciones que indicaran la productividad actual de la flota para determinar los modos de defectos y fallas. Con una metodología cuantitativa no experimental, con nivel descriptivo y una muestra de tres maquinarias Caterpillar, se identificaron que la disponibilidad de la flota se encuentra sobre el 63% con actividades de mantenimiento correctivo no programado. El AMEF realizado indicó el requerimiento de efectuar un plan de mantenimiento preventivo rutinario y programado sobre los sistemas más críticos de la maquinaria. Las conclusiones indican que, el plan de mantenimiento permite una mejora del 30% en la productividad y la disponibilidad se posiciona sobre el 95%.

Palabras Clave: Productividad, Disponibilidad, Flota Auxiliar, AMEF.

ABSTRACT

Minera Las Bambas has an auxiliary fleet of telehandlers for the haulage system operating on the Marshaling platform. These machines have a history of downtime due to failures, impacting platform productivity and the company's overall performance. Therefore, research was conducted to answer the question: How can the productivity of Minera Las Bambas' auxiliary fleet be improved? The objective of this research was to enhance ore haulage productivity. This was achieved through a diagnostic assessment of the auxiliary fleet's availability, a Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) of the system, and the corresponding improvement proposals. Operational logs were reviewed to determine the fleet's current productivity and identify failure modes. Using a non-experimental, descriptive, quantitative methodology with a sample of three Caterpillar machines, the research identified that fleet availability is above 63%, with unscheduled corrective maintenance activities. The FMEA performed indicated the need to implement a routine and scheduled preventive maintenance plan for the most critical machinery systems. The findings indicate that the maintenance plan allows for a 30% improvement in productivity, and availability reaches over 95%.

Keywords: Productivity, Availability, Auxiliary Fleet, FMEA.

INTRODUCCIÓN

Las actividades de producción minera poseen una gran importancia en la economía del país, representando, aportando significativamente al Producto Interno Bruto. La empresa Minera Las Bambas, administra las operaciones en la plataforma Marshaling la cual, es responsable de la explotación de recursos minerales que, se realizan a cielo abierto. La operatividad de la mina se monitorea por medio de registros que son presentados continuamente por los responsables de guardia.

En el sistema de acarreo de la plataforma Marshaling se encuentra la operatividad de la flota de telehandlers, los cuales están apareciendo en los reportes operativos con continuas paradas no programadas, lo que está repercutiendo en su productividad y en la disponibilidad de la maquinaria, afectando así el rendimiento de la plataforma y la rentabilidad de la organización. Partiendo de esta problemática en general, se desarrolló una investigación aplicada y explicativa resolver el problema de investigación y con ello, dar respuesta a los objetivos formulados.

Este trabajo se compone de los siguientes acápites,

Capítulo I dedicado al planteamiento del problema, formulación, objetivos, justificación, Operacionalización de variables, hipótesis y matriz de consistencia.

Capítulo II contenido del marco teórico y el desarrollo de los conceptos asociados a minería, productividad, disponibilidad, plan de mantenimiento y flotas operativas.

Capítulo III Contenido del desarrollo de la metodología de la investigación.

Capítulo IV Desarrollo y diagnóstico de la situación operativa de la mina y la descripción sobre los aspectos de producción, técnicas y comportamiento productivo de la mina.

Capítulo V de análisis de resultados, en el que se han desarrollado los objetivos de investigación, conclusiones y recomendaciones.

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRAC.....	v
INTRODUCCIÓN.....	vi
INDICE DE FIGURAS	xix
INDICE DE TABLAS.....	xx
INDICE DE ABREVIATURAS	xxii
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
1.1.DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	24
1.2.FORMULACION DEL PROBLEMA.....	26
1.2.1.PROBLEMA GENERAL	26
1.2.2.PROBLEMAS ESPECIFICOS.....	26
1.2.3.JUSTIFICACION ECONOMICA.....	26
1.3.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	26
1.3.1.OBJETIVO GENERAL.....	26
1.3.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS	27
1.4.DELIMITACION DEL ESTUDIO	27
1.4.1.DELIMITACION ESPACIAL	27

1.4.2.DELIMITACION TEMPORAL.....	27
CAPITULO 2: MARCO TEORICO.....	28
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.....	28
2.1.1.ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	28
2.1.2.ANTECEDENTES NACIONALES	29
2.2.BASES TEORICAS	30
2.2.1.1.IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD.....	31
2.2.1.1.1.PRODUCTIVIDAD FISICA	31
2.2.1.1.2.POR VALOR AGREGADO	32
2.3.MARCO CONCEPTUAL	32
2.3.1.MINERÍA A TAJO ABIERTO	32
2.3.1.1.MÉTODO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO	34
2.3.1.2.ETAPAS DE LA OPERACIÓN MINERA A CIELO ABIERTO	35
2.3.2.DISEÑO DEL TAJO	36
2.3.3.DISEÑO DEL BANCO.....	36
2.3.4.RESERVAS DE MINERAL	37
2.3.5.DISEÑO DE OPERACIONES UNITARIAS	38
2.3.5.1.PERFORACIÓN.....	38
2.3.5.2.VOLADURA.....	38
2.3.5.3.CARGUÍO Y ACARREO	39
2.3.6.OPTIMIZACIÓN Y MEJORAMIENTO	40

2.3.7.PRODUCTIVIDAD DEL MINERAL	40
2.3.8.SISTEMA DE CARGUÍO Y ACARREO.....	41
2.3.9.ÁREA DE MANTENIMIENTO.....	42
2.3.10.FACTORES QUE INFLUENCIAN LA SELECCIÓN DE EQUIPOS	42
2.3.11.FLOTA DE EQUIPOS AUXILIARES	43
2.3.12.TELEHANDLERS CAT TH514C.....	43
2.4.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO:	45
2.3.13.MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS	45
2.3.13.1.CORRECTIVOS PROGRAMADOS Y NO PROGRAMADOS.....	45
2.3.14.TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)	46
2.3.15.TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES (MTTR)	47
2.3.16.ANALISIS DE MODO DE FALLA Y EFECTO AMEF	48
2.3.17.SISTEMA DE CONTROL	48
2.3.18.DESCRIPCION DE OPERACIONES Y DETENCIONES.....	49
2.3.18.1.INSPECCION DEL EQUIPO	49
2.3.18.2.POSICIONAMIENTO DE ESTABILIZADOR PARA DESMONTAJE Y MONTAJE DE TAPAS	50
2.3.18.3.TRANSPORTE DE TAPAS	51
2.3.18.4.DETENCIONES PROGRAMADAS	51
2.3.18.5.DETENCIONES NO PROGRAMADAS	51
2.3.18.6.FALLAS POR FACTORES HUMANOS	52

2.3.18.7.FALLAS POR FACTORES TÉCNICOS	52
2.3.19.CONFIABILIDAD HUMANA	52
2.4.HIPOTESIS.....	54
2.4.1.HIPOTESIS GENERAL	54
2.4.2.HIPOTESIS ESPECIFICAS	54
2.5.VARIABLES.....	54
2.5.1.IDENTIFICACION DE VARIABLES	54
2.5.1.1.VARIABLE INDEPENDIENTE	54
2.5.1.2.VARIABLE DEPENDIENTE	54
2.5.2.OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	55
2.6.DEFINICION DE TERMINOS BASICOS	55
CAPITULO 3: METODO DE INVESTIGACION.....	60
3.1.DISEÑO DE INVESTIGACION.....	60
3.2.ALCANCE DE INVESTIGACION	61
3.3.POBLACION.....	61
3.4.MUESTRA.....	61
3.5.UNIDAD DE ANALISIS	62
3.6.TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS	62
3.7.TECNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....	62
3.8.TECNICAS DE ANALISIS DE DATOS.....	63
CAPITULO 4: PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO DEL MINERAL CON LA	

FLOTA AUXILIAR TELEHANDLER	64
4.1. PLATAFORMA MARSHALING	64
4.2. PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO DE MINERAL CON LA FLOTA DE TELEHANDLERS	67
CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	77
5.1. RESULTADOS.....	77
5.1.1. EVALUAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE LA FLOTA AUXILIAR TELEHANDLERS DE ACUERDO CON EL TIPO DE MANTENIMIENTO QUE SE REALIZA ACTUALMENTE EN LA CIA MINERA LAS BAMBAS.	77
5.1.2. DESARROLLAR EL AMEF (ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA) DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL DE FLOTA AUXILIAR TELEHANDLERS EN LA CIA MINERA LAS BAMBAS.....	78
5.1.3. MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD Y LA REDUCCIÓN DE COSTOS DEL ACARREO DE MINERAL CON UNA ADECUADA PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTOS DE LA FLOTA AUXILIAR TELEHANDLERS.....	98
5.1.4. MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO DEL MINERAL CON LA FLOTA AUXILIAR TELEHANDLERS CON LA UTILIZACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ADECUADO EN LA CIA MINERA LAS BAMBAS.....	103
5.2. DISCUSIÓN.....	107
CONCLUSIONES.....	110
RECOMENDACIONES	112
Bibliografía.....	113
ANEXOS.....	117

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 PERFORACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE BANCOS	37
FIGURA 2 PRODUCTIVIDAD MINERA	41
FIGURA 3 TELEHANDER CAT	44
FIGURA 4 TH514C CON ESTABILIZADORES	44
FIGURA 5 ESTABILIZADOR PARA MONTAJE Y DESMONTAJE.....	50
FIGURA 6 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE MARSHALING, DESDE EL CONCENTRADO EN FAJA HASTA LA SALIDA DE PORTACONTENEDORES.	66
FIGURA 7 DIAGRAMA DE PARETO	89
FIGURA 8 VARIACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD	102
FIGURA 9 VARIACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD	102
FIGURA 10 COMPORTAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD ANTES Y DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN	103
FIGURA 11 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD ANTES Y DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN	106
FIGURA 12 YACIMIENTO FERROBAMBAS	118
FIGURA 13 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	119
FIGURA 14 REPRESENTACIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE RESERVAS EN LA MINA	133
FIGURA 15 PALA ELÉCTRICA MODELO CAT 7495.....	141
FIGURA 16 REPRESENTACIÓN Y ESQUEMA DE TRABAJO DE LA CHANCADORA PRIMARIA	143

INDICE DE TABLAS

TABLA 1	TIPOS DE EXPLOSIVOS UTILIZADOS EN LA MINERA LAS BAMBAS Y PROVEEDORES ASOCIADOS.....	39
TABLA 2	OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE	55
TABLA 3	MARCA Y MODELO DE TELEHANDERS	61
TABLA 4	PRODUCCIÓN PROGRAMADA MENSUAL DE MINERAL CONCENTRADO.....	68
TABLA 5	PRODUCCIÓN ACARREO EJECUTADA MENSUAL DE MINERAL CONCENTRADO	69
TABLA 6	VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PROGRAMADA Y EJECUTADA DE MINERAL CONCENTRADO	70
TABLA 7	PRODUCCIÓN ACARREO PROGRAMADA DIARIA DE MINERAL CONCENTRADO	71
TABLA 8	PRODUCCIÓN ACARREO EJECUTADO DIARIO DE MINERAL CONCENTRADO	72
TABLA 9	VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PROGRAMADA Y EJECUTADA DE MINERAL CONCENTRADO	73
TABLA 10	PROYECCIÓN DE PRODUCTIVIDAD Y DISPONIBILIDAD CON PLAN DE MANTENIMIENTO.....	75
TABLA 11	PRODUCTIVIDAD Y DISPONIBILIDAD ACTUAL.....	75
TABLA 12	ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE PARADAS NO PROGRAMADAS DE LA FLOTA AUXILIAR TELEHANDLERS POR MES EN EL AÑO 2024	77
TABLA 13	DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS PARA EL ACARREO DEL MINERAL CONCENTRADO	77
TABLA 14	REGISTRO DE MANTENIMIENTO NO PROGRAMADOS EFECTUADOS SOBRE LA FLOTA DE TELEHANDLERS	79
TABLA 15	MATRIZ AMEF	83

TABLA 16 JERARQUIZACIÓN DE EVENTOS DE FALLAS FLOTA AUXILIAR	88
TABLA 17 INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO RUTINARIO	90
TABLA 18 INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	91
TABLA 19 DETALLE DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO A REALIZAR.....	92
TABLA 20 VARIACIÓN DE COSTOS PARA EL MINERAL CONCENTRADO	98
TABLA 21 COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA AUXILIAR DE TELEHANDLERS	99
TABLA 22 PROYECCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MINERAL CONCENTRADO.....	100
TABLA 23 PROYECCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD PARA MINERAL CONCENTRADO	101
TABLA 24 PRUEBA T PARA PRODUCTIVIDAD PARA MINERAL CONCENTRADO.....	104
TABLA 25 PRUEBA T PARA DISPONIBILIDAD	105
TABLA 26 RESERVAS MINERALES	131
TABLA 27 CAPACIDAD DE LA FAJA TRANSPORTADORA DE CHANCADO AL STOCK PILE...	144
TABLA 28 ESPECIFICACIONES Y CAPACIDAD DEL STOCKPILE	145

INDICE DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
AMEF	Análisis de Modo y Efecto de Falla
ANFO	Nitrato de amonio con combustible (Ammonium Nitrate Fuel Oil)
CAT	Caterpillar Inc.
CIA	Compañía
CMMS	Computerized Maintenance Management System (Sistema Computarizado de Gestión del Mantenimiento)
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis (Análisis de Modo y Efecto de Falla, en inglés)
H/H	Horas-hombre
H/M	Horas-máquina
KPI	Key Performance Indicator (Indicador Clave de Desempeño)
MANTTO	Mantenimiento
MTBF	Mean Time Between Failures (Tiempo Medio Entre Fallas)
MTTR	Mean Time To Repair (Tiempo Medio Entre Reparaciones)
NPT	Non-Productive Time (Tiempo No Productivo)
OEE	Overall Equipment Effectiveness (Eficiencia Global de los Equipos)
PIP	Performance Improvement Plan (Plan de Mejora del Desempeño)

PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
SAP	Systems, Applications and Products in Data Processing
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (Sistema de Supervisión y Adquisición de Datos)
TM	Tonelada Métrica
TPM	Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total)
TPH	Toneladas por hora
TH	Telehandler (Manipulador Telescópico)
UEBD	Utilización Efectiva Bruta Diaria
USD	Dólar estadounidense
VBP	Valor Bruto de Producción
%	Porcentaje
°C	Grado Celsius
km	Kilómetro
h	Hora
min	Minuto
s	Segundo
t	Tonelada
m ³	Metro cúbico
m	Metro
mm	Milímetro

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En el marco de la minería, específicamente hablando, la minería superficial viene a ser la extracción de mineral de la superficie de la tierra, este tipo de actividad nos permite obtener mayores rendimientos pues permite utilizar maquinaria de mayor tamaño y capacidad, obteniendo un mayor control de las actividades, y brinda mayor seguridad en las operaciones.

El acarreo de mineral ha sido una actividad fundamental en la minería desde tiempos prehistóricos. Antes de la invención de maquinarias pesadas y motores, los mineros tenían que transportar manualmente los minerales desde el frente de trabajo hasta la superficie.

En la Antigüedad, se utilizaban animales de carga como burros, mulas y camellos para transportar el mineral. En algunos casos, los esclavos también eran empleados para llevar a cabo esta tarea. Estos animales y personas caminaban por senderos estrechos y empinados en las minas, cargando sacos de mineral y otros materiales. Con la llegada de la Revolución Industrial en el siglo XVIII, la maquinaria y la tecnología avanzada transformaron la minería. Se desarrollaron sistemas de acarreo mecanizados para transportar el mineral más eficientemente. Las vagonetas tiradas por caballos y los sistemas de cable aéreo fueron los primeros avances en la mecanización del acarreo de mineral. A medida que la tecnología avanzaba, se inventaron nuevos sistemas de acarreo, como las cintas transportadoras, los trenes mineros y los camiones de transporte de carga. Estos sistemas hicieron posible el transporte de grandes cantidades de mineral en un corto período de tiempo.

El objetivo de la minería moderna es la optimización de las operaciones con el

menor costo posible, por tanto, priorizar un plan de mantenimiento de flotas auxiliares para realizar el acarreo de mineral en minera las Bambas es de vital importancia, en ese sentido se estaría optimizando la producción de mineral en menor tiempo y a un bajo costo, por consiguiente, se debe describir situación actual del acarreo en planta concentradora y definir los controles para el tipo de trabajo.

En Minera las Bambas el carguío de mineral implica el movimiento de mineral almacenado al portacontenedor, Por lo tanto, cada mina debe proporcionar herramientas y recursos para tener una continuidad con los equipos involucrados en el proceso, por lo que actualmente podemos apreciar al momento de realizar el acarreo de mineral en la plataforma Marshaling de la CIA minera las Bambas, se cuenta con un terreno afirmado pero, con un espacio reducido que no permite maniobrar con normalidad los Telehandlers, las fallas que se presentan en los Telehandlers son detectadas y reportadas cuando el equipo paraliza sus operaciones por mantenimientos preventivos o correctivos, los Telehandlers están siendo operados por un personal que no tiene las competencias suficientes para operar el equipo, los costos de las reparaciones se incrementan debido a las emergencias, en este sentido nuestra flota auxiliar (Telehandlers), debe tener al mantenimiento preventivo y correctivo como procesos fundamentales para garantizar la disponibilidad y confiabilidad necesarias para la producción de minerales. Siendo así la disponibilidad mecánica de un equipo, la relación entre las horas de trabajo y las horas dedicadas al mantenimiento para realizar sus tareas en un determinado período de tiempo.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo mejorar la productividad del acarreo de mineral con la utilización de un plan de mantenimiento adecuados para la flota auxiliar Telehandlers en la plataforma Marshaling en la CIA Minera las Bambas?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS

- ¿Cuál es la disponibilidad de los equipos de la flota auxiliar Telehandlers de acuerdo con el tipo de mantenimiento que se realiza actualmente en plataforma Marshalling en la CIA Minera Las Bambas?
- ¿Cómo determinar las causas de las fallas de la flota auxiliar Telehandlers en plataforma Marshalling en la CIA en Minera Las Bambas?
- ¿Cómo afecta a la productividad y a los costos en el acarreo de mineral una mala planificación de mantenimientos de la flota auxiliar Telehandlers en plataforma Marshalling en la CIA en Minera Las Bambas

1.2.3. JUSTIFICACION ECONOMICA

La presente investigación está evaluando los costos operativos que son empleados en las reparaciones de los equipos de la flota auxiliar Telehandlers dentro de la plataforma Marshaling que no debería exceder a lo planteado es por eso que cumplir con el planeamiento de los mantenimientos preventivos, correctivos y la inspección pre-mantenimiento permitirá que no se genere costos adicionales a lo presupuestado y adicionalmente no extenderá el tiempo de ejecución.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar la productividad del acarreo del mineral con la flota auxiliar Telehandlers con la utilización de un plan de mantenimiento adecuado en la CIA Minera Las

Bambas.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar la disponibilidad de los equipos de la flota auxiliar Telehandlers de acuerdo con el tipo de mantenimiento que se realiza actualmente CIA Minera las Bambas.
- Desarrollar el AMEF (Análisis del Modo y efecto de Falla) del plan de mantenimiento actual de flota auxiliar Telehandlers en CIA Minera Las Bambas.
- Mejorar la productividad y reducir costos del acarreo de mineral con una adecuada planificación de mantenimientos de la flota auxiliar Telehandlers.

1.4. DELIMITACION DEL ESTUDIO

1.4.1. DELIMITACION ESPACIAL

El presente proyecto de investigación tiene como alcance desde la U.M Las Bambas que se encuentra en el distrito de Challhuahuacho, la plataforma Marshalling y los equipos Telehandlers.

1.4.2. DELIMITACION TEMPORAL

El presente proyecto de investigación tiene como alcance temporal de 01 de enero hasta el 31 de diciembre del 2024.

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Según Rodríguez E. (2013), en su tesis presentada en la Universidad de Chile (Chile) en su trabajo “*Modelo analítico para el dimensionamiento de flota de transporte en minería a cielo abierto: Análisis de prioridades de atención según rendimiento*” con el objetivo de estudiar los beneficios que podría traer la utilización de prioridades de atención en el proceso de carga de camiones en minería a cielo abierto, cuando la flota de transporte disponible es heterogénea en términos de capacidad, y por consecuencia, en costos operacionales y el desarrollo de un modelo analítico de dimensionamiento de flota de camiones que represente las características del proceso de carguío y transporte en minería cielo abierto bajo condiciones operacionales en estado de régimen. Concluyendo que para una determinada flota homogénea, al momento de comparar los rendimientos obtenidos a través del modelo analítico y el modelo MFA, se observan diferencias que pueden diferir entre un 4,8% y un 8,7% en el valor de las toneladas por hora transportadas estimadas. Es evidente, que los menores rendimientos se obtienen con el modelo analítico producto de los efectos de la congestión. Así como, para el caso de flotas heterogéneas, para una muestra de 100 tamaños de flotas diferentes, se observa que la inclusión de aleatoriedad en la tasa de llegada, como en el proceso de carga, reduce la capacidad teórica de la flota en un promedio de un 11,6% con un intervalo de confianza del 3,6% con un 95% de confiabilidad.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Ortiz et al. (2019) en su investigación realizada en la **Universidad Nacional de Cajamarca (Perú)** en su trabajo *“Propuesta de gestión para incrementar la disponibilidad mecánica y reducir los costos de alquiler en los equipos de carguío en la empresa minera Cajamarca”*. Se analizó la gestión actual en el área de mantenimiento de la empresa Minera de Cajamarca, determinando principalmente la falta de competencia y capacitación del personal de operación en equipos, y en general y la baja disponibilidad (63.03%) de los equipos en general lo cual afecta directamente en la producción y en los altos costos de alquiler que ascienden a S/. 275,212.81 aproximadamente.

Bonzi R. (2019) en su trabajo presentado a la **Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú)** *“Propuesta de mejora de la utilización efectiva en base a la disponibilidad de la flota de carguío y transporte en minería Los Pelambres”* A modo de conclusión general se recomienda a la empresa gestionar lo antes posible la reportabilidad, puesto que, sin una confiabilidad de los datos, las decisiones tomadas pueden ser erróneas. Es necesario tener una base de datos fidedigna y completa para poder realizar una gestión correcta y tener el control necesario de la operación. Respecto al análisis estadístico de los datos obtenidos por Dispatch® y del levantamiento de datos en terrenos, se concluye que la operación de Minera Los Pelambres posee varios desafíos significativos, como la falta de comunicación entre las áreas, el desarrollo y planificación de los caminos, el traslado de los equipos de carguío, el traslado de los operadores a colación, etc., que al desarrollarlos se obtendrían beneficios en la productividad y producción. Se tienen desafíos humanos y de gestión, como la organización y el compromiso entre las áreas, la reportabilidad, el seguimiento de los diferentes procesos, etc., lo que en suma de cada uno de los detalles, generaría grandes frutos dentro del negocio global. Es necesario tener

información de las necesidades de cada área, puesto que una actividad provechosa en todo grupo de trabajo es el “Feedback”. Se recomienda hacer un seguimiento de la estiba y factor de carga de los camiones, y de la pendiente de las rampas de acceso, puesto que la cantidad de derrames en los caminos y el tiempo en su limpieza es elevada. Este desafío influye directamente en las demoras no programadas, lo que disminuye los tiempos efectivos de las palas y camiones, conllevando una disminución en la UEBD. Una forma de agregar valor al negocio es con la incorporación de nuevas tecnologías a los sistemas actuales de operación, como el sistema de visión y monitoreo de los elementos de desgaste en las palas de carguío. La instalación de esta tecnología permitirá disminuir los tiempos de pérdidas operacionales (inspección manual de los dientes) y de las demoras no programadas (detección de inchacables), junto con una disminución de las horas de inspección por parte de las cuadrillas de mantención. Esto repercute en recuperar tiempo efectivo, lo que aumentaría considerablemente la UEBD de las palas.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. PRODUCTIVIDAD

Es el uso eficiente de los recursos: mano de obra, capital, tierra, materiales, energía e información en la producción de bienes y servicios, es decir, la capacidad de aumentar la producción aumentando los factores anteriores. La productividad es la relación entre los resultados y el tiempo que lleva lograrlos, la relación entre la cantidad y la calidad de los bienes o servicios producidos.

Por otro lado, Belcher (1991) en su libro *General Productivity* nos da una idea más simple de Productividad al señalar de qué estamos hablando la relación entre lo que una organización produce y los recursos necesarios para tal producción.

2.2.1.1. IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD

Según (Carro Paz & González Gómez, 2014) La productividad consiste en mejorar la eficiencia del proceso de producción, lo que se refleja en una relación favorable entre los recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios generados. En este contexto, funciona como un indicador que cuantifica la proporción entre la producción alcanzada y los insumos empleados, facilitando así la evaluación del desempeño del sistema productivo.

La evaluación de la productividad es un procedimiento simple que puede llevarse a cabo a través de diversos indicadores. Por ejemplo, es posible medirla considerando las horas de trabajo necesarias por tonelada de un producto de acero o la cantidad de energía requerida para producir un kilovatio de electricidad. Estos indicadores facilitan el análisis de la eficiencia en la utilización de los recursos y contribuyen a la optimización de los procesos productivos.

En el sector de servicios, los desafíos relacionados con la medición de la productividad suelen ser más complejos y sutiles. Un ejemplo de ello es la investigación legal, donde cada caso presenta particularidades únicas. Las diferencias en los temas regulatorios pueden influir en la precisión de las métricas utilizadas para evaluar el desempeño, como la medición de incidentes de trabajo o incidentes de trabajadores, generando variaciones que dificultan una evaluación exacta y estandarizada.

2.2.1.1.1. PRODUCTIVIDAD FISICA

Según Carro Paz y González (2010) El rendimiento material de una entrada es el cociente de la salida física de un sistema y la cantidad de entrada requerida para producir esa salida, o algo así como la cantidad de salida por unidad de una de las entradas. La producción se puede expresar en toneladas, metros, metros cuadrados, unidades y las

entradas en horas-hombre, horas-máquina, kilovatios-hora.

2.2.1.1.2. POR VALOR AGREGADO

Según Luis Campos (2016), los productos tienen precios en moneda local. Este índice, ampliamente utilizado por organizaciones internacionales como una medida de la productividad comparativa entre países, a menudo es criticado porque no tiene en cuenta los cambios dentro de los países como resultado del uso excesivo. Utilizando la expresión monetaria de los productos, es decir, fijándolos en el mercado según su precio de venta, podemos obtener cantidades agregadas. Así, el número de unidades de un producto valorado de esta manera se denomina valor total de producción manufactura (VBP).

La productividad, tanto por hora como por empleado, se puede calcular fijándola al precio de venta. Nuestra capacidad de medir la productividad dependerá, por un lado, del nivel de análisis que realicemos para determinar la medición en función del volumen o valor agregado (área de fábrica o planta completa o industria) y por otro lado de la capacidad de recopilar información sobre el total de horas o de empleados ocupados.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. MINERÍA A TAJO ABIERTO

Una mina a tajo abierto es una excavación superficial, cuyo objetivo es la extracción de mineral económico. Para alcanzar este tipo de mineral usualmente es necesario excavar, además grandes cantidades de roca estéril Bravo (2018). En esta se puede explotar dos o más sectores dentro de la mina ubicados en distintos lugares como pueden ser en tajo central y tajos laterales de los cuales debemos definir por cuál de ellos comenzamos.

De acuerdo con las definiciones de EXSA (2013) la voladura a tajo abierto se efectúa en bancos, los cuales son excavaciones similares a escalones en el terreno. Su característica principal es la de tener, como mínimo, dos caras libres: La superior y la

frontal. Asimismo, la voladura en bancos es aquella que se realiza con taladros verticales e inclinados; las cuales, tienen la distribución de su carga explosiva en forma cilíndrica (raras veces es esférica).

Ventajas de la explotación a cielo abierto

- Los costos de explotación son menores porque pueden utilizarse grandes maquinarias.
- No son necesarias algunas tareas de infraestructura, como ventilación, iluminación, sostenimientos, etc.
- Son mucho mejores las condiciones de seguridad e higiene laboral.
- Más fácil planificación y control de las operaciones.
- Emplea mayor cantidad de mano de obra, por los volúmenes movidos.
- Ritmo más rápido de explotación.

Desventajas de la explotación a cielo abierto

- Implica una inversión mayor en maquinarias y equipamientos.
- Genera un impacto ambiental mayor.
- Produce mayor contaminación sonora, visual por el polvo en suspensión, e impacta considerablemente en las especies vegetales y animales existentes en el lugar de la explotación.
- Mayores limitaciones para alcanzar profundidad en las excavaciones.
- La filtración de agua en los tajos que son perjudiciales para la explotación.
- Las tareas de rehabilitación requeridas al finalizar la explotación son mucho mayores.

2.3.1.1. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO

Parámetros geométricos y/o Geotécnicos. Los costos de las operaciones por razones geo-mecánicas varían dependiendo del ángulo de talud, ya que automáticamente varían los perfiles de transporte. Todas las operaciones de carguío y transporte están estrechamente ligadas con el rendimiento de los equipos Seguridad Minera (2017).

Características del material. De igual manera que el punto anterior los costos de las operaciones están estrechamente ligados, ya que la dureza del material se verá afectado por el deterioro del acero de las maquinarias, así como también la densidad del material influirá en los costos y capacidad de los equipos, esto dependerá de la geología del yacimiento, la selectividad del material de operación del carguío, debido a las diferencias geológicas de los yacimientos Seguridad Minera (2017).

Explotación minera

Se realiza el movimiento de la capa superficial de materia orgánica y la capa de tierra arable entre la superficie del suelo y la grava o material aurífero que contiene el oro. Esta capa es conocida como desmonte o descargue, se retira el desmonte y todo el material es lavado en pozas de sedimentación Indhira et.al (2006).

Perforación

El diseño adecuado de la malla de perforación en conjunto con las propiedades físicas de la roca a perforar garantizara una buena perforación, de igual manera se garantiza una operación de equipo de carguío altamente productivo, ya que este tendrá menor deterioro en los baldes, reducción del sometimiento de sobreesfuerzo de los equipos, debido a que la granulometría del material es directamente proporcional al diseño de la malla, y por ende y garantizará una operación eficaz del transporte Seguridad Minera (2017).

Voladura

La Voladura se considera de vital importancia que la perforación ya que la granulometría depende proporcionalmente de los factores obtenidos o aplicados, estos factores se les denomina factores de carga, Se dice considera que a mayor factor de carga menor es la granulometría siendo así la operación de carguío sería más fácil y por ende según la geometría se optimizara la utilidad de los equipos de carguío. Para un procedimiento de volado altamente efectivo se requiere que todo el material haya sido eliminado o retirado para que la voladura no reduzca su efectividad Seguridad Minera (2017).

Servicios de Mina:

Es necesario una eficaz preparación del área de carguío ya que esta permitirá una mejor maniobra de los equipos, lo que garantiza una buena operación de las actividades Seguridad Minera (2017).

Chancado:

Es el primer paso en las etapas de producción para el proceso de purificación del producto final Seguridad Minera (2017).

2.3.1.2. ETAPAS DE LA OPERACIÓN MINERA A CIELO ABIERTO

La extracción, en cada nivel, se realiza en bancos con uno o varias fases, teniendo en cuenta los ritmos de producción y las restricciones geométricas impuestas entre las fases. Debe existir un desfase entre bancos a fin de disponer de unas plataformas de trabajo mínimas para que operen los equipos a su máximo rendimiento y en condiciones de seguridad. Los planes de minado buscan la secuencia con mayor valor actual neto. En función del número de bancos del pit final, de las fases de explotación y de los periodos de tiempo que configuran la vida de la explotación Bravo et al., (2018).

2.3.2. DISEÑO DEL TAJO

Un buen diseño de pit es aquel que incorpora para su elaboración factores como: necesidades de producción, estabilidad de los frentes, coherencia entre el diseño a corto plazo y el diseño a largo plazo del tajo, diseño de vías, zonas de explotación, zonas en recuperación, seguridad de las operaciones, mitigación de impactos ambientales, entre muchos otros elementos que deben considerarse. En pocas palabras, se puede decir que un diseño adecuado de pit es aquel que permite el cumplimiento del nivel de producción requerido, eficiencia y seguridad Kennedy, (1990).

Para la determinación del diseño de explotación de un tajo abierto primero se iniciará evaluando un modelo geológico básico del yacimiento para poder evaluar las reservas del yacimiento. Usando programas de datos como base de información, se realizará el diseño de la fosa límite del tajo y, a partir de este diseño, se determinarán los parámetros de diseño operativo para un determinado período ya sean años o meses Kennedy, (1990).

2.3.3. DISEÑO DEL BANCO

El diseño de los bancos en la planificación de la mina incluye la determinación de los diámetros mayor y menor, así como la altura de corte de cada nivel de explotación. Estos parámetros se establecen de acuerdo con el planeamiento económico del proyecto, asegurando una extracción eficiente y sostenible del yacimiento (Kennedy, 1990).

El ancho final del banco se define considerando la estabilidad de la pared final del pit y la seguridad frente a posibles derrumbes locales, además del ancho operativo necesario para las actividades mineras. Este ancho puede variar en función del volumen de producción y el método de transporte empleado, alcanzando aproximadamente 165 pies para camiones y hasta 2000 pies en el caso de transporte por trenes (Kennedy, 1990).

Figura 1

Perforación y dimensionamiento de bancos



Nota. Extraído de Minera Las Bambas

2.3.4. RESERVAS DE MINERAL

Es importante diferenciar entre reservas geológicas y reservas de mineral. Las reservas geológicas incluyen la totalidad de las menas presentes en el yacimiento, mientras que las reservas de mineral corresponden a aquellas cuya concentración de elementos valiosos justifica los costos de extracción y comercialización, además de garantizar una rentabilidad minera aceptable.

Las reservas minables de un yacimiento o proyecto representan la cantidad total de mineral que será procesado a lo largo de toda la vida útil del yacimiento. Antes de definir estas reservas, es fundamental desarrollar un plan de minado por periodos. Idealmente, el valor obtenido debe coincidir con la suma del mineral dentro del límite económico final. Sin embargo, pueden surgir variaciones debido a factores como ajustes en la estrategia de ley de corte o cambios en la disponibilidad de los recursos.

Mediante el uso del software minero MineSight, la empresa concesionaria Hudbay ha determinado los aspectos clave de la construcción geológica del yacimiento ubicado en la zona de Constancia. A partir de este análisis, se generó un modelo geológico de

bloques que permitió calcular las reservas del yacimiento, obteniendo un total de 449,600,000 toneladas de reservas medidas e indicadas, así como 138,100,000 toneladas de reservas inferidas. Además, la producción anual proyectada de cobre se estima en 90,000 TM.

2.3.5. DISEÑO DE OPERACIONES UNITARIAS

2.3.5.1. PERFORACIÓN

De acuerdo a Guevara Bustamante et al. (2013) una plataforma móvil, en donde todas las herramientas de perforación como sus operadores van montados sobre esta, permitiendo que la barrenación se realice simultáneamente en todas las perforadoras mediante taladros horizontales, verticales o inclinados, gracias a unos brazos articulados movidos por gatos hidráulicos pueden adoptar todas las posiciones. Pueden ir montados sobre llantas de hule o sobre orugas, y si es necesario sobre rieles.

2.3.5.2. VOLADURA

Esta técnica consiste en la perforación de la roca para posteriormente colocar explosivos y proceder con su detonación. Entre los explosivos utilizados se encuentran el nitrato de amonio (ANFO), guía, guía blanca, mecha rápida y dinamita de 45 como cebo (EXSA). El diseño de la malla de perforación es un factor clave en la fragmentación del mineral, ya que influye en la eficiencia del proceso, junto con la densidad de la carga explosiva, la secuencia de iniciación y otros parámetros operativos. En la tabla 1 podemos apreciar los tipos de explosivos utilizados en Minera las Bambas y los proveedores asociados.

Tabla 1

Tipos de explosivos utilizados en la Minera Las Bambas y proveedores asociados

Tipo de explosivo	Uso / características principales	Proveedores asociados
ANFO	Explosivo a granel económico empleado en voladuras de producción a cielo abierto; sensible al agua y adecuado para taladros secos.	FAMESA Explosivos; distribuidores locales.
ANFO pesado / mezclas con emulsión	Variante de ANFO con matriz de emulsión que mejora la energía, densidad y resistencia al agua.	Enaex Perú; FAMESA Explosivos.
Emulsiones a granel	Emulsiones bombeables o gasificadas de alta estabilidad, utilizadas en taladros húmedos y operaciones profundas; permiten controlar la energía de detonación.	Enaex Perú; Orica Perú; FAMESA Explosivos.
Explosivos encartuchados	Emulsiones o dinamitas encartuchadas para taladros cortos, pre-corte o tareas auxiliares de voladura.	FAMESA Explosivos; Orica Perú.
Sistemas de iniciación	Detonadores electrónicos, cordón detonante y sistemas de control de retardo que permiten sincronizar voladuras con precisión milimétrica.	Orica Perú; Enaex Perú.

Nota: Elaboración propia (2025) con base en información pública de **Enaex Perú (2024)**, **Orica Perú (2024)** y **FAMESA Explosivos (2023)**, así como reportes técnicos y tesis mineras sobre Las Bambas (p. ej., Rodríguez, 2013; Bonzi, 2019). Los contratos de suministro pueden variar según periodo y fase operativa.

2.3.5.3. CARGUÍO Y ACARREO

El carguío y acarreo de mineral representan uno de los rubros más relevantes dentro de la estructura de costos de la operación minera, siendo actividades fundamentales dentro del ciclo de minado para alcanzar los objetivos de la empresa. El proceso de carguío requiere el uso de equipos sofisticados, ya que es una de las operaciones clave

para garantizar la mejora continua. Para esta tarea, se emplean maquinarias especializadas, mientras que el transporte de materiales se realiza con una variedad de equipos de distintas capacidades y características (Bravo et al., 2018).

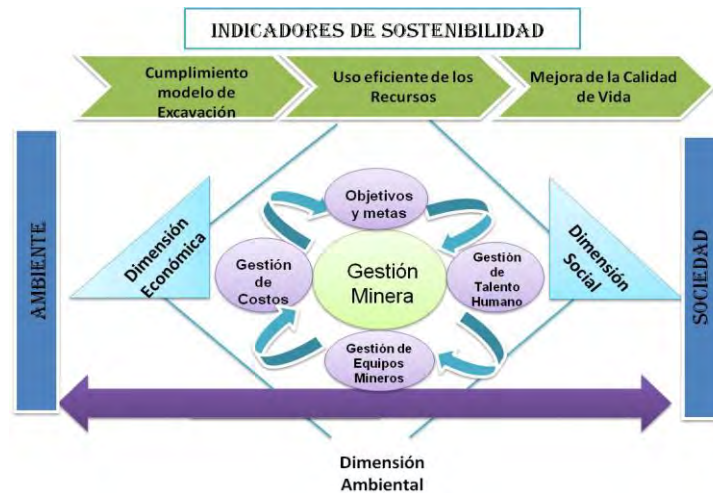
2.3.6. OPTIMIZACIÓN Y MEJORAMIENTO

Optimizar significa encontrar la mejor forma de llevar a cabo una actividad mediante el uso eficiente de los recursos, asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos. Se considera que un proceso, método o sistema ha sido optimizado cuando se han realizado ajustes en su ejecución habitual y se han logrado resultados superiores a los esperados. En este contexto, la optimización implica una gestión más eficiente de los recursos en función de los objetivos planteados (Serpa et al., 2004).

2.3.7. PRODUCTIVIDAD DEL MINERAL

Se define como la cantidad total de bienes o servicios generados a partir de los factores productivos utilizados, como capital, materia prima, procesos y mano de obra, permitiendo evaluar la eficiencia de un trabajador o sistema en un tiempo determinado. Esta métrica determina la capacidad de un sistema productivo para fabricar un producto o prestar un servicio en función del uso de los recursos disponibles. Se considera que una planta es más rentable cuando la productividad de sus empleados es alta (Kotler, 2016). En la industria minera, la productividad se mide mediante la relación entre el material extraído, expresado en unidades físicas, y los insumos utilizados, cuantificados en horas de trabajo productivo. Este concepto está estrechamente vinculado con la sostenibilidad, la gestión eficiente de los procesos y la satisfacción del cliente (Indhira et al., 2006).

Figura 2
Productividad minera



Nota. Información tomada de (Indhira et al., 2006).

2.3.8. SISTEMA DE CARGUÍO Y ACARREO

Según argumentaciones encontradas en Seguridad Minera (2017), el sistema de carguío y acarreo consiste en el retiro y traslado del material extraído de la mina. El objetivo del carguío y transporte es retirar el material detonado de la frente para posteriormente ser transportado al lugar que fue destinado para ello. Entre los cuales lo primero que se realiza es la perforación del área a trabajar, la posición de los equipos a trabajar, se retira el material desde la frente de trabajo (a este proceso se le denomina Carguío), seguidamente por el traspaso del material para el transporte a su lugar de destino (dominado acopio, botaderos, plantas etc.), posteriormente se descarga el material y el retorno del equipo de transporte si se requiere este último proceso.

Dentro de los procesos productivos de mayor costo se encuentra el carguío y acarreo de material, debido a que es el proceso con mayor cantidad de equipos involucrados, alto grado de mecanización, menor rendimiento productivo por equipo y constituye un proceso de operación prácticamente continuo y lento.

El carguío tiene como objetivo retirar el material tronado desde una pila dispuesta de forma tal que facilite la extracción de material hacia la planta y/o botaderos, como a puntos intermedios. Por su parte, el transporte consiste en el movimiento de materiales desde los puntos de extracción (carguío) hacia los diferentes destinos Marca, (2014).

2.3.9. ÁREA DE MANTENIMIENTO

Dada la experiencia y conocimiento adquirido de Unimaq SA en el mantenimiento de equipos ligeros en operaciones mineras de gran envergadura, el departamento de servicios (mantenimiento) se encarga de proporcionar oportuna y eficientemente los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo que requiere nuestro cliente. Esto nos permite administrar flotas de soporte brindando una gestión de mantenimiento adecuada a través de un seguimiento detallado a cada equipo en sus condiciones normales de trabajo de manera que se identifiquen y levanten condiciones inadecuadas en plazos menores a 24 horas.

Para cumplir con dicho soporte es necesario contar con un equipo de mantenimiento que consta de personal calificado (Supervisores, planificadores, programadores, especialistas, técnicos y logísticos) y herramientas especializadas, dicho personal está en condiciones de realizar un estricto seguimiento y cumplimiento a las tareas de mantenimiento.

2.3.10. FACTORES QUE INFLUENCIAN LA SELECCIÓN DE EQUIPOS

Los factores utilizados para la selección de los equipos son:

- Conocimiento previo del peso de las tapas de las góndolas.
- Configuración de las góndolas
- Características del área de trabajo (zonas de movimiento)

- Altura de trabajo y condiciones climáticas
- Condiciones de carguío.
- Radio de giro
- Estabilidad del equipo
- Garantizar que el equipo sea claramente adecuado para el tipo de trabajo
- El objetivo final para obtener de forma segura el máximo rendimiento al menor costo.

2.3.11. FLOTA DE EQUIPOS AUXILIARES

El telehandler TH514C es una de las máquinas industriales eficientes y fue diseñada para levantar cualquier tipo de cargas hasta alturas a la que ningún montacargas convencional podría levantar, además cuenta con un sistema de tracción 4x4 que le permite trabajar en cualquier terreno.

2.3.12. TELEHANDLERS CAT TH514C

Este equipo es utilizado para retirar y colocar las tapas de los portacontenedores que llevan mineral al puerto que van encima de semitrailers, proporciona el costo optimo en su clase por unidad de producción.

Incluyendo mejoras en seguridad, rendimiento, capacidad de servicio y comodidad, verá por qué el TH514C es el equipo óptimo para la tarea. Combine estas características con un excelente soporte de distribuidores y verá por qué cada vez más mineros eligen Telehandlers CAT para sus necesidades de producción.

Figura 3

Telehandler CAT

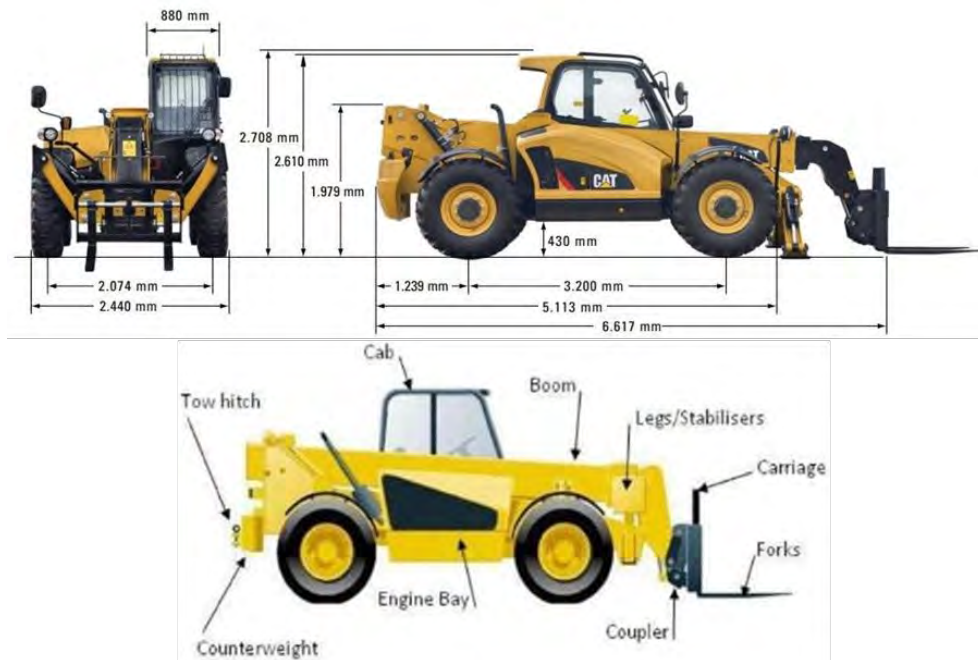
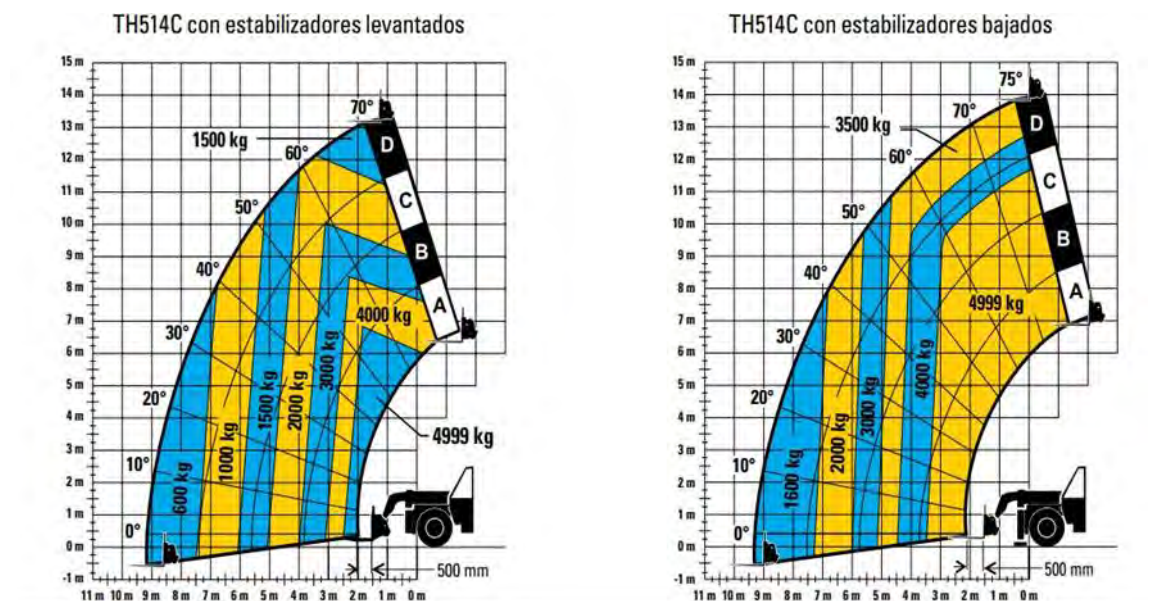


Figura 4

TH514C con estabilizadores

TH514C con estabilizadores



2.4.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Según Buelvas Días y Martines Figueroa (2014). El mantenimiento preventivo hace referencia a las actividades de reemplazo realizadas en un equipo a intervalos establecidos, independientemente del estado del repuesto.

Estas actividades son válidas sólo cuando el patrón de desgaste está presente, es decir, la probabilidad de falla aumenta drásticamente después de la vida útil de repuesto, se debe tener mucho cuidado al momento de elegir una actividad preventiva (o cualquier otra actividad de mantenimiento), para no confundir la actividad que se puede hacer con la actividad que se debe hacer, siendo un ejemplo el evaluar un plan de mantenimiento de una retroexcavadora, podemos decidir realizar una actividad preventiva (cómo es el cambiar los filtros periódicamente), una actividad que a menudo se puede lograr porque la falla suele estar asociada al patrón de desgaste.

Siendo así más confiable utilizar herramientas y personal calificado para obtener resultados exactos, también se requerirá menos personal, generando una disminución de los procesos de recursos humanos y contratación, pero en algunos casos puede ser más conveniente realizar algunas tareas predictivas que en muchos casos son poco invasivas, y menos costosas.

2.3.13. MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS

Según Buelvas Días y Martines Figueroa (2014). Son intervenciones que se ejecutan cuando sucede una falla con el equipo, con el objetivo de reparar el equipo para dejarlo operativo cumpliendo sus funciones.

2.3.13.1. CORRECTIVOS PROGRAMADOS Y NO PROGRAMADOS

Hay dos tipos de reparaciones: programadas y no programadas. La diferencia entre los dos es que, mientras que el mantenimiento no programado consiste en reparar una falla

tan pronto se observe, el mantenimiento correctivo planificado o programado implica reparar la falla con los empleados, las herramientas, la información y la documentación adecuadas y el tiempo para completar las reparaciones según sea su criticidad en la producción. Si la falla implica una interrupción inmediata de los equipos, las reparaciones comenzarán sin una planificación previa. Sin embargo, si el equipo puede seguir operándose incluso con la falla presente, la reparación puede ser aplazada hasta el momento más oportuno.

La diferencia entre los correctivos planificados y no planificados afecta principalmente a la producción. El plan de producción no es el mismo ya que si se detiene inmediatamente el equipo, hay poco tiempo para reaccionar. Entonces, si bien una solución no programada es claramente una situación no deseable en términos de producción, un correctivo programado es menos agresivo para todos ellos.

2.3.14. TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)

Son las horas que corresponden al tiempo promedio entre fallas inesperadas, o también conocida como el promedio de tiempo que se da entre dos fallas del mismo equipo. Es uno de los indicadores clave de la disponibilidad del equipo. Cuanto mayor sea el tiempo promedio entre fallas, más confiable será la operación de una determinada máquina, es decir, el equipo tendrá un menor tiempo de inactividad.

La fórmula para realizar el cálculo del MTBF es la siguiente:

$$MTBF = \frac{TIEMPO \text{ DISPONIBLE} - TIEMPO \text{ DE INACTIVIDAD}}{NUMERO \text{ DE FALLAS}}$$

2.3.15. TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES (MTTR)

El MTTR es el tiempo promedio en el que se realiza el mantenimiento no programado. Es una medida de la mantenibilidad, mide la facilidad con la que se puede reparar un equipo. Por tanto, es un tiempo promedio de reparación alto que indica que el reemplazo de un activo es más barato o rentable que una reparación. Ahora también, un MTTR más bajo puede indicar que "usarlo hasta que se rompa" es una opción para nuestros equipos.

Por otro lado, un MTTR alto puede resumirse en ineficiencia. Las medidas correctivas están tardando demasiado o necesitamos almacenar piezas más importantes para el equipo. Conocer cómo reducir el MTTR es vital para minimizar los tiempos de parada y el daño que puede causar a nuestras operaciones.

La fórmula para realizar el cálculo del MTTR es la siguiente:

$$MTTR = \frac{\text{TIEMPO TOTAL DE MANTENIMIENTOS}}{\text{NUMERO DE REPARACIONES}}$$

DISPONIBILIDAD MECÁNICA

La disponibilidad es la probabilidad de que un activo realice la función para lo cual fue diseñado, en el momento en que se requiera. La disponibilidad es una función dependiente y proporcional de la cantidad de fallas que pueda presentar el activo y de la criticidad de la misma, entendiéndose a esta como el tiempo necesario para reponer la función y la pérdida de función como tal (Tenorio, 2022).

Ciertamente, la expresión matemática para la disponibilidad es.

$$\text{Disponibilidad} = \text{Tiempo total} - \text{Tiempo fuera de servicio}$$

Por otro lado, el autor indica que la fórmula más extendida para la disponibilidad es.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

2.3.16. ANALISIS DE MODO DE FALLA Y EFECTO AMEF

Según Fernández Mozo (2019) La metodología AMEF se logra mediante la autoverificación de los equipos, y sus subsistemas, componentes e interacciones con el ambiente de trabajo. Sin embargo, muchas empresas carecen de metas, lo cual no favorece la realización de un diseño estratégico, tendiente al mantenimiento sin prever costos y tiempo debido a la avería o parálisis del proceso productivo. Por lo que la capacidad de usar el método AMEF es tan importante para la identificación de fallas, así como una evaluación objetiva y clasificación de efectos, causas y elementos de identificación para evitar su aparición.

2.3.17. SISTEMA DE CONTROL

Para nuestra situación actual, nuestro sistema de control de nuestros equipos sería el plan de mantenimiento.

Un plan de mantenimiento preventivo es un documento desarrollado por el departamento de mantenimiento con el objetivo de establecer la frecuencia con la que deben realizarse las actividades de mantenimiento preventivo. Asimismo, este plan detalla de manera precisa el tipo de operación que cada máquina requiere y proporciona instrucciones claras y sencillas para su correcta ejecución, garantizando así un óptimo

funcionamiento y prolongando la vida útil de los equipos.

El plan de mantenimiento preventivo es una herramienta clave en la gestión de una planta concentradora, ya que permite minimizar o incluso eliminar la necesidad de acciones correctivas urgentes. Su implementación representa una estrategia fundamental para mejorar la productividad, ya que aporta múltiples beneficios a las diferentes áreas de la empresa. Tanto el equipo encargado de la gestión económica como los técnicos responsables de la ejecución de estrategias de servicio se benefician de un mantenimiento planificado, optimizando recursos y garantizando la operatividad de los equipos.

2.3.18. DESCRIPCION DE OPERACIONES Y DETENCIONES

2.3.18.1. INSPECCION DEL EQUIPO

La revisión e inspección antes del uso, llevada a cabo al inicio de cada jornada de trabajo, o cada vez que suceda un cambio de operador, deberá incluir lo siguiente:

- Limpieza: identificar todas las superficies para descartar posibles fugas de aceite y objetos ajenos al equipo.
- Estructura: revisar la estructura en busca de alguna abolladura u rotura en las partes metálicas.
- Etiquetas De Seguridad: deben estar visibles y que no haya ninguna etiqueta faltante.
- Manuales Del Operador Y Seguridad: información que indica la correcta utilización del equipo.
- Inspección Visual: o vuelta al gallo, es el reconocimiento del equipo iniciando desde el brazo extensible continuando hacia la derecha para asegurarnos que no haya piezas sueltas, que estén bien fijados, que no haya desgaste considerable, fugas de

aceite, y cualquier otro daño que afecte el funcionamiento del equipo.

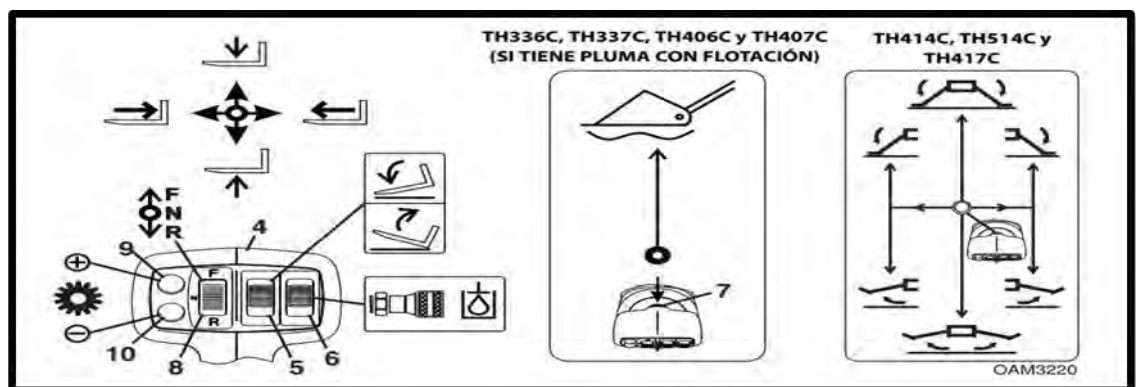
- Niveles De Fluidos: identificar que no haya fuga, Revisar los niveles de fluidos, incluyendo el combustible, aceite hidráulico, aceite del motor y refrigerante.
- Accesorios: se debe comprobar que se hayan instalado las tablas de carga correctas en el manipulador telescópico.
- Revisión Funcional: Una vez completada la inspección visual, el operador debe calentar la máquina y realizar una prueba funcional de todos los sistemas.

2.3.18.2.POSICIONAMIENTO DE ESTABILIZADOR PARA DESMONTAJE Y MONTAJE DE TAPAS

Para hacer el uso de los estabilizadores, tenemos que mantener oprimido el botón de la palanca de control 7; debemos mover la palanca de control 7 hacia adelante para bajar los 2 estabilizadores; una vez se tenga los estabilizadores bien posicionados, procedemos a accionar la pluma haciendo uso de la palanca 4 para desmontar / montar las tapas de los portacontenedores.

Figura 5

Estabilizador para montaje y desmontaje



2.3.18.3. TRANSPORTE DE TAPAS

El equipo tiene seis marchas de avance y tres de retroceso, teniendo en cuenta que debemos usar una marcha más baja para transportar una carga, y para esto debemos de bajar la velocidad antes de cambiar a una marcha más baja.

2.3.18.4. DETENCIONES PROGRAMADAS

Una detención programada viene a ser la intervención de los equipos por un flujo de horas ya transcurrido, cada 250 horas se realiza el mantenimiento preventivo.

2.3.18.5. DETENCIONES NO PROGRAMADAS

El análisis de fallas se centra en identificar y comprender las fallas ocurridas durante la operación del equipo. Este proceso considera diversos factores que pueden influir en el desempeño y la confiabilidad del equipo, los cuales se dividen en:

Factores humanos: Errores operativos, falta de capacitación, incumplimiento de protocolos o uso inadecuado del equipo.

Factores técnicos: Fallos en componentes mecánicos, electrónicos o estructurales, desgaste natural de piezas, deficiencias en el mantenimiento preventivo o defectos de fabricación.

En la mayoría de los casos, cuando se produce una falla en la operación del equipo, se debe a uno de estos factores o, en ciertas situaciones, a una combinación de ambos. La interacción entre errores humanos y deficiencias técnicas puede agravar las fallas, generando tiempos de inactividad y costos adicionales. Por ello, es fundamental llevar a cabo un análisis detallado que permita identificar la causa raíz y tomar medidas correctivas y preventivas. La capacitación del personal, el mantenimiento adecuado y la implementación de protocolos de operación contribuyen significativamente a minimizar estos eventos y mejorar la eficiencia del equipo.

2.3.18.6. FALLAS POR FACTORES HUMANOS

Cuando las fallas son originadas por el factor humano, generalmente se deben a la falta de capacitación o experiencia en la operación del equipo. Un ejemplo de esto es el uso inadecuado del equipo en un área reducida con la tracción 4x4 activada, lo que puede generar un desgaste innecesario de los componentes, afectar la estabilidad del vehículo y aumentar el riesgo de accidentes.

Las fallas más frecuentes derivadas del factor humano suelen ser cometidas por operarios con poca experiencia o con insuficiente capacitación en el uso adecuado del equipo. Estas fallas pueden generar tiempos no productivos (NPT), afectando la eficiencia operativa y aumentando costos. Para un análisis de fallas efectivo, es fundamental documentar cada incidente de manera detallada, incluyendo descripciones precisas, evidencia fotográfica y, si es posible, videos que permitan visualizar la causa del problema. Esta documentación facilita la identificación de patrones recurrentes y la implementación de medidas correctivas, como capacitaciones específicas, mejoras en los procedimientos operativos y refuerzo en la supervisión, con el objetivo de minimizar la recurrencia de estos eventos.

2.3.18.7. FALLAS POR FACTORES TÉCNICOS

Las fallas ocasionadas por factores técnicos tienen múltiples orígenes y si no son correctamente reportadas y a tiempo incurrirá a ocasionar una falla de mayor costo. Se debe implementar procedimientos de trabajo para cuando se realice el mantenimiento e inspecciones. Estos trabajos sean revisados e interpretados para poder saber si una máquina llegó a la última parte de la “curva de la bañera”.

2.3.19. CONFIABILIDAD HUMANA

El recurso humano viene a ser el más importante dentro de una empresa. Los

líderes de muchas empresas reconocen que sus equipos hacen que sea posible alcanzar el éxito.

Realizando el análisis cuantitativo y cualitativo de los eventos que dan lugar a grandes pérdidas como son explosiones, fugas e incendios, que las principales causas de su desencadenamiento se dan por una inadecuada intervención humana. Los estudios muestran que el 75% de las fallas son causadas por factores humanos.

En un entorno industrial, considerar la confiabilidad sin tomar en cuenta el factor humano es una simplificación que no refleja la realidad operativa. La implementación de un programa de confiabilidad requiere la capacitación de dos grupos clave: el personal de mantenimiento y el de producción. Ambos desempeñan un papel fundamental en la definición del perfil de competencias necesarias para optimizar sus funciones mediante el desarrollo de nuevas habilidades. El equipo de mantenimiento reconoce que una capacitación adecuada puede hacer su trabajo más eficiente, ágil y seguro. Además, cuando se les brinda la oportunidad de aprender y participar en actividades que representan un desafío, se genera un mayor nivel de compromiso y motivación. Por otro lado, el liderazgo es esencial para fomentar una cultura de mejora continua, donde los trabajadores reciben orientación, apoyo y reconocimiento por su esfuerzo. En este contexto, la motivación se convierte en un motor clave para alcanzar la excelencia en todas las actividades operativas, promoviendo un entorno laboral donde la confiabilidad y el rendimiento mejoran constantemente.

2.4. HIPOTESIS

2.4.1. HIPOTESIS GENERAL

- Mejorando la productividad del acarreo de mineral con la utilización de un plan de mantenimiento adecuado para la flota auxiliar Telehandlers se alcanza la producción programada.

2.4.2. HIPOTESIS ESPECIFICAS

- Evaluando la disponibilidad de los equipos de la flota auxiliar Telehandlers de acuerdo con el tipo de mantenimiento que se realiza actualmente en la mina contribuye a alcanzar la producción programada.
- Desarrollando el AMEF (Análisis del Modo y efecto de Falla) de flota auxiliar Telehandlers en Minera Las Bambas contribuiremos a alcanzar la producción programada.
- Una adecuada planificación de mantenimientos de la flota auxiliar Telehandlers mejora la productividad y reduce los costos en el acarreo de mineral con lo que se alcanzará la producción programada con mayor rentabilidad.

2.5. VARIABLES

2.5.1. IDENTIFICACION DE VARIABLES

2.5.1.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Incremento de la productividad con la utilización de un plan de mantenimientos preventivos y correctivos.

2.5.1.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Utilización de la flota auxiliar Telehandlers para el cumplimiento de los ciclos, \$, Ton métricas, %

2.5.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 2

Operacionalización de la variable

VARIABLES	DESCRIPCION	DIMENSION	INDICADORES
INDEPENDIENTE	Incremento de la productividad	Mantenimientos preventivos y correctivos	MTBF, MTTR, Disponibilidad mecánica
DEPENDIENTE	Utilización de equipos	Cumplimiento de los ciclos de los Telehandlers	\$, Toneladas Métricas, %.

Nota. Elaboración propia (2025)

2.6. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

2.6.1. DISPONIBILIDAD MECANICA:

Se define como el tiempo durante el cual el equipo funciona normalmente. Cuanto mayor sea la disponibilidad, mejor podremos producir y demostrar el rendimiento del equipo.

2.6.2. MANTENIMIENTO:

Se define como la disciplina enfocada en garantizar que la maquinaria y los equipos se mantengan en óptimo estado de funcionamiento. Esto incluye diversas actividades como el mantenimiento, la inspección, el ajuste, el reemplazo, la reinstalación, la calibración, la reparación y el reacondicionamiento. El mantenimiento no solo implica acciones correctivas ante fallas, sino que también se basa en el desarrollo de conceptos, criterios y métodos necesarios para su aplicación efectiva. Su propósito es

proporcionar lineamientos para la toma de decisiones estratégicas dentro de la gobernanza empresarial y la implementación de programas de mantenimiento. Una gestión adecuada del mantenimiento permite optimizar la disponibilidad y eficiencia de los equipos, reducir costos operativos y minimizar tiempos de inactividad, lo que impacta directamente en la productividad y sostenibilidad de la operación industrial.

2.6.3. TIEMPOS MUERTOS:

periodo en el cual un equipo se encuentra fuera de operación ya sea por fallas imprevistas o por estar en mantenimiento.

2.6.4. UTILIZACIÓN:

Corresponde al porcentaje de tiempo disponible de nuestros equipos, cuando la planta está en producción pura sin pérdidas operativas.

2.6.5. COSTOS DE REPARACION:

gastos que se generan al presentarse una falla en nuestros equipos, las cuales necesitan de la intervención de un especialista y repuestos.

2.6.6. ACARREO DE MINERAL

Proceso operativo mediante el cual el mineral extraído o concentrado es transportado desde un punto de acopio, planta concentradora o zona intermedia hacia su destino final, empleando equipos especializados. En la plataforma Marshaling de Minera Las Bambas, el acarreo incluye la manipulación y traslado de tapas de portacontenedores utilizando Telehandlers como flota auxiliar.

2.6.7. AMEF (ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA)

Herramienta sistemática de análisis utilizada para identificar los modos de falla

potenciales de un equipo, sus causas y consecuencias sobre el proceso productivo. Permite priorizar acciones de mantenimiento en función de la criticidad del riesgo, contribuyendo a la mejora de la confiabilidad, disponibilidad y seguridad operativa de los equipos.

2.6.8. FLOTA AUXILIAR

Conjunto de equipos que brindan soporte a las operaciones principales de producción minera, sin realizar directamente la extracción del mineral. En esta investigación, la flota auxiliar está conformada por Telehandlers CAT TH514C, cuya función principal es la manipulación de tapas de portacontenedores en la plataforma Marshaling.

2.6.9. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Tipo de mantenimiento planificado que se ejecuta en intervalos definidos de tiempo u horas de operación, con el propósito de reducir la probabilidad de fallas inesperadas. En la flota auxiliar Telehandlers, el mantenimiento preventivo permite anticipar el desgaste de componentes críticos y mejorar la continuidad operativa.

2.6.10. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Conjunto de actividades realizadas para reparar un equipo después de ocurrida una falla, con el fin de restablecer su funcionamiento. Puede ser programado o no programado, siendo este último el que genera mayores impactos negativos en la productividad y los costos de operación.

2.6.11. MTBF (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS)

Indicador de confiabilidad que representa el tiempo promedio de operación entre

una falla y la siguiente. Un MTBF elevado indica mayor confiabilidad del equipo y menor frecuencia de fallas, lo cual contribuye directamente a mejorar la disponibilidad mecánica.

2.6.12. MTTR (TIEMPO MEDIO DE REPARACION)

Indicador que mide el tiempo promedio necesario para reparar un equipo luego de una falla. Refleja la mantenibilidad del sistema; valores bajos de MTTR indican procesos de mantenimiento eficientes y menor tiempo de inactividad.

2.6.13. PRODUCTIVIDAD

Relación entre la cantidad de producto obtenido y los recursos utilizados para producirlo. En el contexto minero, la productividad del acarreo se expresa comúnmente en toneladas transportadas por unidad de tiempo, considerando la eficiencia de los equipos, la disponibilidad y la gestión del mantenimiento.

2.6.14. PLATAFORMA MARSHALING

Área operativa dentro de la mina Las Bambas destinada al almacenamiento temporal, manipulación y despacho del concentrado de mineral. Es una zona crítica para la logística minera, donde la eficiencia del acarreo depende en gran medida del desempeño de la flota auxiliar.

2.6.15. TELEHANDLER (MANIPULADOR TELESCOPICO)

Equipo auxiliar multifuncional diseñado para levantar, transportar y posicionar cargas a diferentes alturas mediante un brazo telescópico. En la presente investigación, los Telehandlers CAT TH514C cumplen un rol clave en la manipulación de tapas de portacontenedores para el transporte de concentrado.

2.6.16. TIEMPO NO PRODUCTIVO

Periodo en el cual un equipo no genera producción debido a fallas mecánicas, mantenimientos no programados, esperas operativas u otras interrupciones. El NPT impacta negativamente en la productividad y en los costos operativos del sistema de acarreo.

2.6.17. UTILIZACION DE EQUIPO

Indicador que expresa el porcentaje del tiempo disponible en el cual el equipo es efectivamente utilizado para producir, excluyendo pérdidas operativas. Una alta utilización refleja una adecuada planificación de operaciones y mantenimiento.

2.6.18. CONFIABILIDAD OPERACIONAL

Capacidad de un equipo o sistema para desempeñar su función sin fallas durante un periodo determinado, bajo condiciones específicas de operación. Está directamente relacionada con el MTBF y la correcta ejecución del mantenimiento preventivo.

2.6.19. DETENCION PROGRAMADA

Parada planificada de un equipo para la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo, inspecciones o ajustes, con el objetivo de evitar fallas mayores y prolongar la vida útil del equipo.

2.6.20. DETENCION NO PROGRAMADA

Parada inesperada del equipo ocasionada por fallas mecánicas, eléctricas, hidráulicas o errores operativos, generando tiempos no productivos y afectando la productividad del sistema.

CAPITULO 3: METODO DE INVESTIGACION

3.1. DISEÑO DE INVESTIGACION

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, dado que busca medir, analizar y relacionar numéricamente los indicadores técnicos asociados a la gestión del mantenimiento de maquinaria pesada, tales como el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF), el Tiempo Medio para Reparar (MTTR), la disponibilidad operativa y los costos derivados de las intervenciones.

Según Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014), el enfoque cuantitativo se caracteriza por emplear la recolección y el análisis de datos numéricos para probar hipótesis y establecer patrones de comportamiento o relaciones entre variables. En el caso del presente estudio, se utilizan registros históricos de mantenimiento de tres equipos Telehandlers (TH005, TH006 y TH007), pertenecientes a la flota auxiliar de una empresa minera, lo cual permite obtener información objetiva y medible sobre su rendimiento y disponibilidad. Asimismo, el diseño adoptado es de tipo no experimental, puesto que no se manipulan deliberadamente las variables independientes.

De acuerdo con Creswell (2014), en un diseño no experimental el investigador observa los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, sin intervenir directamente sobre ellos. En este sentido, el estudio se limita a registrar, analizar y comparar los valores reales obtenidos de los equipos durante un periodo determinado, sin alterar sus condiciones de operación.

En cuanto al nivel de investigación, esta es de tipo descriptivo. Bernal (2010) sostiene que el nivel descriptivo tiene como finalidad especificar las propiedades, características y rasgos importantes de un fenómeno analizado. Por tanto, el objetivo de

esta investigación es describir el comportamiento operativo de los equipos en función de sus indicadores de mantenimiento y determinar su impacto en los costos de operación.

Por lo tanto, el enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y nivel descriptivo, resulta el más adecuado para este tipo de análisis técnico, ya que permite obtener conclusiones válidas y objetivas a partir de datos reales, contribuyendo a la mejora continua en la gestión del mantenimiento industrial.

3.2. ALCANCE DE INVESTIGACION

El nivel de investigación responde al proyecto de investigación basándose en el análisis descriptivo, el cual tiene la finalidad de plantear propiedades y características de conceptos, fenómenos como variables o hechos en un contexto determinado. Es útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación (Hernández 2016)

3.3. POBLACION

La población objetiva de este proyecto de investigación son los equipos auxiliares Telehandlers que operan en plataforma Marshalling en la CIA Minera La Bambas.

3.4. MUESTRA

Para la determinación de la muestra tomaremos el área de acarreo de mineral en plataforma Marshalling de la CIA Minera Las Bambas siendo objeto del estudio los tres Telehandlers.

Tabla 3
Marca y modelo de telehandlers

CODIGO	MARCA	MODELO	N/S
TH005	CAT	TH514C	KKW00250
TH006	CAT	TH514C	KKW00252
TH007	CAT	TH514C	KKW00253

3.5. UNIDAD DE ANALISIS

El tipo de muestreo a utilizar se basa en el muestreo no probabilístico, ya que los datos obtenidos en el estudio se generan según el criterio del investigador, utilizando herramientas de recolección de datos; teniendo en consideración que el procedimiento de selección está determinado por las características y el contexto del estudio. (Hernández, 2016) el tipo de muestra se constituirá por el área de acarreo de mineral de la plataforma Marshalling de la CIA Minera las Bambas.

3.6. TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS

La recolección de datos será realizada de acuerdo con la naturaleza de la investigación, de acuerdo con las posibilidades de acceso a estos datos, teniendo en cuenta la población, los recursos disponibles y el acceso a los datos. Estos se pueden recopilar en función del análisis de datos y las observaciones no experimentales.

ANALISIS DE DATOS: Esta técnica de adquisición de datos se realiza a partir de las fuentes primarias de donde se recolectarán las variables de interés para el presente estudio.

OBSERVACION: Para obtener un registro sistemático, eficiente y fiable de los Datos utilizando una categoría y un conjunto de métricas.

3.7. TECNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

- Recopilación de la información SAP de los problemas actuales que se presentan los equipos de la flota auxiliar Telehandlers en plataforma Marshaling.
- Recopilación de la información de la disponibilidad de los equipos de la flota auxiliar Telehandlers con la implementación de un plan de mantenimientos adecuados.
- Recopilación de la información SAP de las fallas y el modo en que ocurren en los equipos de flota auxiliar Telehandlers.

- Determinación de reducción de costos debido a la implementación de un plan de mantenimiento adecuado de los equipos de la flota auxiliar Telehandlers.

3.8. TECNICAS DE ANALISIS DE DATOS

El análisis de datos se llevará a cabo mediante la evaluación de la información recopilada, con el propósito de identificar tendencias y patrones que podrían no ser evidentes a simple vista. Para ello, se emplearán herramientas gráficas que permitan una mejor interpretación de los resultados. En este estudio, los datos recopilados serán procesados utilizando hojas de cálculo en Excel, lo que facilitará su organización y análisis cuantitativo. Asimismo, se emplearán diagramas de falla, los cuales permitirán visualizar de manera estructurada las principales causas y efectos de las fallas en los equipos. Además, se calculará el MTBF (Mean Time Between Failures) de los sistemas principales de los equipos, con el objetivo de medir la confiabilidad y disponibilidad operativa de estos. Este análisis permitirá identificar áreas de mejora y optimización en los procesos de mantenimiento, contribuyendo así a la reducción de tiempos no productivos y costos asociados a las fallas operativas.

CAPITULO 4: PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO DEL MINERAL CON LA FLOTA AUXILIAR TELEHANDLER

4.1. PLATAFORMA MARSHALING

Es un tipo de instalación minera que se emplea para ejecutar actividades de almacenamiento de concentrado de mineral, empleándose en diferentes tipos de minería a cielo abierto. En este sentido, la plataforma se utiliza en tipos de explotación que se realizan cerca de la superficie y que requieren de grandes volúmenes de remoción de tierra y mineral. En el caso de las Bambas se establece que es un área de almacenamiento de carga, es una zona dentro de la mina Las Bambas donde los porta contenedores que transportan mineral de cobre, estos se estacionan y esperan para ser cargados del concentrado del mineral de Cobre para luego transportarlo hasta su destino. La plataforma es un lugar clave en el proceso de extracción y transporte de cobre en la mina. En tal sentido los equipos realizan dicha actividad de carguío y acarreo de mineral hacia el puerto, de manera continua.

La plataforma Marshaling es una parte importante de la logística y operaciones de la mina Las Bambas, asegurando que el proceso de acarreo y transporte del mineral sea eficiente y seguro.

El proceso de Marshaling en la mina Las Bambas incluye:

1. Llegada del concentrado de mineral de cobre a través de la faja transportadora:

La faja transportadora moviliza el concentrado de mineral de cobre desde la planta concentradora, hasta la plataforma Marshaling.

2. Acomodación y espera:

Los porta-contenedores se estacionan en espacios designados dentro de la plataforma,

esperando su turno para ser cargados.

3. Transporte del concentrado de mineral de Cobre:

El mineral descargado es entonces transportado hacia el puerto para su comercialización.

4. Descarga de porta contenedores al puerto

En este proceso se realiza la descarga del mineral concentrado para ser trasladado por mar para su comercialización.

Las características del área de la plataforma presentan limitaciones físicas y operativas:

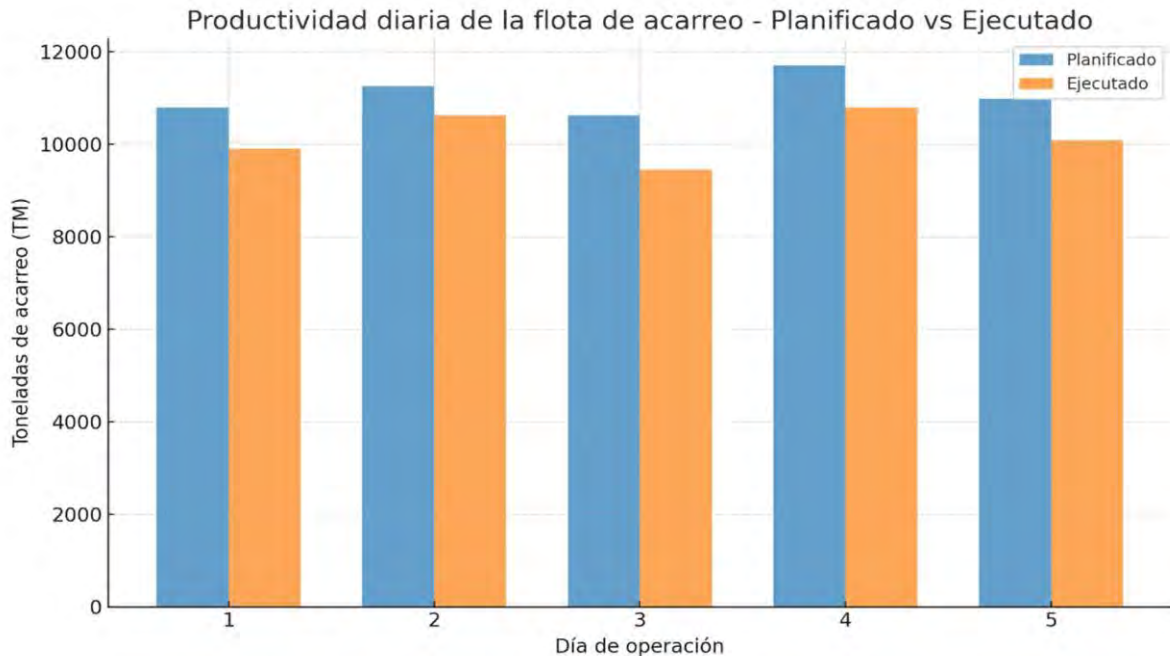
- Espacio reducido que dificulta las maniobras de los Telehandlers.
- Congestión por acumulación de portacontenedores en espera.
- Superficie afirmada que, si bien permite la operación, incrementa el desgaste de neumáticos y componentes de transmisión.

Estas condiciones influyen de manera directa en la productividad de la flota auxiliar,

generando tiempos de espera adicionales y reduciendo la eficiencia de las operaciones de carguío y acarreo.

Figura 6

Diagrama de flujo del proceso de Marshaling, desde el concentrado en faja hasta la salida de portacontenedores.



Características técnicas de los Telehandlers evaluados

La flota auxiliar está compuesta por tres telehandlers CAT TH514C, códigos TH005, TH006 y TH007. Estos equipos están diseñados para operar en terrenos irregulares, con

tracción 4x4 y una capacidad de elevación de hasta 14 metros. Su rol operativo es esencial para garantizar el cierre y traslado seguro de los portacontenedores.

Estos Telehandlers cuentan con:

- Capacidad de elevación: hasta 5,000 kg.
- Altura máxima de trabajo: 14 m.
- Sistema de tracción: 4x4, adecuado para terrenos irregulares.
- Rol operativo: manipulación y traslado de tapas de portacontenedores, apoyo en carguío y actividades auxiliares en la plataforma Marshaling.

El rendimiento de cada unidad depende de la disponibilidad mecánica, la cual en

2024.

se reportó en promedio por debajo del 65%, debido a la alta incidencia de mantenimientos correctivos no programados.

4.2. PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO DE MINERAL CON LA FLOTA DETELEHANDERS

Para evaluar la disponibilidad de la flota auxiliar de telehandlers de la CIA Las Bambas, es preciso considerar la evolución de la productividad del mineral concentrado que se procesa en la planta concentradora en donde funcionan la trituradora de mandíbula, trituradora de conos, molino de bolas, molino de martillo y rodillos de alta presión, para luego se logre movilizar a través de la faja transportadora a la plataforma Marshalling, es así que en la Tabla 3 se encuentran los datos correspondientes a la productividad programada mensual de carguío de mineral concentrado para esta flota, la cual se programó un promedio mensual de 235.667 TM de material acarreado a razón de despachar un promedio entre 280 porta contenedores cuya capacidad se encuentra sobre las 28TN, con los valores esperados por mes del año 2024.

Tabla 4*Producción programada mensual de mineral concentrado*

Producción Acarreo	
Mes	Programado
ENE	172.480
FEB	184.800
MAR	156.800
ABR	172.480
MAY	156.800
JUN	184.800
JUL	184.800
AGO	172.480
SEP	184.800
OCT	172.480
NOV	172.480
DIC	156.800

Nota. Elaboración propia (2025) a partir de información suministrada por CIA Las Bambas

Por su parte, en la Tabla 5 se consigue la productividad real o ejecutada del acarreo de mineral concentrado con la utilización de la flota auxiliar de Telehandlers, la misma que alcanzó un promedio de 123.844 TM mensuales, en donde se puede visualizar, además la cantidad de contenedores despachados por la flota auxiliar.

Tabla 5*Producción acarreo ejecutada mensual de mineral concentrado*

Producción Acarreo		
Mes	Ejecutado	U. Despa
ENE	112.000	4.000
FEB	129.360	4.620
MAR	123.200	4.400
ABR	132.440	4.730
MAY	135.520	4.840
JUN	123.200	4.400
JUL	123.200	4.400
AGO	117.600	4.200
SEP	126.280	4.510
OCT	128.128	4.576
NOV	112.000	4.000
DIC	123.200	4.400

Nota. Elaboración propia (2025) a partir de información suministrada por CIA Las Bambas

Teniendo en cuenta los valores obtenidos en la ejecución del acarreo, se presenta la Tabla 6 con la variación entre la producción programada y la ejecutada, en la cual, para el año 2024 la flota de acarreo presentó una variación promedio de 32.5% por debajo de lo programado, lo que se refleja en una productividad del 72%.

Tabla 6*Variación de la producción programada y ejecutada de mineral concentrado*

Producción Acarreo				
Mes	Programado	Ejecutado	Var %	Prod
ENE	172.480	112.000	35,1%	64,9%
FEB	184.800	129.360	30,0%	70,0%
MAR	156.800	123.200	21,4%	78,6%
ABR	172.480	132.440	23,2%	76,8%
MAY	156.800	135.520	13,6%	86,4%
JUN	184.800	123.200	33,3%	66,7%
JUL	184.800	123.200	33,3%	66,7%
AGO	172.480	117.600	31,8%	68,2%
SEP	184.800	126.280	31,7%	68,3%
OCT	172.480	128.128	25,7%	74,3%
NOV	172.480	112.000	35,1%	64,9%
DIC	156.800	123.200	21,4%	78,6%

Nota. Elaboración propia (2025) a partir de información suministrada por CIA Las Bambas

Es de esta manera que, en la Tabla 7 se aprecien los valores de producción de acarreo de mineral concentrado programados de manera diaria, para cumplir con la meta operativa establecida por Minera las Bambas, para lo que la empresa proyectó un

promedio diario de 8230 TM de la plataforma Marshaling en estudio.

Tabla 7

Producción acarreo programada diaria de mineral concentrado

Producción Acarreo	
Día	Producción
1	7840
2	8400
3	8120
4	8260
5	8400
6	7840
7	8064
8	8400
9	8092
10	8260
11	8400
12	8260
13	8344
14	8288
15	8064
16	7840
17	8008
18	8288
19	8260
20	8372
21	8400
22	8344
23	8400
24	8400
25	8092
26	8288
27	8400
28	8176
29	8260
30	8344

Nota. Elaboración propia (2025) a partir de información suministrada por CIA Las Bambas

Consecuentemente, la Tabla 8 presenta los valores de producción de acarreo de

mineral concentrado ejecutados durante 2024, en donde la flota de telehandler alcanzó un promedio de 5738 TM de la plataforma Marshaling seleccionada para valores promedios en los meses del año 2024.

Tabla 8
Producción acarreo ejecutado diario de mineral concentrado

Producción Acarreo	
Día	Producción Ejecutada
1	5600
2	5880
3	5740
4	5656
5	5600
6	5628
7	6020
8	6160
9	5684
10	5712
11	5880
12	6020
13	5600
14	5684
15	5656
16	5656
17	5740
18	5880
19	6020
20	5656
21	5656
22	5600
23	5824
24	5600
25	5600
26	5656
27	5740
28	5600
29	5656
30	5740

Nota. Elaboración propia (2025) a partir de información suministrada por CIA Las Bambas

En la Tabla 9 se aprecia la variación entre la producción programada y la ejecutada, la misma que varía de la programada en un 30,26% en promedio y presenta una productividad diaria promedio de 69,74% en la plataforma Marshaling en estudio para mayor información ver Anexo 3.

Tabla 9
variación de la producción programada y ejecutada de mineral concentrado

Producción Acarreo				
Día	Producción programada	Ejecutada	VAR %	Prod
1	7840	5600	28,57%	71,43%
2	8400	5880	30,00%	70,00%
3	8120	5740	29,31%	70,69%
4	8260	5656	31,53%	68,47%
5	8400	5600	33,33%	66,67%
6	7840	5628	28,21%	71,79%
7	8064	6020	25,35%	74,65%
8	8400	6160	26,67%	73,33%
9	8092	5684	29,76%	70,24%
10	8260	5712	30,85%	69,15%
11	8400	5880	30,00%	70,00%
12	8260	6020	27,12%	72,88%
13	8344	5600	32,89%	67,11%
14	8288	5684	31,42%	68,58%
15	8064	5656	29,86%	70,14%
16	7840	5656	27,86%	72,14%
17	8008	5740	28,32%	71,68%
18	8288	5880	29,05%	70,95%
19	8260	6020	27,12%	72,88%
20	8372	5656	32,44%	67,56%
21	8400	5656	32,67%	67,33%
22	8344	5600	32,89%	67,11%
23	8400	5824	30,67%	69,33%
24	8400	5600	33,33%	66,67%
25	8092	5600	30,80%	69,20%
26	8288	5656	31,76%	68,24%

27	8400	5740	31,67%	68,33%
28	8176	5600	31,51%	68,49%
29	8260	5656	31,53%	68,47%
30	8344	5740	31,21%	68,79%

Nota. Elaboración propia (2025) a partir de información suministrada por CIA

Las Bambas

Ciertamente, de los valores de productividad reflejados en los apartados anteriores, se tiene que, para el año 2024 la flota auxiliar registró 76 paradas no programadas, a razón de mantenimientos correctivos, lo que permitió que la maquinaria de acarreo presentara el comportamiento de la disponibilidad que se presenta en las Tablas 11a y 11b. De acuerdo con los valores de la Tabla 9, la disponibilidad promedio de la flota de telehandler es de 62,70% para mayor información ver anexo 4.

4.3 RELACION ENTRE DISPONIBILIDAD Y PRODUCTIVIDAD

La disponibilidad mecánica promedio de la flota se situó en 63%, valor que se refleja en la productividad efectiva del 70%. La correlación evidencia que, a menor disponibilidad, menor productividad.

De acuerdo con las proyecciones, la implementación de un plan de mantenimiento preventivo rutinario elevara la disponibilidad hasta 95%, lo que permitiría mejorar la productividad en más de 30%, alcanzando valores cercanos al 100% del plan de producción.

Tabla 10

Proyección de productividad y disponibilidad con plan de mantenimiento.

Día de Operación	Nro de viajes planificados	Toneladas planificadas	Horas programadas efectivas
Día 1	120	10,800	22
Día 2	125	11,250	22
Día 3	118	10,620	21
Día 4	130	11,700	22
Día 5	122	10,980	22
Total	615	55,350	109

Tabla 11

Productividad y disponibilidad actual.

Día operación	Nro de viajes Realizados	Toneladas transportadas reales	Horas utilizadas efectivas
Día 1	110	9,900	20
Día 2	118	10,620	21
Día 3	105	9,450	19
Día 4	120	10,800	21
Día 5	112	10,080	20
Total	565	50,850	101

4.4 COSTOS ASOCIADOS AL BAJO RENDIMIENTO

El déficit de producción genera un incremento en el costo unitario por tonelada acarreada por los telehandlers, debido a que los costos fijos de operación se diluyen sobre un menor volumen de mineral transportado.

Costo actual: mayor debido a mantenimientos correctivos de emergencia y

repuestos no planificados.

Costo proyectado: reducción significativa con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, disminuyendo los costos de reparación y extendiendo la vida útil de los componentes críticos.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. RESULTADOS

5.1.1. EVALUAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE LA FLOTA AUXILIAR TELEHANDLERS DE ACUERDO CON EL TIPO DE MANTENIMIENTO QUE SE REALIZA ACTUALMENTE CIA MINERA LAS BAMBAS.

Ciertamente, de los valores de productividad reflejados en los apartados anteriores, se tiene que, para el año 2024 la flota auxiliar registró 76 paradas no programadas, a razón de mantenimientos correctivos, lo que permitió que la maquinaria de acarreo presentara el comportamiento de la disponibilidad que se presenta en las Tablas 12a y 12b. De acuerdo con los valores de la Tabla 8, la disponibilidad promedio de la flota de telehandler es de 62,70% para mayor información ver anexo 4.

Tabla 12

Estimación del número de paradas no programadas de la flota auxiliar Telehandlers por mes en el año 2024

Mes	Disponibilidad (%)	Paradas estimadas
Enero	62,00%	6
Febrero	62,00%	6
Marzo	60,00%	7
Abril	59,44%	7
Mayo	59,18%	7
Junio	63,00%	6
Julio	64,00%	6
Agosto	64,54%	5
Setiembre	68,52%	5
Octubre	63,35%	6
Noviembre	64,82%	5
Diciembre	61,59%	6
Total		76

Nota. Elaboración propia (2025) a partir de información suministrada por CIA Las Bambas

Tabla 13

Disponibilidad de los equipos para el acarreo del mineral concentrado

Disponibilidad	
Mes	%
ENE	62,00%
FEB	62,00%
MAR	60,00%
ABR	59,44%
MAY	59,18%
JUN	63,00%
JUL	64,00%
AGO	64,54%
SEP	68,52%
OCT	63,35%
NOV	64,82%
DIC	61,59%

Nota. Elaboración propia (2025) a partir de información suministrada por CIA Las Bambas

5.1.2. DESARROLLAR EL AMEF (ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA) DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL DE FLOTA AUXILIAR TELEHANDLERS EN CIA MINERA LAS BAMBAS.

La flota auxiliar de telehandler presentó un registro de mantenimiento no programado correctivo o paradas de emergencia, desde donde se pudo esquematizar las fallas más recurrentes pertenecientes a los sistemas de las maquinarias y con ello, sustentar la elaboración del AMEF, en este sentido el desarrollo fue de manera específica para cada pieza y falla de la maquinaria en estudio.

Tabla 14*Registro de mantenimiento no programados efectuados sobre la flota de telehandlers***MOTIVO DE PARADA**

ENGRASE DE EQUIPO
Engrase y plaqueteo del equipo
Cambio de cruceta de cardan
Cambio de conector rápido de implementos
Cambio de tapa de llenado de aceite
Cambio de batería
ENGRASE GENERAL DEL EQUIPO
FALLA DEL DIFERENCIAL DELANTERO
BLOQUEÓ PARA INSPECCION NDT
ENGRASE GENERAL DEL EQUIPO
CÍRCULINA NO ENCIENDE
ENGRASE GENERAL DEL EQUIPO
FUGA DE COMBUSTIBLE POR TAPA DE DEPÓSITO
INSPECCIÓN 3M
ENGRASE PROGRAMADO
ENGRASE GENERAL DEL EQUIPO
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO
ENGRASE GENERAL.
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO
ENGRASE GENERAL DEL EQUIPO
EVALUACIÓN FUGA DE ACEITE.
FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO
FALLA DEL DIFERENCIAL DELANTERO
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO
FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO POR MANGUERA Y TRABAJOS DE SOLDADURA
BL08666 CAMBIO TANQUE DE COMBUSTIBLE
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO

ENGRASE GENERAL DEL EQUIPO
FUGA DE ACEITE
ENGRASE GENERAL DEL EQUIPO
FUGA DE ACEITE POR CILINDRO DE DIRECCIÓN DE EJE DELANTERO
ENGRASE GENERAL DEL EQUIPO
BL08874 TH005 CBIO DE CILINDRO DE DIRECCION DELANTERO REPARADO-FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO POR CILINDRO DE DIRECCIÓN EJE DELANTERO LH
FALLA DEL DIFERENCIAL DELANTERO
UÑAS DE LIFTER TRABADAS
FUGA DE ACEITE POR TAPONES DE MANDOS FINALES
ENGRASE GENERAL
LIFTER DEMORA EN ABRIR SUS UÑAS
FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO POR VÁLVULA DE PISTON DE LIFTER
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO
ENGRASE GENERAL
ALARMA DE BAJO VOLTAJE
ALTA TEMPERATURA DE MOTOR
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO
MAL FUNCIONAMIENTO DE RELOJ DE TEMPERATURA
CALENTAMIENTO DE MOTOR
EQUIPO PRESENTA ALTA TEMPERATURA DE MOTOR Y BAJO VOLTAJE DE BATERIA
EVALUACION DEL ALTERNADOR
ENGRASE GENERAL DEL EQUIPO Y BOOM
CAMBIO DE ALTERNADOR DE MOTOR
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO
RELOJ DE TEMPERATURA SE ELEVA
FALLA DEL DIFERENCIAL DELANTERO
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO

6M STAT INSP NDT CRANE
ENGRASE GENERAL
ENGRASE GENERAL DEL EQUIPO
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO
BATERIA NO CORRESPONDE
CAMBIO DE BATERÍA
TRASMISIÓN SE BLOQUEA
PM1/GENERAR BLS/TOMA DE MUESTRA
BL09201 CAMBIO DE DISPLAY
ENGRASE GENERAL
MANTTO CORRECTIVO
-TRANSMISIÓN SE BLOQUEA Y PRESENTA CÓDIGO DE FALLA - AUTORADIO NO PRENDE
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO
EVALUACIÓN DE CADENA DE BOOM
EVALUACIÓN DE SISTEMA HYD LIFTER
CIRCULINA NO PRENDE
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO
TOMA DE MEDIDAS DE PERNOS Y TUERCAS PARA TOPES DE DIRECCION
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO
BL09395 CAMBIO DE FAROS POSTERIORES
ENGRASE GENERAL DE EQUIPO
EVALUACIÓN SISTEMA HIDRAULICO LIFTER
BL09390 CAMB TOPES DE DIRECCIÓN
- EQUIPO NO ARRANCA - NO PRENDE EL TABLERO DE INSTRUMENTOS
CAMBIO DE HARNES DE LIFTER
POR MOMENTOS NO ARRANCA EL EQUIPO
EQUIPO NO ARRANCA Y NO PRENDE EL TABLERO
UNIDAD NO ARRANCA
EQUIPO NO ENCIENDE

PRE- PM & INSPECCIÓN DE STICKER Y RÓTULOS
FALLA DEL DIFERENCIAL DELANTERO
EQUIPO SE ENCUENTRA BLOQUEADO NO DA MARCHA
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PM2
EVALUACION DE SISTEMA HIDRAULICO
SE ACTIVA CHECK DE BATERÍA
SE PRENDE CHECK DE BATERÍA
EQUIPO SE NEUTRALIZA
RUIDO ANOMALO EN LA DIRECCIÓN
ENGRASE GENERAL DEL EQUIPO+INSPECCIÓN DE FUGA DE FLUIDOS
CAMBIO DE TOPES DE DIRECCIÓN
ADVERTENCIA ACTIVA DE CARGA DE BATERÍA
BL 09590 CAMBIO DE PALANCA DE FRENO DE PARQUEO
ADVERTENCIA DE CARGA DE BATERÍA ACTIVA
LUCES DELANTEROS NO ENCIENDE

Nota. Información tomada de minera Las Bambas (2025).

Todos estos registros apuntan a una incidencia en la productividad de la flota, la misma que alcanzó 61,8% en promedio mensual y 62.70% de disponibilidad. Los anteriores permitieron sustentar el AMEF de la Tabla 15 en donde resultaron como fallas de mayor criticidad para la operatividad de la flota auxiliar, la obstrucción del filtro y sus elementos, bajo nivel de aceite hidráulico, obstrucción de la línea de aire y combustible y fallas en el sistema eléctrico como principales fallas, para mayor información ver anexo

Tabla 15
Matriz AMEF

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.	SEV	OCU	DET	NPR
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué manera puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (cliente o requerimientos internos)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué causa que el paso clave falle?	¿Qué tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Falla?	¿Qué también puede detectar la Causa o Modo de Falla?		¿Cuáles son las acciones para reducir la Ocurrencia de la Causa o mejorar la Detección?	¿Quién es responsable de las acciones recomendadas?				
LEVANTAR 600 TM DE MINE	FALLA DEL SISTEMA HIDRÁULICO	PÉRDIDA DE FUNCIÓN DE ACARREO		ROTURA DE MANGUERA		VULCANIZAR			INSPECCIÓN VISUAL	MANTENIMIENTO				

RAL DIAR IO		PÉRDID A DE FUNCIO N DE ACARR EO		BAJO NIVEL DE ACEITE		REPONE R		8	INSPECCI ÓN VISUAL	MANTENIM IENTO				8
		PÉRDID A DE FUNCIO N DE ACARR EO		OBSTRUC CIÓN DE BOMBA HIDRÁULI CA		REPONE R			OPERAR HASTA FALLAR	MANTENIM IENTO				
		PÉRDID A DE FUNCIO N DE ACARR EO		OBSTRUC CIÓN DEL FILTRO		REPOSICI ÓN		7	PREVEN TIVO POR TIEMPO	MANTENIM IENTO				7
		PÉRDID A DE FUNCIO N DE ACARR EO		FALLA DE LAS PATAS ESTABILIZ ADORAS		REPARA CIÓN			INSPECCI ÓN VISUAL	MANTENIM IENTO				
		PÉRDID A DE FUNCIO N DE ACARR EO		ROTURA DE PALANCA DE ACCIONA MIENTO		REPARA CIÓN			INSPECCI ÓN VISUAL	MANTENIM IENTO				

				HIDRÁULICO								
	FALLA DE SENSORES	PÉRDIDA DE TIEMPO POR ACTIVACIÓN DE MECANISMO MANUAL		DESCONFIGURACIÓN		CONFIGURACIÓN		INSPECCIÓN VISUAL	MANTENIMIENTO			
		PÉRDIDA DE TIEMPO POR ACTIVACIÓN DE MECANISMO MANUAL		FALLA DE RELÉ		REEMPLAZO		POR AVERÍA	MANTENIMIENTO			
	OBSTRUCCIÓN DEL SISTEMA	INAMOVILIDAD DEL EQUIPO		FALLA DE BOMBA DE INYECCIÓN		REEMPLAZO		PREVENTIVO POR TIEMPO	MANTENIMIENTO			

	MA DE INYECCIÓN		N									
		PÉRDIDA DE POTENCIA MECÁNICA		FALLA DE INYECTOR		LIMPIEZA		PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO			
		INAMOVILIDAD DEL EQUIPO		OBSTRUCCIÓN EN LA LÍNEA DE COMBUSTIBLE		LIMPIEZA		PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO			
		INAMOVILIDAD DEL EQUIPO		OBSTRUCCIÓN EN LÍNEA DE AIRE		LIMPIEZA	8	PREVENTIVO POR TIEMPO	MANTENIMIENTO			8
	FALLA DEL SISTEMA ELÉCTRICO	INAMOVILIDAD DEL EQUIPO		FALLA DEL ARRANQUE		REPARACIÓN	2	PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO			2
		INAMOVILIDAD DEL EQUIPO		BATERÍA DESCARGADA		REEMPLAZO		PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO			

		INAMOVILIDAD DEL EQUIPO	CABLE PARTIDO		REEMPLAZO			PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO				
	FALLA MECÁNICA	INESTABILIDAD DE LA MÁQUINA	FALLA DEL SISTEMA ESTABILIZADOR		REPARACIÓN-REEMPLAZO			PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO				
		PELIGRO DE VOLCAMIENTO	DESGASTE DEL SISTEMA DE FRENOS		REEMPLAZO			PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO				
		FALLA DE LA DIRECCIÓN	RECALENTAMIENTO DEL DIFERENCIAL		REEMPLAZO			PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO				

El AMEF aplicado en la Tabla 13 presentó una serie de acciones que pueden tomarse de acuerdo con las fallas identificadas en el registro de 2024 y que han sido priorizadas según su criticidad; en complemento, se presenta la Tabla 16 con una jerarquización de fallas por sistemas funcionales de la flota de telehandler con base al criterio de la frecuencia de fallas.

Tabla 16
Jerarquización de eventos de fallas flota auxiliar

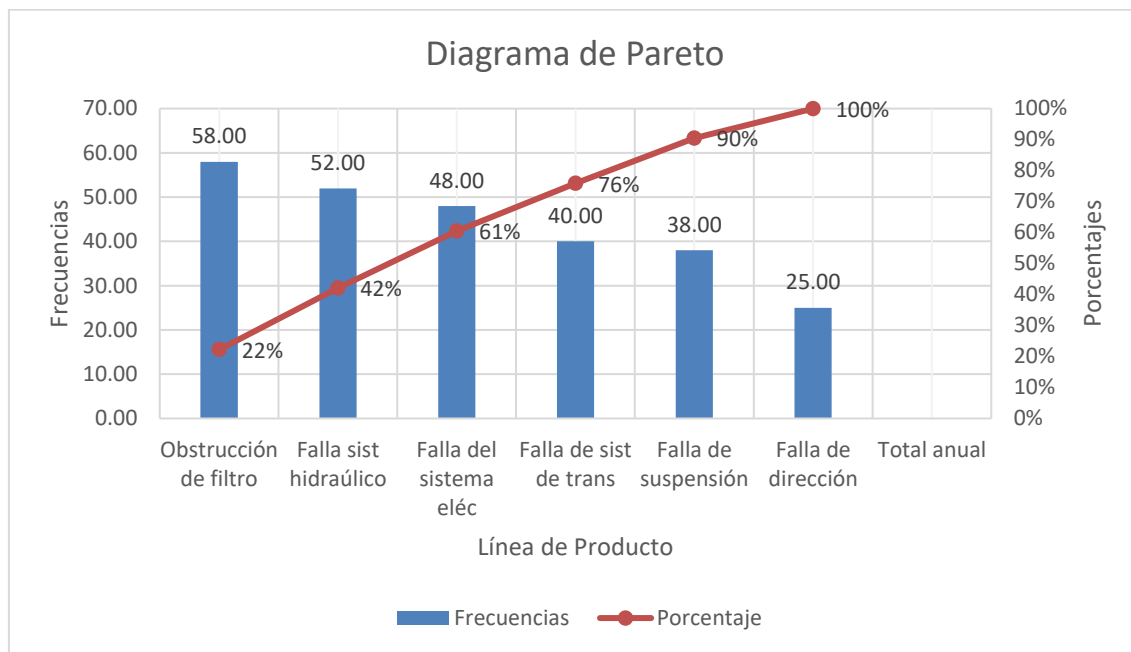
Línea	Frecuencia de eventos	Frecuencia	Frecuencia acumulada
Obstrucción de filtro hidráulico	58,00	22,2%	22%
Falla sistema hidráulico	52,00	19,9%	42%
Falla del sistema eléctrico	48,00	18,4%	61%
Falla de sistema de transmisión	40,00	15,3%	76%
Falla de suspensión	38,00	14,6%	90%
Falla de diferenciales	25,00	9,6%	100%
Total, anual	261,00	100,0%	

Nota. Elaboración propia (2025) según datos suministrados por Minera Las Bambas.

De manera gráfica se presenta la Figura 7 con el diagrama de Pareto.

Figura 7

Diagrama de Pareto



Nota. Elaboración propia (2025) según datos suministrados por Minera Las Bambas.

En atención a los principios de Pareto, el 61% de las causas de fallas de la flota auxiliar se ubican en el lifter (brazo telescópico) sistema hidráulico y sistema eléctrico.

Por lo tanto, se presenta la siguiente la planificación de mantenimiento discriminado por actividades de mantenimiento preventivo rutinario y preventivo programado; en la Tabla 17, se presentan las instrucciones de mantenimiento preventivo rutinario dirigido al sistema hidráulico, eléctrico, suspensión y transmisión.

Tabla 17*Instrucciones de mantenimiento rutinario*

Índice de Instrucciones Técnicas				
Tipo de Mantenimiento: Preventivo				
Rutinario	X	Programado		
Tipo de Actividad		MTTO telehandler	E	
Código		Descripción	F	T (min)
MP-RUT-001		Inspección de condiciones del arranque	Quincenal	10
MP-RUT-002		Inspección de las condiciones de las mangueras	Quincenal	10
MP-RUT-003		Inspección de las condiciones de la bomba hidráulica	Quincenal	10
MP-RUT-004		Inspección de los niveles de aceite	Quincenal	10
MP-RUT-005		Inspección del funcionamiento de los relés	Quincenal	10
MP-RUT-006		Inspección del sistema de suspensión	Quincenal	20
MP-RUT-007		inspección del sistema de transmisión	Quincenal	20
MP-RUT-008		Inspección del sistema eléctrico	Quincenal	25
MP-RUT-009		Inspección de chasis, cabina y tablero	Quincenal	15
MP-RUT-010		Inspección funcionamiento de luces	Quincenal	15
MP-RUT-011		Engrase de piezas: embrague, pines, bujes	Quincenal	25
MP-RUT-012		Inspección de las condiciones del lifter	Quincenal	15
Elaborado por:			Aprobado	
Fecha			por:	
			Fecha	

Nota. Elaboración propia (2025)

En la Tabla 18 se presentan las instrucciones de mantenimiento programado en atención a las acciones identificadas en el AMEF.

Tabla 18
Instrucciones de mantenimiento programado

Índice de Instrucciones Técnicas				
Tipo de Mantenimiento: Preventivo				
Rutinario		Programado	X	
Tipo de Actividad		MTTO telehandler	E	T (min)
Código	Descripción	F	F	T (min)
001	MP-PROG- Limpieza y engrase de elementos del Lifter (brazo telescópico)	250h		40
002	MP-PROG- Reposición de aceite hidráulico	3000h		40
003	MP-PROG- Limpieza de la línea de aire	250h		60
004	MP-PROG- Reemplazo del filtro de aire	250h		60
005	MP-PROG- Reemplazo de bomba de inyección	Anual		60
006	MP-PROG- Limpieza de inyectores	Trimestral		45
007	MP-PROG- Limpieza de la línea de combustible	Trimestral		50
008	MP-PROG- Reemplazo del filtro de combustible	250h		50
009	MP-PROG- Reposición aceite de motor	250h		50
010	MP-PROG- Engrase de elementos de estructura	Bimensual		50
011	MP-PROG- Limpieza de radiador	Semestral		50
012	MP-PROG- Reemplazo de diferenciales	250h		70
013	MP-PROG- Reemplazo de barras estabilizadoras	250h		90
Elaborado por:		Aprobado por:		
Fecha		Fecha		

Nota. Elaboración propia (2025)

Teniendo en cuenta la planificación por tipo de mantenimiento, se presenta en la Tabla 19 el detalle de las actividades y los resultados de su aplicación.

Tabla 19*Detalle de las rutinas de mantenimiento a realizar***DATOS DE EQUIPO**

CODIGO CIP	DESCRIPCION		MODELO
	TELEHANDLER		KKW00253

REPUESTOS Y MATERIALES A USAR**ACEITES**

	Lubricante				Servicio			
	Aceite	NP Original	Canto	Medida	Cambio	Nivel	Toma de Muestra	Canto
Aceite Motor	Cat DEO 15W40	EX:3E9902	2.50	Gal	X		X	1
Aceite del Sistema Hidráulico	CAT HIDO 10	EX 3096901	42.00	Gal		X	X	
Sistema Refrigeración	CAT ELEC		1.0	Gal		X		
Aceite de compartimiento del motor	3E-9902		2.5	Gal				
Aceite de transmisión y caja	8T-9572		5.5	Gal				
Aceite diferencial	8T-9582		4	Gal				
Aceite de mando final	8T-9582		2.5					
Aditivo para eje diferencial	197-0017		1					

FILTROS

	NP Original	NP Alternativo	Canto.	Unidad	Cambio	Limpieza
Filtro Aceite Motor	7W-2326		1	Pza.	X	
Filtro Combustible		FF5380	1	Pza.	X	
FILTRO DE AIRE PRIMARIO		0428627	1	Pza.	X	
FILTRO RESPIRADERO ESTANQUE ACEITE HIDRAULICO		0314236	1	Pza.	X	
FILTRO RETORNO ACEITE HIDRAULICO (DEPÓSITO DE ACEITE)		0332915	1	Pza.	X	
REPUESTOS EMPLEADOS EN EL MANTENIMIENTO						
FILTRO ACEITE MOTOR						
FILTRO SEPARADOR DE AGUA						
FILTRO PETROLEO PRIMARIO						
FILTRO DE COMBUSTIBLE						
FILTRO AIRE PRIMARIO						
FILTRO AIRE SECUNDARIO						
FILTRO DE PRESIÓN ACEITE HIDRÁULICO (CIRCUITO DE MANDO)						
SELLO FILTRO DE PRESION						
FILTRO RETORNO ACEITE HIDRÁULICO						
FILTRO RESPIRADERO TANQUE ACEITE HIDRÁULICO						
FILTRO RESPIRADERO TRANSMISIÓN DE GIRO						
FILTRO ACEITE MOTOR						
FILTRO SEPARADOR DE AGUA						
FILTRO PETROLEO SECUNDARIO						
FILTRO DE AIRE PRIMARIO						
FILTRO SECADOR DE AIRE						
FILTRO RESPIRADERO ESTANQUE ACEITE HIDRAULICO						
FILTRO RETORNO ACEITE HIDRAULICO (DEPÓSITO DE ACEITE)						
FILTRO CABINA						

FILTRO CAJA AUTOMÁTICA (TAMIZ)		
FILTRO RESPIRADERO MOTOR		
FILTRO CABINA		
FILTRO RESPIRADERO TX		
FILTRO RESPIRADERO MANDO DE BOMBAS		
GENERAL	Ejecutado	
	SI	NO
Lavar Equipo	x	
Engrase General de Equipo	x	
Inspeccionar y eliminar todo tipo de fugas de aceite	x	
Inspeccionar y eliminar todo tipo de fugas de combustible	x	
Inspeccionar y ajustar pernos y tuercas en general.	x	
Verificar estado - mangueras de todos los sistemas abrazaderas, conectores, sellos	x	
Inspeccionar guardas en general.	x	
Inspeccionar cinturón de seguridad.	x	
Verificar estado y conexión de fajas.	x	
Inspeccionar estructura, posibles rajaduras - inspección visual	x	
Revisar apriete de perno de pasador entre aguilón y brazo.	x	
MOTOR	Ejecutado	
	SI	NO
Revisar estado de las mangueras de combustible y refrigerante.	x	
Limpiar panel del radiador y enfriador de aceite hidráulico (parte exterior).	x	
Verificar gases de múltiple de escape	x	
Limpiar respiradero de Carter.	x	
Revisar humos del escape.	x	

Revisar ajuste pernos soporte motor.	x	
TAREAS A REALIZAR		
Comprobar sujeción del sur. Admisión de aire y revisar posibles fugas por manguera y abrazaderas.	x	
Revisar sujeción del sistema de escape.	x	
Revisar sistema de acelerador y cable de control	x	
Verificar sellos del turbo compresor	x	
Revisar mangueras y fugas de turbo compresor.	x	
Limpiar el pre filtro de aire de motor.	x	
Revisar el indicador de toponeo de filtros de aire de motor.	x	
Drenar el agua del separador de combustible	x	
Drenar el agua del tanque de combustible por la válvula.	x	
	Ejecutado	
SISTEMA HIDRAULICO	SI	NO
Compruebe el nivel de aceite hidráulico	x	
Limpiar tapón respiradero del tanque hidráulico	x	
Verificar estado de controles de dirección, giro, palancas	x	
Verificar estado de mangueras hidráulicas, abrazaderas, sellos, conectores	x	
	Ejecutado	
SISTEMA HIDRAULICO	SI	NO
Inspeccionar articulaciones	x	
Inspeccionar cilindros del boom,stock,	x	
Inspeccionar líneas de grasa del boom	x	
Inspeccionar pines de cilindro, abrazaderas	x	
Inspeccionar pines de la base del boom	x	
Inspeccionar pines de la base del cilindro del boom	x	
Revisar uñas del lifter	x	

Revisar cucharón, fisuras, desgastes	x	
Inspeccionar tubos y mangueras del boom	x	
TAREAS A REALIZAR		
Cojinetes de la rotación - Lubricar	x	
Lubricar en los dos puntos de la base de los cilindros de levante	x	
Lubricar los 5 puntos en el manitol sobre la pluma	x	
Lubricar pines del lifter	x	
Lubrique el punto en el cilindro (botella) del lifter	x	
Lubrique el punto en el vástago del cilindro del stock	x	
Lubrique los 3 puntos de unión con el lifter	x	
Lubrique los 4 puntos que unen el eslabón con el stock y cilindro	x	
Lubrique los dos puntos en la unión de la pluma con el stock (una a cada lado)	x	
Lubrique el mecanismo de la pluma, del brazo y del lifter	x	
Lubrique los pasadores de la base de la pluma	x	
Lubrique el varillaje de la pluma y del brazo	x	
Inspeccionar/Ajustar varillaje del lifter	x	
Verificar desgaste de cantoneras de lifter	x	
Verificar el juego entre el cucharón y el stock	x	
	Ejecutado	
SISTEMA ELECTRICO	SI	NO
Revisar estado de cableado de batería.	x	
Comprobar funcionamiento del limpiaparabrisas, delantero y trasero.	x	
Compruebe el funcionamiento de los indicadores del panel.	x	
Compruebe que todas las luces estén operativas.	x	
Inspeccionar estado y tensión de correas de alternador y del ventilador.	x	
Revisar funcionamiento de alarmas y luces testigo.	x	
Inspeccionar ventanas.	x	

Verificar el nivel de electrolito de las baterías.	x	
Verificar estado y bornes de las baterías	x	
TAREAS A REALIZAR		
Verificar voltaje de batería.	x	
Revisar funcionamiento de motor de arranque.	x	
	Ejecutado	
CHASIS Y CABINA	SI	NO
Revisar ajuste y cerraduras de puertas y ventanas.	x	
Revisar nivel del líquido lavaparabrisas.	x	
Revisar estado general de la pintura.	x	
Revisar interior de cabina, limpiar si es necesario.	x	
Revisar funcionamiento de radio y parlantes.	x	
Revisar estado de los vidrios.	x	
	Ejecutado	
TREN DE RODAMIENTO	SI	NO
Inspeccionar guardas de rodillo	x	
Lubricar bastidor de tren de rodaje ajustable	x	
Compruebe y ajuste las cadenas	x	
Lubricar la rueda guía	x	
Revisar estado de rodillos superiores e inferiores	x	
Revisar estado del bastidor	x	
Revisar pernos de cadena	x	
Comprobar tren de rodaje	x	
Verificar desgaste de guías laterales de cadena	x	
Verificar la tensión de la cadena (40 a 55 mm)	x	
Verificar nivel de aceite del compartimiento resorte - tensor	x	
Verificar la condición de los diferenciales del tren de transmisión		

5.1.3. MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD Y LA REDUCCIÓN DE COSTOS DEL ACARREO DE MINERAL CON UNA ADECUADA PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTOS DE LA FLOTA AUXILIAR TELEHANDLERS.

La ejecución de las instrucciones de mantenimiento propuestas, tienen un impacto en la estructura operacional conforme se tienen los datos de la Tabla 19; según esta información, la productividad podrá mejorarse en un 30.24% con la aplicación de las mismas, pasado de 692,7 TM/h a 1247TM/h por mineral concentrado. Por otro lado, los costos unitarios del acarreo se optimizan en proporción a la aplicación del plan, pasado de 1,12 USD\$ a 0,78 USD\$, lo que representa una reducción del 30,35%.

Establecer las toneladas métricas por hora de mineral concentrado con la variación.

Tabla 20

Variación de costos para el mineral concentrado

	Ejecutado	Mejorado	Variación
Productividad	692,7 Tm/h	1247 Tm/h	30,24%
CU acarreo	1,12 \$/Tm	0,78 \$/Tm	-30,35%

Nota. Elaboración propia (2025)

De igual manera, la Tabla 20 indica acerca de los costos derivados de la aplicación de actividades de mantenimiento asociadas a cada uno de los sistemas operativos de la maquinaria de los Telehandlers, comparándose el costo que se genera por intervenir la máquina para hacer reparaciones de fallas en dichos sistemas con los costos de aplicar iniciativas de mantenimiento partiendo del análisis de las mismas. Para mayor información ver el anexo 4.

Tabla 21*Costos de mantenimiento de la flota auxiliar de telehandlers*

Acciones	Costo materiales	Costo RRHH	Costo mantenimiento	Costo de intervención	Diferencia
MTTO. SIST HIDRÁULICO	2.500,00	3.024,00	72.400,00	83.160,00	10.760,00
MTTO. SIST. COMBUSTIÓN	4.100,00	9.450,00	102.300,00	120.960,00	18.660,00
MTTO SIST DE DIRECCIÓN	3.800,00	7.250,00	56.800,00	86.000,00	29.200,00
MTTO. SIST. SUSPENSIÓN	1.512,00	1.890,00	26.460,00	45.360,00	18.900,00
MTTO. SIST. TRANS	1.134,00	1.134,00	26.460,00	45.360,00	18.900,00
MTT. SIST. ELÉCTRICO	945,00	756,00	18.900,00	24.570,00	5.670,00

Nota. Elaboración propia (2025)

En la Tabla 21 se presentan los datos alusivos a la proyección de la productividad considerando la ejecución precisa del plan de mantenimiento, representando una mejora estimada del 30.24%.

Tabla 22*Proyección de la productividad de mineral concentrado*

Productividad		
Antes	Después	VAR%
112.000	156.800	40,00%
129.360	159.600	23,38%
123.200	175.560	42,50%
132.440	178.640	34,88%
135.520	145.400	7,47%
123.200	172.480	40,00%
123.200	178.640	45,00%
117.600	162.400	38,10%
126.280	156.800	24,17%
128.128	128.000	1,03%
112.000	159.600	42,50%
123.200	162.400	31,82%

Nota. Elaboración propia (2025)

Lo mismo ocurre con el indicador de disponibilidad, por supuesto, el plan de mantenimiento permitirá mejorar la disponibilidad de la flota de telehandler en un 44,42%, de acuerdo como se aprecia en la Tabla 23.

Tabla 23*Proyección de la disponibilidad para mineral concentrado*

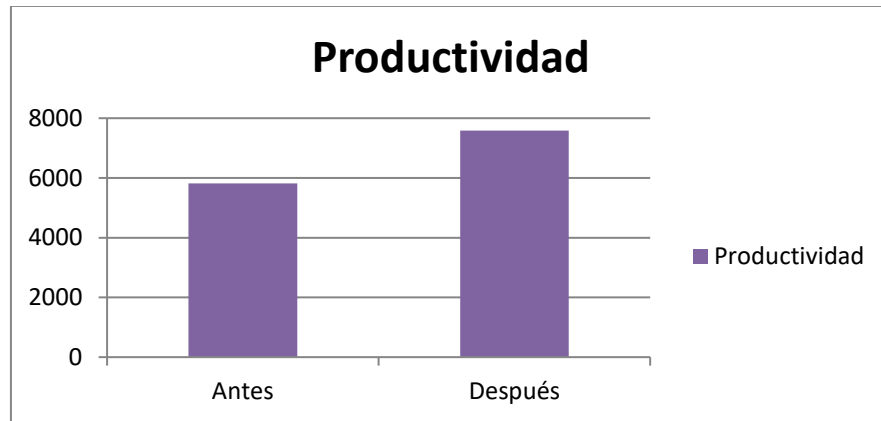
Disponibilidad		
Antes	Después	VAR%
62,00%	89,00%	43,55%
62,00%	90,00%	45,16%
60,00%	91,00%	51,67%
59,44%	90,00%	51,41%
59,18%	91,00%	53,76%
63,00%	92,00%	46,03%
64,00%	91,00%	42,19%
64,54%	90,00%	39,46%
68,52%	91,00%	32,81%
63,35%	90,00%	42,07%
64,82%	90,00%	38,85%
61,59%	90,00%	46,13%

Nota. Elaboración propia (2025)

Para ilustrar el comportamiento de la productividad después de la implementación de la planificación de mantenimiento, se cuenta con la Figura 8 en la que se vislumbra cómo mejorar la productividad de la flota auxiliar, ubicándose por encima de las 6000TM de mineral concentrado mensuales.

Figura 8

Variación de la productividad

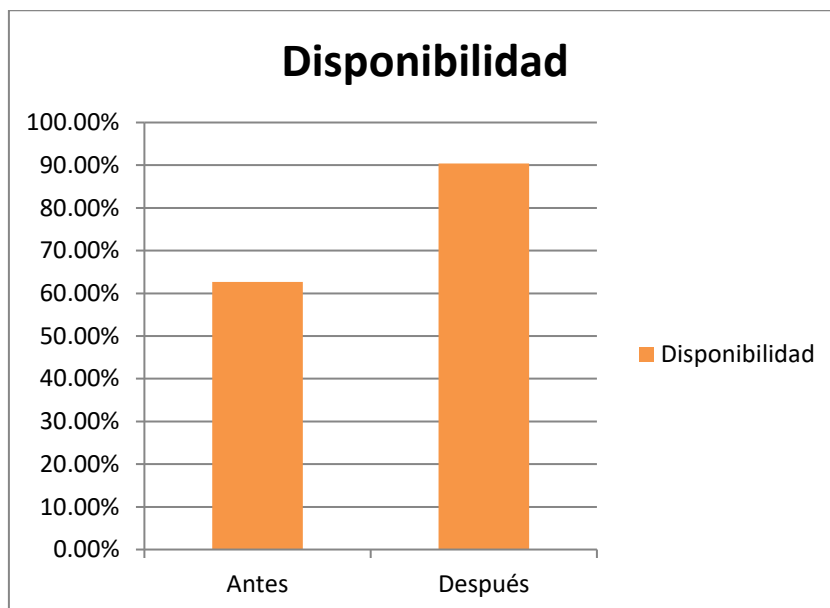


Nota. Elaboración propia (2025)

De igual manera, se tiene la disponibilidad de la flota auxiliar antes y después de la implementación del plan de mantenimiento, en la que se observa que el indicador se posiciona sobre el 90%.

Figura 9

Variación de la disponibilidad

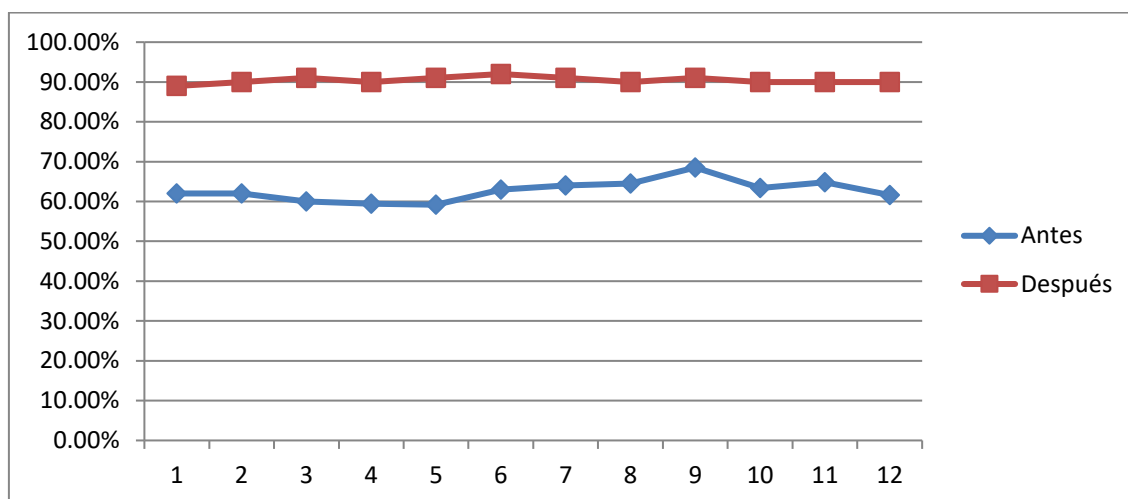


Nota. Elaboración propia (2025)

De manera resumida se tiene la Figura 10 con el comportamiento de la disponibilidad antes y después de la intervención de actividades de mantenimiento, donde la flota auxiliar presentó como máximo valor 70% y se logra mejorar a un 90%.

Figura 10

Comportamiento de la disponibilidad antes y después de la intervención



Nota. Elaboración propia (2025)

5.1.4. MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO DEL MINERAL CON LA FLOTA AUXILIAR TELEHANDLERS CON LA UTILIZACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ADECUADO EN LA CIA MINERA LAS BAMBAS.

Para poder determinar la mejora del indicador de productividad, se aplicó la prueba T Student sobre los valores de productividad ejecutado y proyectado, obteniéndose los valores de la Tabla 22. En esta se puede observar que, la media de la productividad ejecutada (diaria) es de 5800TM mientras que, la proyectada se ubica sobre 8000TM, permitiendo obtener un valor p de dos colas $p=0 < 0,05$ que es indicativo de que existen diferencias significativas entre la productividad real y la proyectada, asumiéndose con esto que, efectivamente el plan de mantenimiento puede mejorar la productividad de

la flota auxiliar de acarreo.

Tabla 24

Prueba T para productividad para mineral concentrado

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	5800,3182	8000,9758
		2526161,6
Varianza	129418,159	9
Observaciones	12	12
	-	
Coeficiente de correlación de Pearson	0,19569895	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
	-	
Estadístico t	54,4778015	
P(T<=t) una cola	4,9141E-15	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	9,8282E-15	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

Nota. Elaboración propia (2025)

En cuanto a la disponibilidad, se presentan los valores correspondientes a la prueba T Student aplicada, en donde la disponibilidad real se posicionó en 63,4% y la proyectada en 90,42%, lo que produjo un valor de $p=0 < 0,05$ añadiendo la existencia de diferencias significativas entre la disponibilidad real y la ejecutada, además de comprobar que, el plan de mantenimiento mejora la disponibilidad de la flota auxiliar (Tabla 23).

Tabla 25
Prueba T para disponibilidad

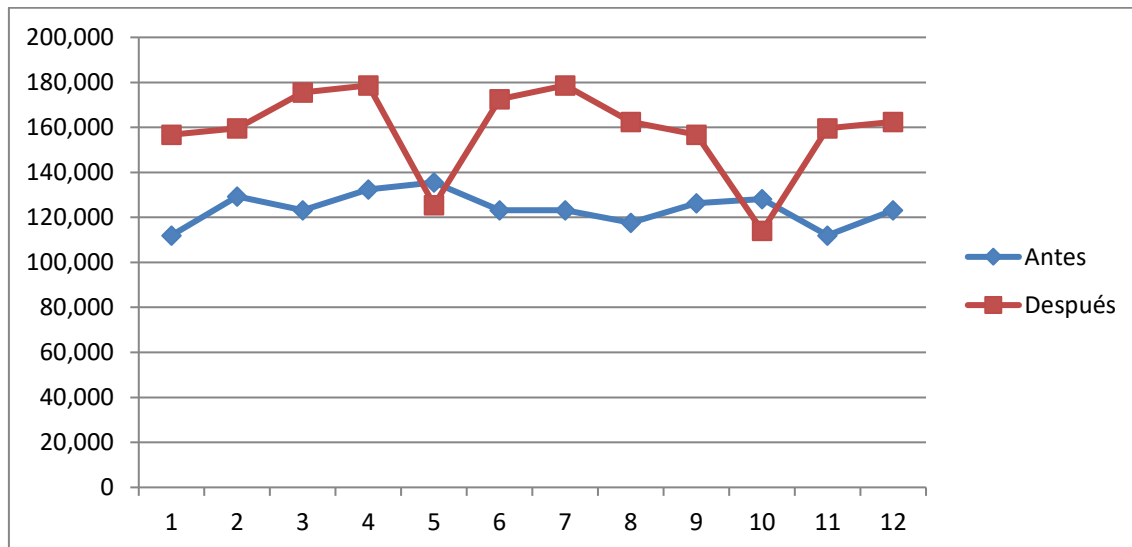
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	0,63540975	0,9042
Varianza	0,00106691	0,00049318
Observaciones	12	12
Coeficiente de correlación de Pearson	0,18903376	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-8,7001931	
P(T<=t) una cola	5,3955E-12	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	1,0791E-11	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

Nota. Elaboración propia (2025)

De igual manera, se presenta la Figura 11 en la que se observa cómo se mejora la productividad de la flota auxiliar con la intervención del plan de mantenimiento

Figura 11

Comportamiento de la productividad antes y después de la intervención



Nota. Elaboración propia (2025)

5.2. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo general mejorar la productividad del acarreo de mineral mediante la implementación de un plan de mantenimiento adecuado para la flota auxiliar de Telehandlers en la plataforma Marshaling de la Compañía Minera Las Bambas. Los resultados obtenidos permiten discutir de manera integral la relación entre la disponibilidad mecánica, la gestión del mantenimiento y recall, y su impacto directo en la productividad y los costos operativos del sistema de acarreo.

En cuanto al primer problema específico, referido a la disponibilidad de los equipos de la flota auxiliar de acuerdo con el tipo de mantenimiento que se realiza actualmente, se evidenció que la predominancia del mantenimiento correctivo no programado generaba altos tiempos de inactividad (NPT), incremento del MTTR y disminución del MTBF.

Este hallazgo es consistente con lo reportado por Ortiz et al. (2019), quienes identificaron disponibilidades cercanas al 63 % en equipos de carguío debido a deficiencias en la gestión del mantenimiento y falta de capacitación operativa. En el caso de Minera Las Bambas, se observó una situación similar, donde la ausencia de rutinas preventivas estructuradas y la intervención reactiva frente a fallas mecánicas impactaban negativamente en la continuidad operativa del sistema de acarreo.

La discusión de estos resultados refuerza la necesidad de migrar de un enfoque correctivo a uno preventivo-programado como estrategia fundamental para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

Respecto al segundo problema específico, orientado a determinar las causas de las

fallas de la flota auxiliar Telehandlers, el análisis AMEF permitió identificar como modos de falla críticos aquellos asociados a los sistemas hidráulicos, componentes estructurales, fallas operativas y deficiencias en la inspección preoperacional.

Estos resultados guardan relación con los planteamientos de Fernández Mozo (2019), quien señala que la aplicación del AMEF facilita la identificación sistemática de fallas, sus efectos y causas raíz, permitiendo priorizar acciones de mantenimiento basadas en criticidad. En este estudio, la jerarquización de fallas permitió definir rutinas de mantenimiento específicas y establecer frecuencias adecuadas, reduciendo la probabilidad de fallas repetitivas y paradas imprevistas.

Asimismo, se evidencia que los factores humanos, como la falta de capacitación de operadores y el incumplimiento de procedimientos operativos, influyen significativamente en la generación de fallas, lo que coincide con lo expuesto por Bonzi (2019) respecto a los desafíos humanos y de gestión en operaciones mineras de gran escala.

En relación con el tercer problema específico, referido al impacto de una mala planificación del mantenimiento en la productividad y los costos del acarreo de mineral, los resultados muestran que los costos operativos asociados a mantenimientos correctivos de emergencia eran significativamente mayores en comparación con los costos proyectados bajo un esquema de mantenimiento preventivo planificado.

La reducción de costos lograda tras la implementación del plan de mantenimiento se explica por la disminución de intervenciones de emergencia, la optimización del uso de repuestos, la reducción de horas-hombre improductivas y la mejora en la continuidad del proceso de acarreo. Estos resultados respaldan lo señalado por Ortiz et al. (2019), quien indica que el mantenimiento preventivo permite reducir costos totales y evitar

interrupciones abruptas de la producción.

En consecuencia, la discusión evidencia que una adecuada planificación del mantenimiento no solo mejora la productividad, sino que también contribuye de manera directa a la eficiencia económica de la operación minera.

En relación con el problema general planteado: *¿Cómo mejorar la productividad del acarreo de mineral con la utilización de un plan de mantenimiento adecuado para la flota auxiliar Telehandlers?*, los resultados demuestran que la productividad del sistema se encontraba severamente limitada por una baja disponibilidad mecánica promedio cercano al 63 %, producto principalmente de paradas no programadas y mantenimientos correctivos reactivos.

La aplicación del plan de mantenimiento preventivo y programado, sustentado en el análisis AMEF, permitió reducir la frecuencia y severidad de fallas críticas en los equipos TH005, TH006 y TH007, logrando incrementar la disponibilidad mecánica por encima del 95 %. Este incremento se tradujo directamente en una mejora aproximada del 30 % en la productividad del acarreo, validando la hipótesis general de la investigación y confirmando que la planificación del mantenimiento es un factor determinante para optimizar la operación minera.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Bonzi R (2019), quien establece que la disponibilidad mecánica es un indicador clave que condiciona la capacidad del equipo para cumplir su función productiva en el momento requerido.

CONCLUSIONES

- En cuanto a la evaluación de la disponibilidad de la flota auxiliar desde la perspectiva del mantenimiento ejecutado por Minera las Bambas, siendo el OE1, se concluye que, la disponibilidad de la flota auxiliar presento un promedio de 63.54% con mantenimientos correctivos no programados, es decir, con atención de fallas por ocurrencia de las mismas.
- Respecto a la determinación de las causas de las fallas de la flota auxiliar, siendo el OE2, se concluye que las fallas con mayor criticidad son las que ocurren en el sistema hidráulico, de combustible y de aire; partiendo de allí se configuro un plan de mantenimiento diferenciado por actividades preventivas rutinarias y preventivas programadas.
- En cuanto a la mejora de la productividad y de los costos del acarreo del acarreo que se formulo en el OE3, se concluye que, la aplicación del plan de mantenimiento permite una mejora del 30.24%, mientras que la disponibilidad mejora en un 44.42%. Los costos derivados del plan de mantenimiento son menores que los implicados en la intervención de la maquinaria por fallas. Al aplicar una prueba estadística tipo T Student, se permitió comprobar que efectivamente, la productividad se mejora de manera significativa con el plan de mantenimiento para la flota auxiliar de manera similar con la disponibilidad.
- Respecto a la mejora de la productividad de la flota auxiliar el acarreo previsto en el OG, Se concluye que, la productividad de la flota auxiliar mejora con la aplicación del plan de mantenimiento basado en el AMEF, proyectándose un incremento del 30.24 % en la productividad y una disponibilidad superior al 95 %, resultados que coinciden con las proyecciones teóricas de los estudios

revisados.

RECOMENDACIONES

Seguidamente se recomienda las siguientes acciones.

La productividad es un indicador operativo fundamental para las empresas industriales, por ello, se sugiere a la Minera Las Bambas específicamente al departamento de operaciones, realicen un seguimiento diario del comportamiento del mismo para así, actuar oportunamente en pro de los intereses de la empresa y su rendimiento.

Es recomendable para la empresa Minera Las Bambas realizar un seguimiento mensual y anual del comportamiento de la disponibilidad de los equipos de acarreo, siendo responsabilidad de los operadores y del personal de mantenimiento outsourcing que hacen vida dentro de la misma, para así determinar cualquier desviación de valores por debajo al 90% y tomar los correctivos necesarios.

Se sugiere complementar el AMEF con lluvia de ideas con el personal operativo y de mantenimiento de la Minera, con la intención de poder discriminar con mayor detalle las posibles fallas potenciales y así, enriquecer y actualizar el plan de mantenimiento rutinario, tomándolo como una práctica dentro del marco del mejoramiento continuo, con responsabilidad de la directiva general, operaciones y mantenimiento.

Es recomendable para la empresa responsable del mantenimiento de la flota auxiliar de acarreo, realizar una actualización del presupuesto de mantenimiento, para así ajustar el stock de repuestos, materiales y herramientas para atender las programaciones y paradas por fallas.

Bibliografía

- Anchiraico Giraldo, A., y Rojas Oré, K. (2020). *Optimización del sistema de acarreo y transporte en labores de preparación de las zonas de profundización mediante la metodología Six Sigma operada por la E.C.M. Zicsa en la Unidad Minera Inmaculada.* Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655408/AnchiraicoG_A.pdf?sequence=3
- Baldeón Quispe, Z. (2011) Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en cia. Minera Condestable S.A. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/897/BALDEON_QUISPE_ZOILA_TRANSPORTE_ACARREO_CIA_MINERA.pdf?sequence=1
- Bonzi Ríos, J. (2016). Propuestas de mejora de la utilización efectiva en base a disponibilidad de la flota de carguío y transporte en minera Los Pelambres. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/139829>
- Carrasco Jerez, F. (2016). Asignación dinámica de operadores de LHD para operación a distancia en minería subterránea. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/144483>
- Chura Anticona, W. (2019). *Propuesta de un plan de control de utilización para flotas de acarreo de una mina a rajo abierto.* Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7109/3/IV_FIN_10_TE_Chura_Anticona_2019.pdf
- Gustafson A., Schunnesson H., Galar D., y Kumar U. (2013), The influence of the operating environment on manual and automatic load-haul dump machines: A fault tree analysis, Int. J. Min. Reclam. Environ. 27 pp. 75–87.
- Lévano Crespo Luis Abraham (2012). INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD MINA MEDIANTE HERRAMIENTA SIX SIGMA. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1674>
- Motion Metrics. (2018). Motion Metrics News. Obtenido de A New Milestone: Motion Metrics Detects 200th Missing Tooth: <http://www.motionmetrics.com/past-events/a-new-milestone-motion-metricsdetects-200th-missing-tooth/>
- Neumatic. (2018). Cuidado de los Neumaticos mineros. Santiago de Chile.

- Ortiz, L., y Pastor, Y. L. (2020). Propuesta de gestión para incrementar la disponibilidad mecánica y reducir los costos de alquiler en los equipos de carguío en la empresa minera de Cajamarca (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/26095>
- Pérez Enríquez, E. (2012). Mejoras en el 2011 en la unidad Uchucchacua de la compañía de minas Buenaventura S.A.A. Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1299/1/perez_ee.pdf
- Prokopenko, J. (1989). La Gestión de la Productividad. Manual práctico. Ginebre: OIT
- Riveros Mendoza, J. (2016) Cálculo de la productividad máxima por hora de los volquetes en el transporte minero subterráneo en la unidad minera Arcata 2016. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4877>
- Rivero, A. (2010). Alcance de la Ingeniería de Métodos e importancia de la productividad.
- Rodríguez Salinas, D. (2013). Modelo analítico para el dimensionamiento de flota de transporte en minería a cielo abierto : análisis de prioridades de atención según rendimiento. obtenido de <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/1788>
- Carro Paz, R., y González Gómez, D. (2014). Productividad y competitividad. obtenido de https://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf
- Salgado Gaspar, C. (2020). *“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO DE MINERAL CON LA UTILIZACION DE LA FLOTA AUXILIAR (TELEHANDLERS) EN PLATAFORMA MARSHALING.* Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8430>
- SGM. (2017). Yacimientos minerales. Obtenido de https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Yacimientosminerales.html
- SM. (2007). Modular Mining Systems Inc. Lima, Perú: SM.
- Tenorio Enciso, A. (2022). *Mejora en la productividad de los equipos de acarreo, mediante la determinación de demoras en los procesos de carguío y acarreo en minas a tajo abierto.* Obtenido de <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/22793>
- Bernal Torres, C. A. (2010). **Metodología de la investigación: Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales** (3ª ed.). Pearson Educación.
- Creswell, J. W. (2014). **Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods*

- approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).
Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill.
- TH514C (2013). Información general. obtenido de <https://h-cpc.cat.com/cmms/v2?&f=product&it=product&cid=406&lid=es&sc=P340&gid=267&pid=18479402&nc=1>
- Baldeón Quispe, L. (2019). *Gestión del mantenimiento en empresas industriales*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Bonzi Ríos, M. (2021). *Optimización del mantenimiento preventivo en equipos de producción minera*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Carrasco Jerez, P. (2020). *Planificación de mantenimiento preventivo basado en indicadores de disponibilidad*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Belcher, D. (1991). *Productivity and Technical Change*. Oxford University Press.
- Carro Paz, J., & González Gómez, A. (2014). *Gestión del mantenimiento y su impacto en la disponibilidad de equipos industriales*. Universidad de Oviedo.
- Carro Paz, J. (2010). *Aplicación de estrategias TPM en sistemas de mantenimiento industrial*. Universidad de Oviedo.
- Campos, L. (2016). *Gestión de mantenimiento y confiabilidad de equipos*. Editorial Universitaria.
- González, C., & Vega, M. (2018). *Confiabilidad y mantenibilidad de sistemas industriales*. Pearson Educación.
- López, R., & Morales, A. (2019). *Indicadores de mantenimiento: MTBF, MTTR y

- disponibilidad operacional*. Revista de Ingeniería Industrial, 12(3), 45–58.
- Quillahuamán, J. (2025). *Tesis sobre la gestión de mantenimiento preventivo y correctivo en maquinaria pesada*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- ISO. (2016). *ISO 14224: Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*. International Organization for Standardization.
- ISO. (2014). *ISO 55000: Asset management — Overview, principles and terminology*. International Organization for Standardization.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance (RCM II)*. Butterworth-Heinemann.
- Smith, A. M., & Hinchcliffe, G. (2004). *RCM: Gateway to world class maintenance*. Elsevier.
- Kelly, A. (2006). *Maintenance strategy: Business-centred maintenance*. Elsevier.
- Wireman, T. (2019). *Maintenance strategy series: Maintenance benchmarking and best practices*. Industrial Press.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación: Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3ª ed.). Pearson Educación.

ANEXOS

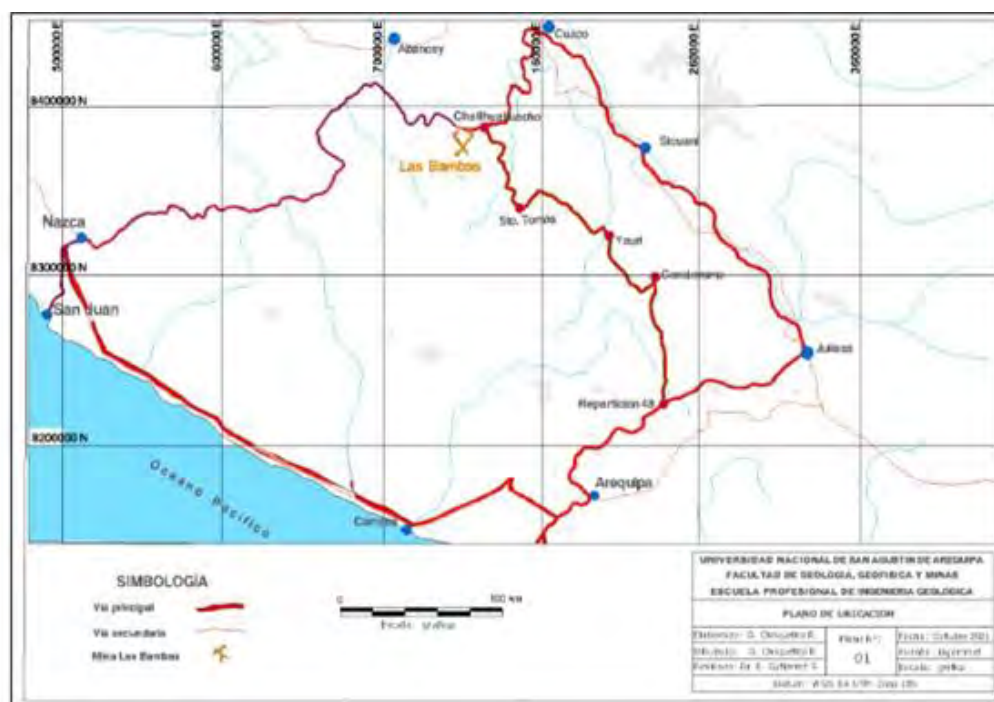
Anexo 1. Descripción del Área de Estudio

UBICACION

El Yacimiento Ferrobamba se ubica en el flanco oriental de la Cordillera de los Andes a 563 km al SE de la ciudad de Lima y 75km al SW de la ciudad del Cusco en el departamento de Apurímac provincia de Grau y Cotabambas, distrito de Chalhuanhuacho (Plano N° 1); a una altitud que va desde los 3700 m.s.n.m. hasta los 4250 m.s.n.m. Se ubica exactamente en el sector norte del cuadrángulo de Santo Tomas (29-r) de la Carta Geológica Nacional a una escala de 1/100,000.

Figura 12

Yacimiento ferrobambas



Accesibilidad

Desde Lima a Cusco por vía aérea, luego se continúa por carretera afirmada, utilizando una de las siguientes rutas:

Cusco - Cotabambas - Ñahuinlla-Pamputa - Fuerabamba - Campamento Las Bambas.

Cusco - Anta - Cotabambas - Tambobamba - Challhuahuacho - Campamento Las Bambas.

Cusco - Mara - Challhuahuacho - Campamento Las Bambas

Tintaya - Santo Tomás - Aquira - Challhuahuacho - Campamento Las Bambas.

La distancia aproximada desde la ciudad del Cusco hasta el campamento es de 298 km de distancia de los cuales 62,9 km pertenecen al tramo Cotabambas - Campamento Bambas. El tiempo de recorrido en bus es de aproximadamente 8 horas.

Figura 133

Ubicación geográfica

COORDENADAS

14°05'56" S

72°19'11" O

ALTITUD

Entre 3800 y 4600 m.s.n.m.



GEOLOGÍA

Geología Local

El mapeo geológico de superficie realizado por Norsemont entre los años 2005 y 2008 ha sido complementada en gran medida por los nuevos caminos de perforación y plataformas para los 317 puntos de perforación que se han construido.

La interpretación de los resultados de los testigos de perforación ha sido de bastante utilidad para la mejora del mapeo de la superficie.

Geología regional

La formación sedimentaria Arcurquina cubre de forma discordante sobre la formación Chilloroya y establece una relación con la formación Ferrobamba del cretáceo superior.

Estas rocas están expuestas en un área alargada de norte a sur, de 15 km de longitud y 5 km de ancho, que comprende una secuencia de piedras calizas, calcarenitas y lentes de conglomerados. Las rocas más antiguas en el área corresponden a una secuencia de areniscas blancas, rojas, violetas o grises, de grano medio con intercalaciones de lodolita rojiza de la formación Chilloroya del Cretáceo Inferior (también denominada formación Murco).

Estas formaciones sedimentarias han sido intruídas por rocas plutónicas que pertenecen al Batolito Andahuaylas-Yauri de la época del Oligoceno. El batolito varía de diorítico a granodiorítico en su composición, siendo los principales minerales que forman la roca: feldespatos plagioclasa y ortoclasa, cuarzo, hornablenda, biotita, apatita, zircón y esfeno. Mantos pequeños, vetas y lentes de magnetita masiva-skarn son comunes en esta área y probablemente se relacionan con el emplazamiento del batolito.

Varios stocks monzoníticos, diques o lacolitos penetran y cortan transversalmente

las litologías antes mencionadas. En el lugar en el que estas rocas han penetrado las rocas calizas, es común encontrar skarns mineralizados, algunos de los cuales contienen mineralización de Cu-Au-Ag tales como los de la mina Katanga. Algunos de estos stocks poseen características típicas de depósitos de pórfido de cobre tales como Constanca.

Intrusiones

Múltiples fases de monzonita y pórfido de monzonita caracterizan gran parte del área de superficie del prospecto, y también dominan los tipos de rocas que se observaron en las perforaciones hasta la fecha. En esta etapa de comprensión del yacimiento, se han reconocido al menos cuatro fases principales de intrusión, y la segunda más antigua se encuentra asociada con el evento de mineralización principal. Del más antiguo al más reciente, estas son las siguientes:

a) Diorita - DI.

Esta estructura no es parte del evento intrusivo asociado con la mineralización; sin embargo, forma el 'Basamento Intrusivo' del Batolito Andahuaylas-Yauri, donde está emplazado el yacimiento de cobre porfirítico de Constanca.

b) Monzonita Porfirítica 1 - MP1.

Esta unidad aflora como una gran intrusión de roca ígnea del cerro Constanca, extendiéndose al oeste hasta San José. Esta unidad alberga la mayor parte de la mineralización relacionada con el pórfido.

Se caracteriza por fenocristales de plagioclasa abundantes (40- 50%) hasta 3 mm de longitud. La hornablanda constituye el 5- 7%, con cristales alargados de hasta 6 mm de largo. La matriz es rosácea, con cristales de ortoclasa y magnetita más pequeños. Las partes superiores de esta intrusión de roca ígnea se encuentran en su mayor parte lixiviadas, haciendo difícil su reconocimiento.

c) Monzonita Microporfirítica - MMP.

Esta unidad estructural se caracteriza por una textura de grano fino con cristales de plagioclasa (60-70%) hasta 2 mm de longitud. La biotita (1-3%) y la magnetita (<1%) son visibles en la matriz de color gris claro. Dentro de este cuerpo, ocurren parches de alteración redondeada de 1-7 mm de ancho, simulando xenolitos.

Este cuerpo aflora como una intrusión de roca ígnea en el sur, pero se encuentra más diseminada al oeste del depósito, incluyendo la zona de San José. Se observó que algunos diques de MMP cortan el pórfido MP1.

d) Monzonita Porfirítica Cuarzosa - QMP.

La unidad de Pórfido esto ocurre mayormente en la zona de Constancia, como diques anchos de tendencia norte-sur a norte-noroeste con límites de grano fino oscuro endurecido, clasificados erróneamente algunas veces como andesitas en registros previos. Plagioclasas abundantes (40-60%) con cristales de hornablenda tabulares y bien formados (7%) ocurren como fenocristales en una matriz de color verdoso.

La característica más distintiva es una cantidad pequeña (1- 2%) de "ojos" de cuarzo de tres a cuatro milímetros de ancho. Estos diques tienen hasta 60 m de ancho, están basados en secciones, y en su mayoría son verticales.

No existe mineralización asociada con los diques. Esta unidad parece estar desplazada horizontalmente por una falla derecha en las proximidades de los Sondajes CO-05- 024 y CO-05-036.

e) Monzonita Porfirítica 2 - MP2

Esta Manzanita Porfirítica es similar a un dique aflora en su mayor parte hacia el oeste de Constancia, entre las zonas de Constancia y San José. Se caracteriza por

fenocristales de plagioclasa abundantes (60-70%) hasta 4 mm de longitud. Estos cristales se encuentran normalmente sub- redondeados en una matriz de color blanquecino con pequeñas cantidades de magnetita y de rocas máficas (hb>bio) en aproximadamente 5-8%.

La manzanita porfirítica posee una ocurrencia geológica, con estructuras tabulares, en formas de diques de hasta 150 m de ancho, con rumbo norte-sur, posiblemente con buzamiento acusado hacia el este.

f) Andesita-AAN.

Esta unidad posee una roca afanítica de color gris oscuro (color verdoso por la cloritización), con fenocristales de plagioclasa y hornablenda, y con aproximadamente 1% de magnetita. Esto ocurre principalmente como cuerpos similares a diques angostos, alguno de ellos cerca de los contactos con pórfidos de cuarzo manzanita. Además, varias unidades brechadas y diques félsicos menores ocurren en el área.

Geomorfología Regional

El distrito de trabajo tiene un relieve moderado, con valles glaciales poco profundos y colinas bajas y ondulantes de 400 a 500 m. Se pueden distinguir dos superficies de erosión: una superficie más antigua cubierta por material volcánico del grupo Tacaza, y una superficie de menor antigüedad que forma el paisaje actual. La superficie de menor antigüedad presenta un drenaje dendrítico incipiente, lo cual indica el inicio de un ciclo de erosión más intenso.

La geomorfología del área sugiere que los pórfidos intrusivos que forman el depósito mineralizado estuvieron expuestos a un periodo extenso de meteorización, lo cual produjo un perfil de oxidación inusualmente profundo en comparación con los

depósitos de pórfido de edades similares en las cercanías.

La región contiene muchos restos de actividad glacial anterior. La erosión glacial creó numerosos valles en forma de U que caracterizan muchas de las elevaciones superiores en el sitio, y los depósitos de till glacial también son comunes en ciertas áreas. Los depósitos de till varían en espesor hasta decenas de metros y generalmente se ubican en las márgenes de los valles en forma de U como morrenas laterales, o en los drenajes a elevaciones ligeramente inferiores en forma de morrenas basales y terminales. Existe cierta evidencia de restos de depósitos fluvio glaciares en la base del valle del WRF y el siguiente valle más al oeste, que consta de cantos rodados bien gradados con grava y arena y que han sido depositados con una pendiente de aproximadamente 10%.

El material aluvial es común en el valle del río Chilloroya y los tramos más bajos del valle del río Cunahuiri en el área de la poza de sedimentos y la Poza de Contención, pero no se encuentra en cantidades significativas en los otros valles del sitio.

Geología Económica

El yacimiento Constancia es un sistema pórfido de Cu-Mo que incluye mineralización skarn de cobre. Este tipo de mineralización es común en el cinturón metalogénico Yauri-Andahuaylas donde varios prospectos pórfidos de Cu-Mo han sido definidos, pero no han sido explotados.

Tipo de yacimiento

Las características geológicas, en “Tajo Constancia”, son típicas de los depósitos polimetálicos tipo Pórfido de Cobre – Molibdeno - Oro.

El pórfido Constancia ha sido evaluado por 317 sondajes de perforación

diamantina (antes de enero de 2009), algunos hasta profundidades de más de 600 m, con un máximo de

675.80 m (CO-08-133). La mayor parte de la mineralización ocurre como disseminaciones, yacimientos fisurales de vetas de cuarzo y rellenos de diaclasamientos de sulfuros, asociados principalmente con el “Micro Pórfido de Monzonita

1 (MP1)”. El MP1 muestra cuarzo-sericita extensiva o alteración potásica.

La mineralización de cobre está mejor desarrollada en la parte central del yacimiento dentro del pórfido de monzonita y se encuentra abierto a una profundidad por debajo de 3800 msnm (por ejemplo, CO-06-083, CO-07-105, CO-08-233, CO-08-278 y CO-08-288).

La oxidación y lixiviación son intensas, casi sin sulfatos frescos que ocurran en la superficie. Una capa lixiviada tiene lugar a profundidades variables, hasta un máximo de 100 m 53, donde el diaclasamiento es más intenso, o en rocas con desarrollo de yacimiento fisural intenso.

La oxidación decrece hacia los márgenes del prospecto y en el skarn de magnetita, alcanzando solamente unas cuantas decenas de metros de profundidad. Los minerales de óxido de hierro principales son jarosita y goethita con cantidades menores de hematita después de calcocitasupergénica. Las leyes de cobre normales en la capa lixiviada se encuentran en el orden de 100 - 200 ppm, valores considerados como muy anómalos en términos geoquímicos. Los valores de molibdeno y oro en la capa lixiviada son generalmente similares a las leyes hipogénicas.

La zona de San José se encuentra en 350 m al oeste- noroeste del límite occidental del yacimiento Constancia y está separada de éste por la Zona de la Falla de Barita. Se completaron sesenta taladros de perforación en el área; muchos de ellos con el propósito

de identificar la extensión y profundidad de la mineralización. Los controles principales para el área parecen ser dos fallas que lo conectan en el este (Falla San José) y el oeste. Estas dos fallas tienen generalmente rumbo norte-sur, pero podrían unirse en uno solo en la zona de Yanaccaca. La mineralización en esta área corresponde mayormente a conjuntos del tipo Hipógeno, con mineralización de skarn en forma secundaria.

Alteración

a) Alteración Potásica

El conjunto de alteración potásica se caracteriza por potasio- feldespatos secundario, y por cantidades variables de biotita hidrotermal que reemplazan minerales ferromagnesianos tempranos y matriz de roca. Las venas de cuarzo son 54.

comunes, en especial las vetas pequeñas de tipo “A” y “B”. La intensidad de la alteración es variable, en un rango de débil a fuerte. La magnetita hidrotermal también se encuentra presente como disseminaciones y está asociada con vetas pequeñas de tipo A en secciones más profundas. Las vetas pequeñas de anhidrita también son comunes. Dentro de la zona de alteración potásica, se encuentra presente la mineralización de calcopirita - (bornita) - molibdenita - pirita en vetas pequeñas de tipo A y B, y también en reemplazo de minerales ferromagnesianos o como relleno de diaclasamiento.

Las leyes de cobre por lo general varían de 0.2% - 4%, y son las más altas donde la mineralización de cobre del tipo relleno de diaclasamiento se encuentra superpuesta sobre mineralización de cobre disseminada anteriormente. La mineralización de cobre de alta ley (Hipógeno) se encuentra alojada por un yacimiento fisural denso de veta pequeña de tipo A que se desarrolló en una fase de pórfido temprana. La ratio pirita / calcopirita es generalmente bajo y en el orden de 1:1 a 2:1. La molibdenita por lo general también se incrementa con la profundidad, y está asociada con las vetas pequeñas de tipo “B”. La

bornita ocurre esporádicamente, en especial a niveles más profundos, y algunas veces es asociada con valores de oro.

b) Alteración Propilítica

La alteración Propilítica es transicional hacia la alteración potásica y se extiende más de un kilómetro desde los contactos intrusivos de pórfido. El conjunto mineral de alteración Propilítica incluye epidota - clorita - calcita - pirita - rodocrosita. También se encuentra presente calcopirita subordinada, como relleno de disyunciones o como reemplazo de materiales máficos. Vetas pequeñas y vetas de esfalerita - galena se encuentran distribuidas como un 55.

halo hacia la mineralización de cobre - molibdeno dentro del halo de alteración Propilítica, y ocurren a distancias de hasta 3 km desde el sistema de cobre porfídico.

c) Alteración Fílica

La alteración Fílica forma un caparazón penetrante circundante y algunas veces se superpone a la alteración potásica. Esta alteración acompaña la destrucción casi completa de las texturas de la roca primaria. El conjunto mineral de alteración Fílica incluye sericita-cuarzo-pirita, cantidades limitadas de calcopirita así como ocasionales vetas y vetas pequeñas de tipo “D” asociadas.

Caracterización mineralógica del yacimiento Constancia

El yacimiento Constancia es un sistema pórfido de Cu-Mo que incluye mineralización skarn de cobre. Este tipo de mineralización es común en el cinturón metalogénico Yauri- Andahuaylas donde varios prospectos pórfidos de Cu-Mo han sido descritos, pero no han sido explotados.

Se han encontrado cinco asociaciones (o tipos) de mineral diferente dentro del área del Proyecto Constancia, siendo así:

a) Hipógeno

Mineralización hipogénica de estilo porfídico, que incluye yacimiento fisural de vetas de cuarzo diseminadas y mineralización de calcopirita-molibdenita de diaclasamiento controlado en el intrusivo. La mineralización hipogénica (Tipo

1) constituye el grueso del yacimiento, extendiéndose por debajo del nivel de 3900 m.

b) Skarn

La mineralización de skarn (Tipo 2) es volumétricamente más pequeña que el Tipo 1; sin embargo, las leyes son 56, normalmente superiores, y la mineralización ocurre en la superficie o cerca de ésta.

En el contacto entre los intrusivos y las calizas, se desarrolla skarn granate y magnetita, mientras que la asociación piroxena – diópsido (granate – epidota) es más común en areniscas calcáreas y arcosas de la Formación Chilloroya.

c) Supérgeno

El enriquecimiento supérgeno (Tipo 3) ocurre inmediatamente debajo del Tipo 2, y ocasionalmente como remanentes dentro de la capa lixiviada. Las leyes más altas de cobre en el pórfido Constancia están generalmente asociadas con este tipo y con la zona de skarn.

La Digenita – covelita - calcocita supergénica (cobre nativo raro) principalmente alojada en intrusivo, que yace por debajo de una capa lixiviada.

d) Mixto o de transición

La zona transicional (Tipo 4) corresponde a la zona donde se mezcla la mineralización supergénica e hipogénica; por ejemplo, donde coexisten los sulfuros

supérgeno e Hipógeno.

Es también denominado transicional (Mezclado) que incluye sulfuros de cobre secundario / calcopirita en la monzonita (transición del Tipo 1 y Tipo 3 líneas arriba).

e) Óxidos de cobre

La mineralización de óxido de cobre (Tipo 5) ocurre localmente. Mientras sea superficial, es volumétricamente pequeña y por lo tanto, no es considerada relevante para su explotación en esta etapa de desarrollo.

Para efectos de un análisis económico, considerando un tratamiento y procesamiento de minerales, sólo se ha considerado los tipos de mineralizaciones 1, 2 y 3; y además el tipo 4, considerando que en esencia es la mezcla del tipo 1 y 3, correspondiente al material Hipógeno y Supérgeno. Los óxidos de cobre no han sido considerados para efectos de evaluación económica. Siendo parte del material de desmonte.

Se conocen dos áreas de mineralización de estilo porfídico dentro del área del proyecto, Constancia y San José. En Constancia, la mineralización es más profunda que la observada en San José, la cual ocurre en la superficie. La zona mineralizada se extiende aproximadamente 1200 m en la dirección norte-sur y 800 m en la dirección este-oeste. Se identificaron varias áreas nuevas de exploración en los alrededores de Constancia, distintas de “Yanaccaca” y “Old Adits”.

LEY CUT OFF

Se trata de la concentración mínima que debe poseer un elemento en un yacimiento para poder ser explotable, es decir, esta concentración es la que posibilita el costeo de la explotación, procesamiento y comercialización, a razón de la proyección de

flujos de cajas descontados. Esta ley considera una serie de factores que influyen en la valorización del recurso minero, como son específicamente, la proximidad absoluta al pit, el valor de los equipos de explotación, carguío y acarreo que se requieren emplear Hauman et al., (2020).

RECURSOS MINEROS

Los recursos minerales para el depósito de Constanca se clasificaron bajo los Estándares de Definición de Recursos Minerales y Reservas Minerales de la CIM 2016 mediante la aplicación de una ley de corte de acuerdo al Net Smelter Return (NSR) que refleja el beneficio combinado de producir cobre, molibdeno y plata además de los costos operativos, procesales de la mina. Los recursos minerales, clasificados como Medidos, Indicados e Inferidos, se resumen en la Tabla 24. Los recursos minerales se informan utilizando los precios de los metales a largo plazo y tienen una fecha de vigencia del 30 de junio de 2016.

Los recursos minerales que no son reservas minerales no tienen viabilidad económica demostrada. Debido a la incertidumbre que puede estar asociada con los recursos minerales inferidos, no se puede suponer que la totalidad o parte de los recursos inferidos se actualizará a un recurso indicado o medido.

Tabla 26
Reservas minerales

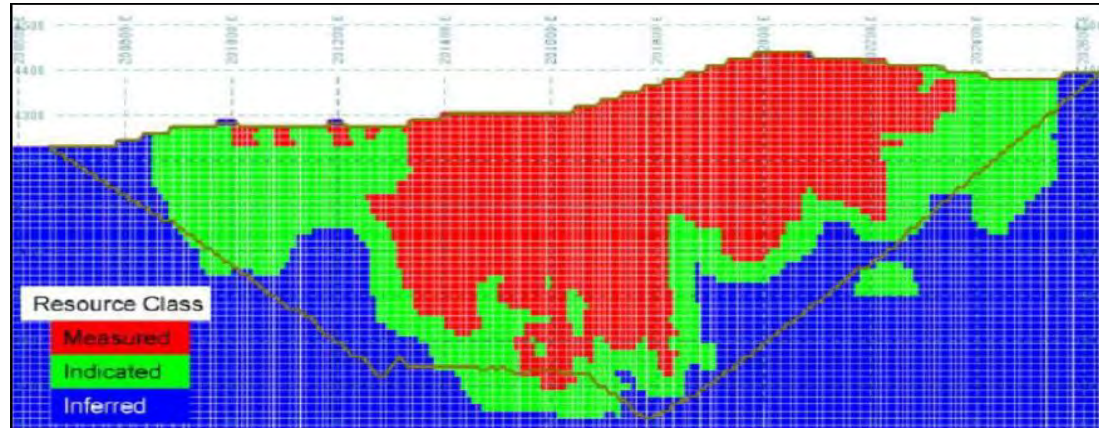
Estimaciones de recursos y reservas minerales de la operación constancia	toneladas	Cu (%)	Mo (%)	Au (%)	Ag (%)
Reservas del pit					
Probado	426,200,000	0.29	82	0.042	2.90
Probable	56,800,000	0.24	69	0.043	3.06
Total de probado y probable - Constancia	483,000,000	0.28	80	0.042	2.92
Reservas del pit					
Probado	36,400,000	0.65	177	0.368	5.26
Probable	1,600,000	0.52	234	0.259	6.33
Total de Probado y Probable	38,000,000	0.65	179	0.364	5.30
Total probado y Probable	521,0000,000	0.31	87	0.065	3.09

RECURSOS DE MINA					
Medida	123,800,000	0.22	64	0.038	2.07
Indicada	118,200,000	0.22	65	0.037	2.08
Inferido-Tajo Abierto	51,000,000	0.30	77	0.054	2.69
Inferido-Subteraneo	6,490,000	1.20	69	0.137	8.62
Recursos de					
Medida	9,200,000	0.37	63	0.293	5.71
Indicada	1,500,000	0.39	152	0.223	6.63
Inferido	6,800,000	0.33	102	0.286	5.01
Total Medida e Indicada	252,700,000	0.23	65	0.048	2.23
Total Inferido	64,3000,000	0.40	79	0.087	3.53

Nota. Información suministrada por la Bambas

Figura 14

Representación de la tipología de reservas en la mina



Nota. Información suministrada por la minera Las Bambas

MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

La CIA Minera Las Bambas es una de las operaciones mineras más grandes e importantes en el Perú. El método de explotación utilizado en esta mina es a cielo abierto, lo que significa que el mineral se extrae de la superficie de la tierra a través de la remoción de grandes cantidades de roca y suelo.

Este método de explotación es altamente eficiente en términos de producción y permite extraer grandes cantidades de mineral en un corto período de tiempo. Sin embargo, también tiene impactos negativos en el medio ambiente y en las comunidades cercanas a la mina.

Naturaleza del yacimiento: Los yacimientos de Las Bambas, como Ferrobamba, Chalcobamba y Sulfobamba, son de tipo skarn, lo que los hace adecuados para este tipo de explotación. La cantidad de mineral a extraer justifica la inversión en equipos de gran envergadura y la remoción de grandes volúmenes de material estéril.

Comparado con otros métodos subterráneos, la explotación a tajo abierto es generalmente más sencilla y menos costosa.

RECUPERACIÓN

La recuperación de mineral en la Mina Las Bambas es un proceso complejo y altamente tecnológico que se lleva a cabo tras la extracción del mineral a tajo abierto. Este proceso tiene como objetivo principal separar el cobre y otros minerales valiosos de la roca y otros materiales presentes en el mineral extraído.

Etapas del Proceso de Recuperación

Trituración y Molienda: El mineral extraído se fragmenta en partículas cada vez

más pequeñas a través de una serie de trituradoras y molinos.

El objetivo es liberar las partículas de mineral de cobre de la matriz rocosa.

Flotación: La pulpa (mezcla de agua y mineral molido) se introduce en grandes tanques de flotación.

Se añaden reactivos químicos que hacen que las partículas de cobre se adhieran a burbujas de aire y floten hacia la superficie, formando una espuma rica en cobre.

Las partículas no deseadas se hunden al fondo del tanque.

Espesamiento y Filtración: La espuma rica en cobre se espesa para eliminar el exceso de agua. Luego, se filtra para obtener un concentrado de cobre húmedo.

Secado: El concentrado húmedo se seca para reducir su contenido de humedad y facilitar su transporte y almacenamiento.

Fundición: El concentrado de cobre se funde en grandes hornos para obtener cobre metálico.

CLIMA Y MORFOLOGÍA

Clima

El clima en el área del proyecto minero se clasifica como; húmedo y frío según la estación, estas se definen en; lluviosas y secas. La mayor parte de la precipitación se produce por lo general entre los meses de octubre y abril.

La evaluación preliminar del clima indica que la precipitación producirá escorrentía e infiltración proveniente del desmonte de mina y las paredes del tajo durante y después de la operación activa de la mina. La precipitación promedio anual estimada

es de aproximadamente 1,000 milímetros (mm), 93% de la cual ocurre durante los meses de la estación húmeda, entre octubre y abril. Como dato referencial del clima, en año 2011, se estimó que las temperaturas máximas promedio diarias fluctuarían entre 13 y 16°C, y las mínimas promedio entre -11 y 0°C (Knight Piésold, 2011).

Tormentas eléctricas

Generalmente los meses de octubre a abril de cada año son temporada de tormentas eléctricas es por ello que todo personal está entrenado en el entendimiento de los tipos de alerta y los procedimientos de protección y evacuación para reaccionar a tiempo.

En sí, las tormentas eléctricas son condiciones atmosféricas adversas, producidas por descargas eléctricas de gran intensidad, conocidas como rayos, los cuales son descargas eléctricas que golpea la tierra, proveniente de la polarización que se produce entre las moléculas de agua de una nube, cuyas cargas negativas son atraídas por la carga positiva de la tierra. El rayo puede desplazarse hasta 13 Km, provocar una temperatura de más de 1 000°C, alcanzar más de 100 millones de voltios y 20,000 amperios, su velocidad puede llegar a 140,000 km/s.

En este caso en la mina constancia se cuenta con detectores de tormentas eléctricas portátiles, detectores de tormentas eléctricas principales Strike Guard (fijos) y refugios seguros que debe de cumplir con el principio de la jaula de Faraday.

Los sistemas de advertencia en la mina Constancia son: Visuales (balizas), sonoras, avisos radiales y por correo electrónico. También se tiene los tipos de alerta que son:

Alerta amarilla (precaución): 16 a 32km

Alerta naranja (advertencia): de 8 a 16km

Alerta roja (peligro): de 0 a 8 km

RECURSOS

Vegetación

Para la caracterización de flora y vegetación se establecieron 58 estaciones de muestreo en el área de estudio terrestre (AET), que corresponden a 25 estaciones de transectos y 33 puntos de inventario, registrándose un total de 342 especies, distribuidas en 172 géneros y 60 familias de crecimiento, se observó que las hierbas fueron predominantes con 304 especies; los sub-arbustos con 18 especies, arbustos con 17 especies.

Del análisis de los datos obtenidos se describieron siete tipos de vegetación en el AET: Pajonal, Vegetación de Roquedal, Pradera muy Húmeda, Bofedal, Juncal, Matorral y Vegetación de Altura, los cuales se clasificaron principalmente en base a las observaciones en campo, composición de especies, y a un análisis de similaridad entre los transectos evaluados; de manera que, dicha clasificación representa una descripción adecuada de los tipos de vegetación que caracterizan el AET.

Fauna

La caracterización de la fauna considera la evaluación de mamíferos, aves, anfibios, reptiles y artrópodos en los tipos de vegetación presentes en el EIA

El grupo de vertebrados que registró mayor número de especies fue el de las aves, seguido de los mamíferos, los anfibios y reptiles, los cuales presentan una menor riqueza comparado con los otros grupos debido a las características propias de cada grupo. Del grupo de los invertebrados representados por los artrópodos.

En general, en el AET se registraron 256 especies de fauna: 21 especies de

mamíferos, 59 especies de aves, cuatro especies de anfibios, dos especies de reptiles y 170 de artrópodos. De acuerdo al análisis por tipo de vegetación en el AET, se observó que en el Pajonal se registró a la mayoría de los grupos de fauna evaluados excepto a los anfibios, siendo este hábitat el que presentó la mayor riqueza (151 especies; 65 de vertebrados y 86 de invertebrados), seguido de la Pradera muy Húmeda que registró 99 especies (15 vertebrados y 84 especies de invertebrados). La Vegetación de Roquedal, registró una riqueza de 65 especies (21 de vertebrados y 44 de invertebrados); mientras que, en el Área cultivada, sólo registró una especie de reptil y 19 especies de artrópodos.

MINERÍA

- **Diseño del tajo**

El diseño de la mina es una de las actividades más importantes en el estudio técnico económico de un proyecto minero. Este diseño, debe lograr la optimización de la recuperación del mineral y la maximización de las ganancias de la empresa minera y, por tanto, debe ir de la mano, de la ubicación tridimensional precisa del mineral económicamente costeable, cortando en lo posible, la menor cantidad de material estéril de forma segura y estable, en todos los cortes realizados en el terreno, de tal modo que cumpla también, con una condición de simplicidad, para facilitar su implementación a través de la vida del proyecto.

Todos los parámetros se derivan de la información utilizada en la elaboración del diseño del tajo, tales como Lipa, (2017).

- El conocimiento detallado del mineral y del estéril, desde el punto de vista de su geología estructural y de sus características geotécnicas.
- Los límites físicos en las tres dimensiones del diseño de tajo, provenientes del algoritmo de optimización usado.

- La distribución de tonelajes y leyes mediante un modelo geológico de bloques.
- Las condiciones geo hidrológicas del terreno, nivel freático y principales corrientes de aguas subterráneas.
- Las características técnicas y condiciones mecánicas de los equipos operativos a utilizar.
- La distribución y las mejores leyes obtenidas de los compósitos provenientes de las leyes de los barrenos de exploración, en función de las diferentes longitudes examinadas de dichos compósitos.
- El clima de la región y, cualquier otra restricción de tipo técnica y/o aquellas impuestas por la corporación, que de alguna forma influyeron y fueron tomadas en cuenta para la elaboración del diseño en cuestión.
- Una vez definido el diseño óptimo del tajo, con sus diferentes fases de explotación y una secuencia lógica de minado, que permita la continuidad de una operación minera eficiente, la consigna primordial es empezar a recomponer en el terreno la forma del diseño del tajo, es decir, la implementación propia del diseño.

- **Operaciones unitarias**

Las operaciones de minado del tajo abierto están basadas en técnicas de minado convencional de tajo abierto, como el uso de perforación & voladura, palas y camiones mineros.

- **Perforación**

La perforación primaria se realiza con hasta tres perforadoras PIT VIPER 271 o equivalente, con un diámetro de perforación de 10 5/8" y una velocidad de perforación de 27 m/h aproximadamente.

- **Voladura**

Para taladros húmedos o secos, se utiliza el Heavy ANFO 73 (70% de Emulsión y 30% de ANFO). Basado en la productividad en la operación y los parámetros de la roca en el tajo, el factor de potencia que se usa varía de 0.16 Kg/t a 0.30 Kg/t para mineral y para desmonte. Los principales insumos que se utilizan son:

- Nitrato de Amonio.
- Emulsión Matriz.
- Altos Explosivos (Primers o boosters, explosivo de pre corte y Cordón detonante).
Accesorios para voladura (detonadores y retardos).
- Iniciadores (Línea Silenciosa, Fulminantes, Mecha de seguridad).
- **Carguío**

El carguío en la mina consiste en la carga del material extraído que es depositado con el uso de la pala hidráulica CAT V.06 a las tolvas de los camiones mineros (CAT 793F_V.08).

El carguío de mineral concentrado requiere que el área de carga se encuentre limpia y libre de obstrucciones, mientras que los equipos deben operar en concordancia con el margen de capacidad permisible de carga, así como de todas las prescripciones de seguridad pertinentes.

Máquinas de carguío

En la actualidad la empresa minera está operando con 2 palas eléctricas modelo P&H 4100XPC, 2 palas eléctricas modelo CAT 7495, 3 Palas CAT6060 FS y 1 cargador modelo LT 2350 haciendo un total de 8 máquinas.

Figura 15
Pala eléctrica modelo CAT 7495



PALA ELECTRICA MODELO CAT 7495					
RANGOS DE TRABAJO			CAPACIDAD		
Altura de corte	17.8m	56pies. 2in	Carga Nominal	109 tn/m	120 Tn
Radio de corte	25.2m	83pies. 1in	Capacidad Nominal de cucharón	30.6 -61.2 m3	40 - 80 yd3
Altura de descarga (compuerta abierta)	10.6m	34pies. 0in	Carga suspendida clasificada	195 tn/m	215 tn
Radio de nivel de piso	17.4m	56pies. 6in	Optimo para camiones	173-363 tn/m	190-400 tn
Radio de giro de la cola	9.8m	32pies. 3in			
Vista del operador	10.61m	34pies. 1in			

- **Acarreo**

El acarreo consiste en la mina Las Bambas, en el transporte del material extraído por medio de los camiones mineros, hasta la tolva de la chancadora primaria para su procesamiento.

El transporte de mineral concentrado implica que ha pasado por procesos de separación para incrementar su contenido de mineral valioso, hacia otras etapas de procesamiento. En la misma se requiere de medidas de seguridad específicas en la operación que además, se traducen en costos elevados e impacto ambiental significativo.

- **Limpieza**

La limpieza de una mina consiste en el despeje de las áreas operativas, mediante la captura e inyección de barros y demás materiales que se generan durante el proceso de minería, en tal sentido, se desbloquean de igual modo las vías de acceso a la planta,

contaminación de tableros y líneas, estancamientos, limpieza de estructuras y afines, extracción de barros, limpieza de motores y retiro de material contaminante Córdoba, (2021).

El principio de trabajo es despejar las superficies contaminadas desde los niveles superiores de cada planta hasta el nivel de piso, utilizando máquinas y herramientas con sistemas de agua a presión, aire comprimido, escobillas, raspadores manuales, plataformas para trabajo en altura para acceder a toda superficie. Con el apoyo de equipos de aspirado industrial *hurricane*, *super sucker*, se aspiran y recogen los sólidos desde la planta baja con mini cargadores que los trasladarán hasta un sector de tránsito en patio exterior Córdoba, (2021).

PLANTA DE TRATAMIENTO

Las plantas de tratamiento para el procesamiento de residuos de minería, se caracterizan por una operación de alta complejidad, en virtud de que requieren el arrastre de sólidos, por lo que deben incluir, módulos especiales para la separación de hidrocarburos, arcillas, flotación cavitada, decantadores de conos, decantadores circulares, entre otros Bonzi, (2016).

Capacidad de Planta

La capacidad de planta se refiere al rango de capacidades de minado (de producción), tomando en cuenta los límites físicos de operación y asegurando descubrir el material en el momento correcto.

La planta concentradora de la Compañía Minera Las Bambas cuenta con una **capacidad de procesamiento de aproximadamente 140,000 toneladas por día (tpd)** de mineral, lo que equivale a una capacidad anual de cerca de **51 millones de toneladas métricas**. Esta cifra se basa en el diseño operativo de la planta, y puede variar dependiendo de las condiciones operativas, calidad del mineral y mantenimientos programados. (MMG

Limited, 2023)

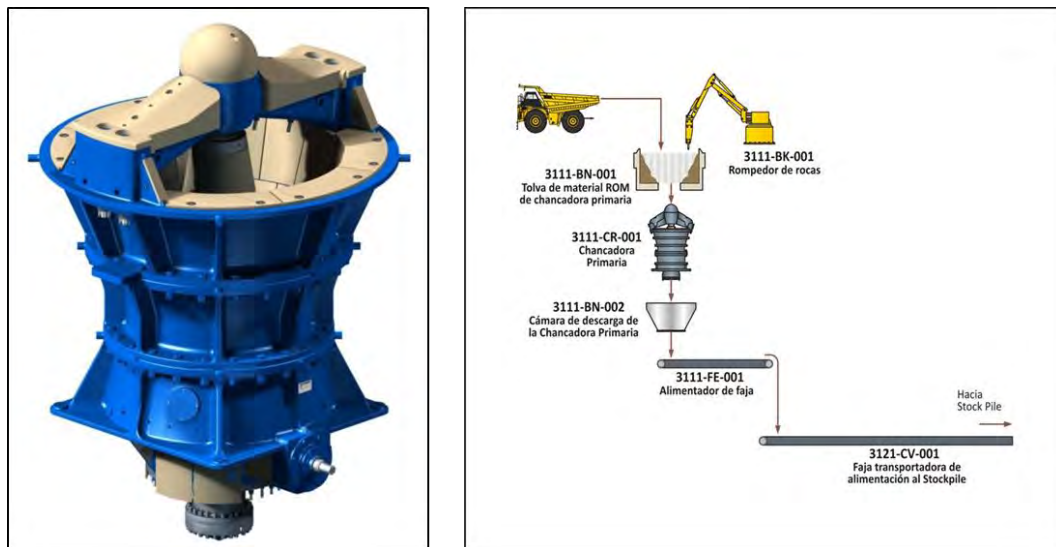
- **Chancado primario**

La chancadora primaria de tipo giratoria (3111-CR-001) es un equipo utilizado para la conminución de mineral ROM (Run of Mine) proveniente de la mina. La descarga de la chancadora es derivada a un chute (3111-BN-002), para posteriormente ser acopiado.

Los minerales provenientes de mina son transportados por camiones de acarreo, los cuales descargan el material alternadamente en dos puntos opuestos de la tolva (3111-BN-001) donde el mineral ROM ingresa a la chancadora (3111-CR-001), cualquier mineral es mayor a 1000 mm, es previamente fragmentado por el rompedor de rocas (3111-BK-001), el producto mineral triturado es descargado a través del chute de descarga (3111-BN-002) al alimentador (3111-FE-001) continuando con el proceso de acopio y manejo de materiales.

Figura 16

Representación y esquema de trabajo de la chancadora primaria



Nota.- Información suministrada por la minera La Bamba

- **Capacidad de la faja transportadora de chancado a stock pile**

Es un equipo utilizado para transporte de mineral grueso proveniente del chute de descarga de la chancadora primaria (3111-BN-002). La descarga del alimentador es derivada a la faja transportadora de alimentación al stockpile (3121-CV-001), para

posteriormente ser acopiado. En la Tabla 25 se puede apreciar la capacidad de este equipo y demás especificaciones.

Tabla 27

Capacidad de la faja transportadora de chancado al stock pile

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TAG	3111-FE-001
Fabricante/ Modelo	FLSmidth /
Capacidad nominal	6000 mtpH
Velocidad de faja nominal	0,47 m/s
Tamaño de mineral a transportar	250 mm
ACCIONAMIENTO	
Reductor	
Fabricante	SEW
Relación de transmisión	-----
Motor	
Potencia	300 kW
Fases/Frecuencia/Tensión	3 fases / 60 Hz/460 V
Velocidad de rotación	1785 rpm
Tipo de acople	
FAJA Y POLEAS	
Tipo de fajas	
Longitud x Ancho x Espesor	22.080 metros X 94" X 1 ½"
Diámetro de polea cabeza/cola	1250 mm /1250 mm
Tipos de polines y cantidad	Carga (20) Impacto (20) Retorno (0)

TENSOR	
Tipo	Tornillo
Carrera	500 mm
ACCESORIOS	
Limpiador primario	
Limpiador secundario	
Limpiador en V	
Puerta de acceso	
Cilindro de tensado	
Bomba de mano	

Nota.- Información suministrada por la minera La Bamba

- **Capacidad de stock pile**

La descarga de la faja transportadora es derivada al stockpile, para posteriormente ser enviado a molienda. En este sentido, en la Tabla 26 se distingue las especificaciones y capacidades asociadas al stockpile.

Tabla 28

Especificaciones y capacidad del stockpile

ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA FAJA TRANSPORTADORA	
TAG	3121-CV-001
Elevación	23,362 m
Capacidad nominal	4125 tph
Capacidad máxima	6000 tph
Velocidad de faja	3,5 m/s
Distancia entre centros	180 945 m
Tamaño de partícula (P80)	115 mm
Tamaño de partícula máx.	250 mm
ACCIONAMIENTO	

Tipo	Doble
Transmisión	
Modelo	H3SH15B31.5
Tipo	Reductor de ejes paralelos
Relación de transmisión	30,25:1
Motor	
Marca/ Modelo	Siemens / 1LA4352-4AN90-Z
Potencia (cada motor)	355 kW X2
Fases/Frecuencia/Tensión	3 fases / 60 HZ/4,16 kW
Velocidad de rotación	1800 rpm
FAJA Y POLEAS	
Designación de faja	ST1250
Tipo de cubierta	M GRADE
Longitud x Ancho x Espesor	480 m x 1800 mm x 22,2 mm
Diámetro de poleas y cantidad	1250 mm (Motriz) (1) 1250 mm (Cabeza AT) (1) 1250 mm (Deflectora AT) (1) 900 mm (Desvío BT) (1) 900 mm (Deflectora BT) (2) 900 mm (Tensora BT) (1) 900 mm (Cola BT) (1)
Polines y cantidad	Fijos (131) Alineamiento (3) Impacto- Tipo 1 (1) Impacto- Tipo 2 (1)

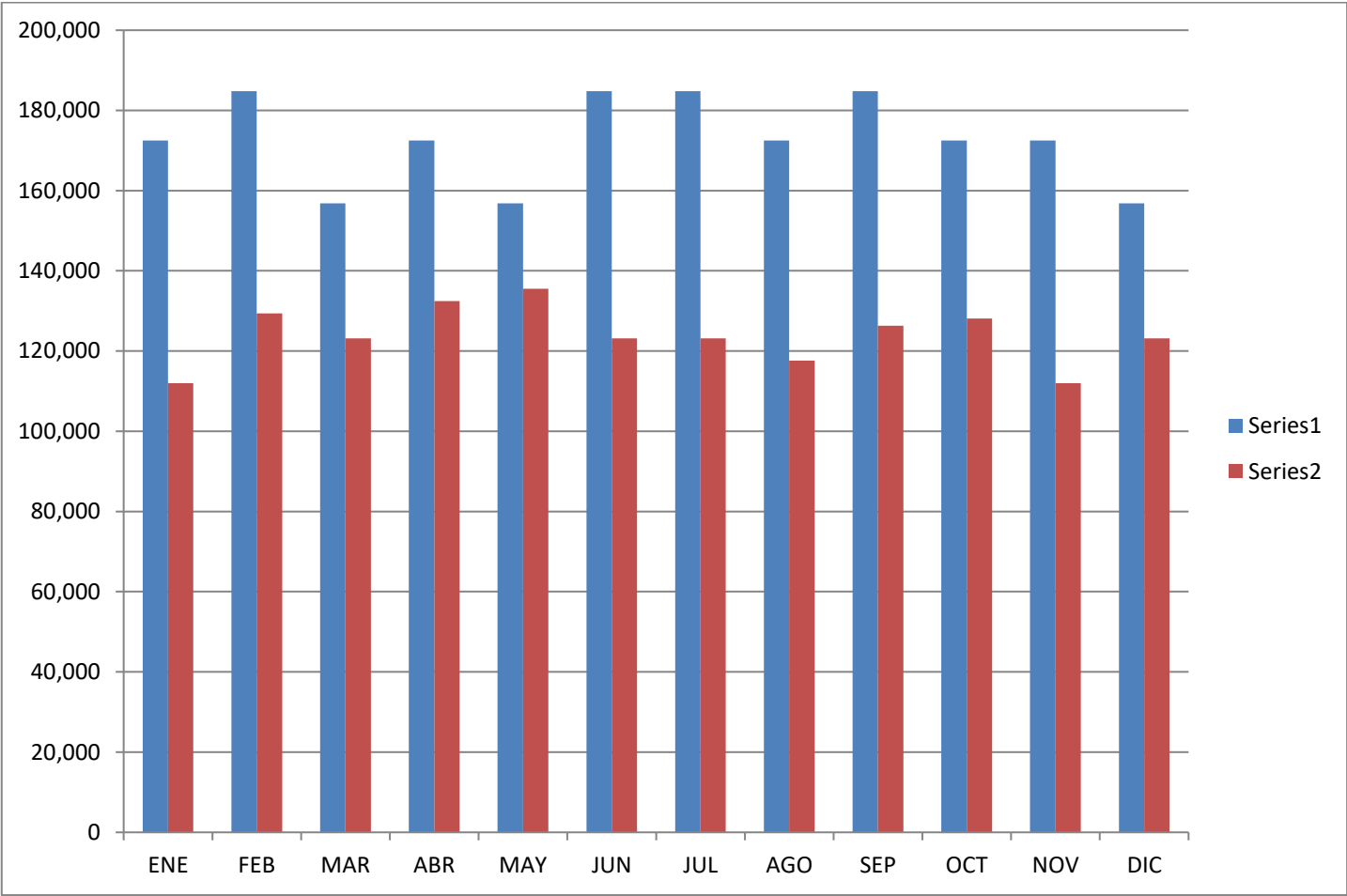
	Impacto Retractable (1) Transición (6) Retorno Plano (4) Retorno en V (49) Retorno alineamiento en V (5) De peso (8)
TENSOR	
Tipo	Contrapeso
Carrera	5000 mm
Masa de contrapeso	25,600 kg
LIMPIADORES	
Primario – Cabeza	1 un.
Secundario – Cabeza	1 un.
Retorno en V	2 un.
ACOPLE H8	
Fabricante	Siemens - Flender
Tipo	Flexible – elastomers coupling
Modelo	N-EUPEX DBDR280
ACOPLE L8	
Fabricante	Siemens – Flender
Tipo	Flexible gear coupling
Modelo	ZAPEX-ZW ZWN-A 545

Nota.- Información suministrada por la minera Las Bambas

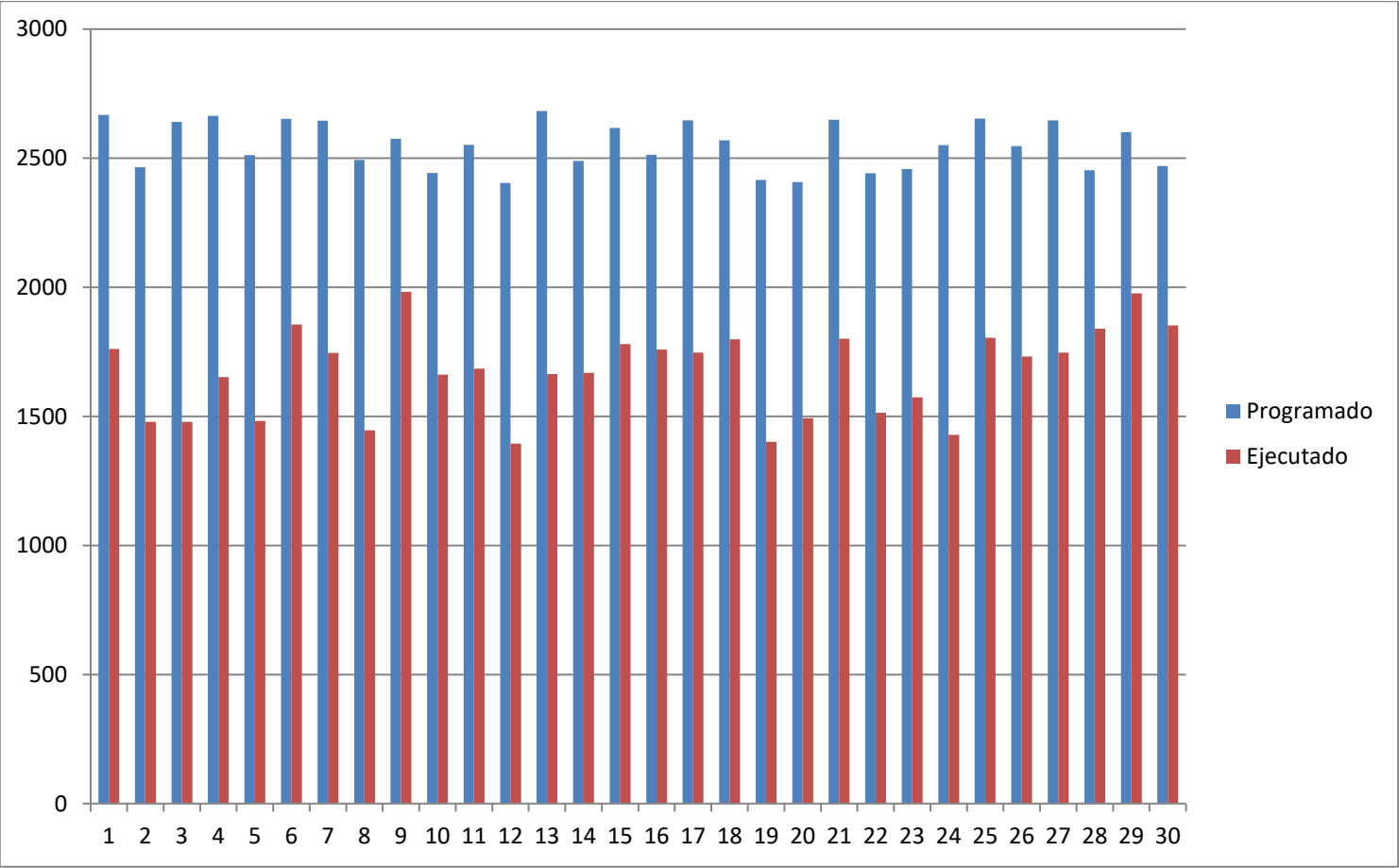
Anexo 2. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA: MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO DE MINERAL CON LA UTILIZACION DE LA FLOTA AUXILIAR (TELEHANDLERS) EN PLATAFORMA MARSHALING EN LA CIA MINERA LAS BAMBAS- 2024				
Formulación del problema	Objetivos de la Investigación	Hipótesis de la investigación	Variables	Indicadores
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variable Dependiente:	TM,%
¿Cómo mejorar la productividad del acarreo de mineral con la utilización de un plan de mantenimiento adecuados para la flota auxiliar Telehandlers en la plataforma marshaling en la CIA Minera las Bambas?	Mejorar la productividad del acarreo del mineral con la flota auxiliar Telehandlers con la utilización de un plan de mantenimiento adecuado en la plataforma marshaling en la CIA Minera Las Bambas.	Mejorando la productividad del acarreo de mineral con la utilización de un plan de mantenimiento adecuado para la flota auxiliar Telehandlers se alcanzará la producción programada.	Productividad del acarreo de mineral	
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:	Variable Independiente	
¿Cuál es la disponibilidad de los equipos de la flota auxiliar Telehandlers de acuerdo con el tipo de mantenimiento que se realiza actualmente en plataforma Marshalling en la CIA Minera Las Bambas?	Evaluar la disponibilidad de los equipos de la flota auxiliar Telehandlers de acuerdo con el tipo de mantenimiento que se realiza actualmente CIA Minera las Bambas.	Evalutando la disponibilidad de los equipos de la flota auxiliar Telehandlers de acuerdo con el tipo de mantenimiento que se realiza actualmente en la mina contribuiremos a alcanzar la producción programada.	Mantenimientos preventivos	%
¿Cómo determinar las causas de las fallas de la flota auxiliar Telehandlers en plataforma Marshalling en la CIA en Minera Las Bambas?	Desarrollar el AMEF (Análisis del Modo y efecto de Falla) del plan de mantenimiento actual de flota auxiliar Telehandlers en CIA Minera Las Bambas	Desarrollando el AMEF (Análisis del Modo y efecto de Falla) de flota auxiliar Telehandlers en Minera Las Bambas contribuiremos a alcanzar la producción programada.	Mantenimientos correctivos	%
¿Como afecta a la productividad y a los costos en el acarreo de mineral una mala planificación de mantenimientos de la flota auxiliar Telehandlers en plataforma Marshalling en la CIA en Minera Las Bambas?	Mejorar la productividad y reducir costos del acarreo de mineral con una adecuada planificación de mantenimientos de la flota auxiliar Telehandlers.	Una adecuada planificación de mantenimientos de la flota auxiliar Telehandlers mejora la productividad y reduce los costos en el acarreo de mineral con lo que se alcanzará la producción programada con mayor rentabilidad.	Disponibilidad mecánica	MTBF,M TTR %

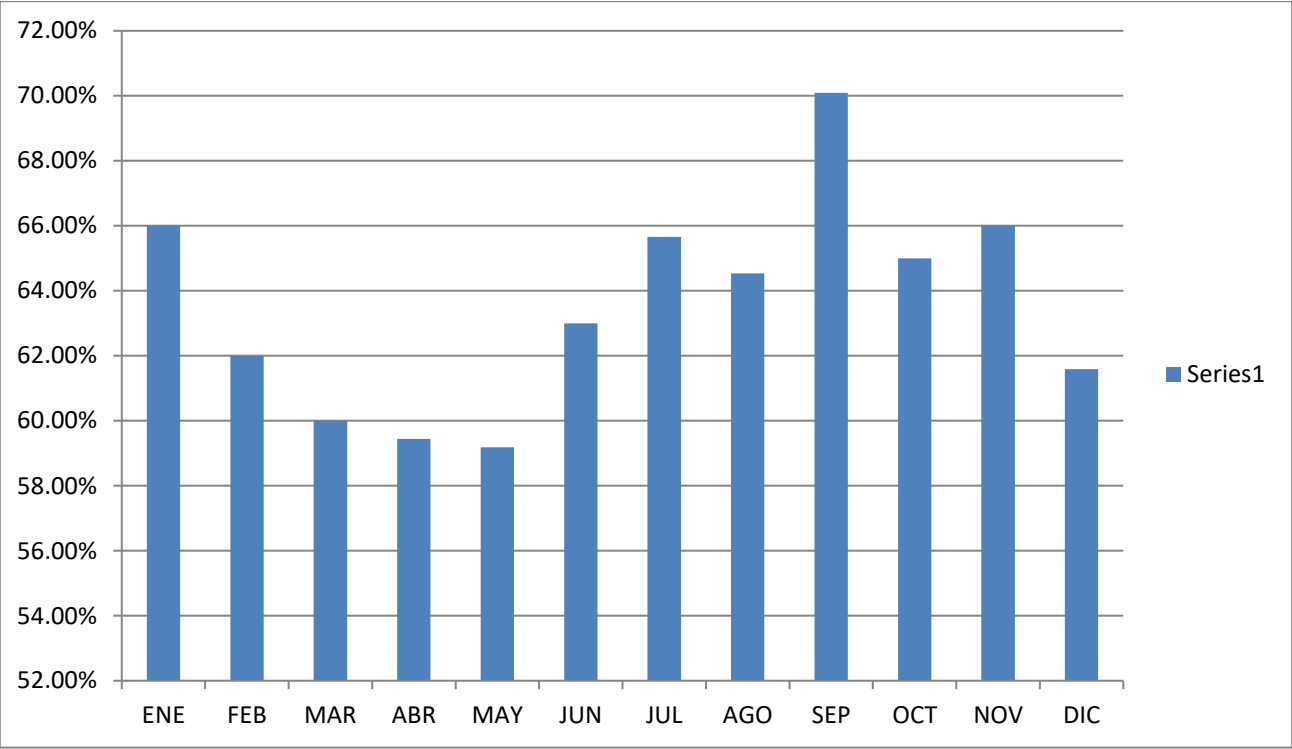
Anexo 3. Comparativo de productividad programada vs ejecutada mensual



Anexo 4. Comparativo de productividad programada vs ejecutada diario



Anexo 5. Comportamiento de la disponibilidad de la flota auxiliar



Anexo 6. Registro de Fallas flota auxiliar Telehandlers

E	M	T	IS	UB	OMP	Q	O	Q	MOT	DESCRIPC	E	RO	BS	E	O	E	O	A	O
M	N	A	TE	MA	NTE	P	O	U	IVO DE	ÓN	C	GR	DIG	C	R	C	R	D	A
									PARADA		U	AM.		H	A	H	A	D	T
											L	/NO		A	D	D	D	E	N
											M	PRO		E	E	E	E	T	A
											I	GR		I	I	I	I	E	T
											N	AM.		N	N	N	N	R	H
											O			I	I	I	I	M	C
											A			C	C	C	C	H	
											B			O	O	O	O		
											A								
											J								
											O								
											?								
E	00	O				H		K	EVA	SE									
M	85	T	OT	OTO	0	36		W	LUA EQUIPO	REALIZA									
2	77	O	OR	R	0	8		0	POR FUGA DE	POSICIONAMIENTO									
0	75	R			7			2	ACEITE	DEL EQUIPO PARA									
								5	MOTOR	EVALUACIÓN.									
								3	MOTOR	SE RERIFICA NIVEL									
										DE ACEITE DE									
										MOTOR									
										ENCONTRANDO									
										SOBRE EL NIVEL Y									
										FUGA POR LA PARTE									
										SUPERIOR DEL									
										MOTOR.									
										SE DRENÓ ACEITE									

									DEL MOTOR PARA DEJAR EN SU NIVEL CORRECTO. SE REALIZA PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.									
E M 2 0	00 85 83 89	L É C T R I C O	UC ES	ÍRC ULI NA	H 0 0 4 5	K W 0 0 0 2 5 0	CÍRC ULINA NO ENCIENDE	SE REALIZÓ POSICIONAMIENTO DE EQUIPO PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO REVISIÓN DE FUSIBLES REVISIÓN DE SWITCH DE CÍRCULINA REVISIÓN DE LINEAS ELÉCTRICAS REPARACIÓN DE CONECTOR DE CÍRCULINA	I	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		9/ 0 5/ 2 0 2 4	,6 6 6 6 6 7	9/ 0 5/ 2 0 2 4	,7 7 0 8 3 3	,1 0 4 1 6 6 7		
E M 2 1	00 85 97 19				H 0 0 1 5	K W 0 10 0 1 2 5 0	INT EVAL DE HUMEDECIMI ENTO DE COMB Y REACOND DE TAPA	SE REALIZA EVALUACIÓN DEL EQUIPO ENCONTRANDO HUMEDECIMIENTO DE COMBUSTIBLE POR TAPA. SE REALIZA LIMPIEZA DE DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE CONTAMINADO	I	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		4/ 0 5/ 2 0 2 4	,1 6 6 6 6 6 7	4/ 0 5/ 2 0 2 4	,2 5	,0 8 3 3 3 3		

								SE EVALUA ENCONTRANDO BOQUILLA DEL DEPÓSITO EN MAL ESTADO SE COMPENSÓ DESGASTE DE GOMA DE LA TAPA CON TEFLON MOMENTÁNEAMENTE.								
E M 2 2	00 86 22 97	L É C T R I C O	L É C T R I C O	UCE S	H 0 0 7	K W 0 0 5 2 5 3	LUC ES DELANTERAS NO PRENDEN	- SE REVISO SWITCH, RELÉ, FUSIBLES - SE ENCONTRÓ CONECTORES DE SWITCH SUELTO - SE CAMBIO FOCO H4 DE 12 V Y FOCO FOCO DE LUZ DE POSICIÓN T4W DE 12V DEL LADO IZQUIERDO - SE REALIZO FUNCIONAMIENTO DE LUCES.	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		2/ 0 6/ 2 0 2 4	,9 1 6 6 6 7 4	2/ 0 6/ 2 0 2 4	,9 7 9 1 6 5 7	,0 6 2 5	
E M 2 4	00 86 51 57	L É C T R I C O	UC ES	ARO S DEL ANT ERO	H 0 0 6	K W 0 0 2 5 2	INT EVAL Y CBIO DE FOCO DE FARO DEL LH	SE REALIZA EVALUACIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO EN EL CUAL NO PRENDE FARO DELANTERO DE LADO LH .SE REALIZA EL CAMBIO DE 01 FOCO	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA		4/ 0 6/ 2 0 2 4	,1 0 2 5 2 4	6/ 2 0 2 4	,2 5 5	,1 2 5	

									H4 DE 12V SE REALIZA PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LUCES EN EL CUAL QUEDA OPERATIVO EL EQUIPO	MA DO							
E M 2 4	00 86 53 94	Q U IP O		ONE CTO R DE SEN SOR.	H 0 0 5 7		K W 0 0 0 2 5 3	INT EVAL Y CBIO DE PINES DE CONECCION DE SENSOR	DESCONEC TAR CONEXIÓN DIRECTA DEL SENSOR . EMPALME DE CONECTOR . CAMBIO PINES DE CONEXIÓN DEL SENSOR. INSTALACIÓN Y CONEXIÓN DEL SENSOR. EVALUACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLA . INSPECCIÓN DE CABLEADO . PRUEBA DE OPERARATIVIDAD.	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		4/ 0 6/ 2 0 2 4	,3 3 3 3 3 3 3	4/ 0 6/ 2 0 2 4	,1 6 6 ,5 6 6 7		
E M 2 4	00 86 53 94	L É C T RI C O	.A .A		H 0 0 7		K W 0 0 0 2 5 3	INT EVAL TABLERO Y CBIO DE BATERIA	* SE REALIZA EVALUACION DE SISTEMA ELECTRICO * SE REALIZA INSPECCION DE BORNES DE BATERIA * SE REALIZA INSPECCION DE	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA		5/ 0 6/ 2 0 2 4	,2 9 1 6 6 7 4	5/ 0 6/ 2 0 2 4	,0 8 ,3 3 5 3 3		

								BATERIAS * SE REvisa EL VOLTAJE DE BATERÍA * SE ENCUENTRA EN MAL ESTADO LA BATERÍA * SE REALIZA DESMONTAJE DE BORNES * SE REALIZA CAMBIO DE BATERÍA * SE REALIZA LIMPIEZA DE BORNES * SE REALIZA INSTALACION DE BORNES DE BATERIA * SE ASEGURA LA BATERÍA * SE REALIZA PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO * SE REvisa LUCES	MA DO							
E M 2 5	00 86 65 91	L É C T R I C O	.A	.A	H 0 0 7	K W 0 0 2 5 3	INT EVAL Y CBIO DE CABLEADO DE HARNESS DE LIFTER	* SE REALIZA EVALUACIÓN AL SISTEMA ELECTRICO DEL LIFTER * SE REALIZA INSPECCION DE CONECTORES DE JARNES DE LIFTER * SE REALIZA	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA		8/ 0 6/ 2 0 2 4		8/ 0 6/ 2 5 2 4	,7 9 1 6 6 6 7	,1 6 6 6 6 7	

									INSPECCIÓN AL JARNES DEL LIFTER	MA DO						
									* SE REALIZA DESMONTAJE DE JARNES DE LIFTER							
									* SE ENCUENTRA CABLES ROTOS							
									* SE REALIZA CAMBIO DE CABLEADO DE JARNES							
									* SE REALIZA INSTALACION DE JARNES							
									* SE REALIZA LIMPIEZA DE CONECTORES							
									* SE REALIZA PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LIFTER							
									* SE REVISAS LAS LUCES							
E M 2 6	00 86 63 02	M P L E M E N T O	mpl eme nto	mple ment o	H 0 0 7 7	48 0 7 2 5 3	K W 0 0 0 2 5 3	TEST IGO DE PANTALLA DE LIFTER.	INSPECCIÓN N DEL CONECTOR LIFTER. INSPECCIÓN DEL ARNÉS DEL LIFTER. INSPECCIÓN CONTINUIDAD DE CORRIENTE DEL LIFTER. DESMONTAJE DEL LIFTER. MONTAJE DEL LIFTER.	I NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		7/ 0 6/ 2 0 2 4	,0 8 3 3 3 3 4	7/ 0 6/ 2 0 2 4	,2 0 9 1 6 7 3	,1 4 5 8 3 3 3

									PRUEBA DE OPERATIVIDAD DEL EQUIPO.									
E M 2 7	01 10 50 67	I D Á U L C O	yl hyd	ilindr o hidrá ulico de levan te	H 0 0 7	52 2 7	K W 0 0 2 5 3	Camb io de cilindro de levante por fuga	Se realizó desmontaje de líneas hidráulicas Se desmonto pines de cilindro de levante Se desmontó cilindro de levante Se montó cilindro de levante reparado Se realizó montaje de pines de cilindro Se realizó montaje de líneas hidráulicas Se realizó pruebas sin carga	I	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		8/ 0 7/ 2 0 2 4	,6 0 ,6 2 5 2 4	8/ 0 7/ 2 0 2 4	,8 3 3 3 3 3 3	,2 0 8 3 3 3 3	
E M 2 8	00 87 23 48	L É C T R I C O	LÉ CT RIC O	LTE RNA DOR	H 0 0 7	52 3 7	K W 0 0 2 5 3	AVE RÍAS EN LIFTER Y LAS LUCES OSCILAN	- SE REVISO HARNES DE LIFTER , SE HIZO SEGUIMIENTO DE LÍNEAS SE ENCONTRÓ CONECTORES SUELTOS . - SE PROCEDIÓ A LIMPIAR CONECTORES Y SE ASEGURO EL HARNES DE LIFTER - SE EVALUÓ EL ALTERNADOR Y PRESENTA FALLA INTERNA HAY UNA SOBRECARGA	I	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		1/ 0 7/ 2 0 2 4	,3 3 3 3 3 3 4	1/ 0 7/ 2 0 2 4	,1 6 6 ,5 6 6 7		

									- ALTERNADOR NECESITA SER REEMPLAZADO									
E M 2 8	00 87 03 42				H 0 0 7	52 3	K W 0 0 2 5 3	INT BL08812 TH007 CBIO DE ALTERNADOR	- se desmonto la tapa de la base del.motor - se desmonto manguera de toma de aire - se procedió el desmontaje del alternador - se desmonto polea del alternador para montar polea al alternador nuevo - se procedió a montar el alternador nuevo - se monto la tapa de la base del motor , se monto la manguera de toma de aire - se comprobó la carga del alternador - se reviso luces de alta, se reviso fusibles, relé - se reviso el harnes de luces altas , se encontró cables rotos, y se procedió a corregir - se comprobó funcionamiento de luces en general.		NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		2/ 0 7/ 2 0 2 4	,6 0 4/ 2 5 2 4	2/ 0 4/ 2 0 6 7	,8 5 4 1 6 6 7	,2 2 9 1 6 6 7	
E M	00 87	I D R	IDR ÁUL ICO	H 0	29 0	K W 0	FUG A DE ACEITE HIDRÁULICO	- SE REVISO NIVELES DE ACEITE HIDRÁULICO - SE PROCEDIÓ A		NTT O COR		1/ 0 7/ 5	,6 2 7/ 5	1/ 0 7/ 0	,7 7 0 5	,1 4 5		

2	52	Á	LIC		0	0		REVISAR LA FUGA	REC	2	2	8	8
9	07	U	O		5	2		DE ACEITE	TIV	0	0	3	3
		LI				5		HIDRÁULICO	O	2	2	3	3
		C				0		- SE PROCEDIÓ A	NO	4	4	3	3
		O						AJUSTAR CAÑERÍAS	PRO				
								DE ACEITE	GRA				
								HIDRÁULICA	MA				
								- SE RELLENO	DO				
								ACEITE HIDRÁULICO					
								- SE REVISO LUCES					
								EN GENERAL					
								- SE REALIZO LA					
								PRUEBA DE					
								FUNCIONAMIENTO					
								CON OPERADOR.					
E	00	L	ARN			K		- SE					
M	87	É	ES	H		W		REVISO RELES,					
2	51	C	CT	0	55	0		FUSIBLES DE					
9	59	T	DE	0	4	0		TRASMISIÓN					
		RI	CAB	7		2		- SE REVISO HARNES					
		C	LES			5		- SE LIMPIO	NTT				
		O				3		CONECTORES DE	O				
							LA	SELENOIDES DE	COR	1/	,4	1/	,1
							CAJA DE	TRANSMISIÓN	REC	0	5	0	6
							CAMBIO	- SE REVISO NIVEL	TIV	7/	8	7/	,6
							DEFECTUOSO	DE TANQUE DE	O	2	3	2	6
								ACEITE DE	NO	0	3	0	5
								TRANSMISIÓN,	PRO	2	3	2	6
								- SE RELLENO	GRA	4	3	4	7
								ACEITE DE	MA				
								TRANSMISIÓN	DO				
								- PRUEBA DE LUCES					
								EN GENERAL					
								- PRUEBA DE					
								FUNCIONAMIENTO					
								CON OPERADOR					

E M 2 9	00 87 51 59	L É C T R I C O R I C O	LE CT RÓ NIC O DE TR AN SMI SIÓN	ELE DE TRA NSM ISIÓ N	H 0 0 7	55 3 2 5 3	K W 0 0 0 2 5 3	TRA NSMISIÓN SE BLOQUEA	REVISION	I	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		1/ 0 7/ 2 0 2 4	,9 1 6 6 6 7 4	2/ 0 7/ 2 0 2 4	,0 4 1 6 6 6 7	
									DE NIVEL DE								
									FLUIDOS DE								
									TRANSMISIÓN								
									REVISION DE								
									HARNES DE DE								
									TABLERO								
									LIMPIEZA DE								
									CONECTORES								
									LIMPIEZA DE								
FUSIBLES																	
LIMPIEZA DE RELÉ																	
DE TRANSMISIÓN																	
PRUEBAS DE																	
FUNCIONAMIENTO																	
E M 3 0	00 87 51 59	R A N S M I ÓN	AND O JOY STIC K	H 0 0 7	56 0 0	K W 0 0 0 2 5 3	LA TRANSMISIÓN SE BLOQUEA	- SE	I	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		2/ 0 7/ 2 0 2 4	,4 5 8 3 3 4	2/ 0 7/ 2 0 2 4	,1 6 ,6 2 5 6 7		
								EVALUÓ LA									
								TRANSMISIÓN									
								- SE REVISO NIVELES									
								DE ACEITE DE									
								TRANSMISIÓN EN									
								CALIENTE									
								- SE REVISO EL									
								HARNES DE									
								JOYSTICK SE LIMPIO									
CONECTORES																	
- SE TESTEO LAS																	
LÍNEAS DE CABLE																	
DE JOYSTICK																	
- SE LIMPIO LOS																	
SELENOIDES DE																	
TRANSMISIÓN																	
- SE REALIZO LAS																	
PRUEBAS DE																	
FUNCIONAMIENTO																	
CON OPERADOR.																	

E M 3 0	00 87 32 26	I D R Á U L I C O	MP LE ME NT OS	AÑE RÍA S HYD	H 0 0 6	65 9 2 5 2	K W 0 0 2 5 2	FUG A DE ACEITE HIDRÁULICO	SE REALIZÓ INSPECCIÓN DE MANGUERAS HIDRÁULICAS UBICACIÓN DE FUGA DE ACEITE AJUSTE DE NIPLES DE CAÑERÍAS	I	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		4/ 0 7/ 2 0 2 4	,0 8 3 3 3 3 3	4/ 0 7/ 2 0 2 4	,2 0 8 1 2 5 3		
E M 3 0	00 86 16 35	I D R Á U L I C O	MP LE ME NT O	ANG UER A HID RÁU LIC A	H 0 0 5	30 9 2 5 0	K W 0 0 2 5 0	FUG A DE ACEITE HIDRÁULICO POR MANGUERA Y TRABAJOS DE SOLDADURA	SE FUE A RECOGER MANGUERA DE WONG. SE REALIZÓ EL DESBLOQUEO DE LA UNIDAD. SE HIZO LA COLOCACIÓN DE LA MANGUERA HIDRÁULICA. SE REALIZÓ LA MEDICIÓN DE NIVELES Y SE AUMENTO ACEITE HIDRÁULICO. SE REVISÓ LAS BATERÍAS Y LAS LUCES EN GENERAL DE LA UNIDAD.	I	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		5/ 0 7/ 2 0 2 4	,9 1 6 6 6 7	6/ 0 7/ 2 0 2 4	,0 4 1 6 6 7	0, 8 7 5	
E M 87	00	I D R	QUI PO	QUI PO	H 0	56 2	K W 0	FUG A DE ACEITE DE HIDRÁULICO	* SE REALIZA EVALUACIÓN DE LOS	I	NTT O COR		4/ 0 7/ 7/	,6 2 5	4/ 0 7/	,7 9 1	,1 6 6	

3	64	Á		0	0	POR	ESTABILIZADORES	REC	2	2	6	6
0	46	U		7	2	MANGUERA	* SE OBSERVA QUE	TIV	0	0	6	6
		LI			5	DE	HAY FUGA DE	O	2	2	6	6
		C			3	ESTABILIZAD	ACEITE HIDRÁULICA	NO	4	4	7	7
		O				ORES	POR MANGUERA	PRO				
							* SE REALIZA	GRA				
							DESMONTAJE DE	MA				
							COMPONENTES DE	DO				
							ESTABILIZADOR					
							* SE REALIZA					
							DESMONTAJE DE					
							MANGUERA					
							* SE LLEVA LA					
							MANGUERA A					
							WONG PARA SU					
							FABRICACIÓN					
							* SE REALIZA					
							LIMPIEZA DE					
							CONECTORES					
							* SE REALIZA					
							INSTALACION DE					
							MANGUERA NUEVA					
							* SE REALIZA					
							INSTALACION DE					
							COMPONENTES DE					
							ESTABILIZADORES					
							* SE REALIZA					
							PRUEBA DE					
							FUNCIONAMIENTO					
							DE					
							ESTABILIZADORES					
							* SE REALIZA					
							INSPECCION DE					
							LUCES					

E M 3 0	00 87 64 46	R O P U L S I Ó N	LÉ CT RIC O	OYS TIC K	H 0 0 7	56 8	K W 0 0 2 5 3	NO DA MARCA HACIA ADELANTE Y REVERSA	SE REVISÓ LOS SENSORES DE LA UNIDAD Y SE REALIZÓ LA LIMPIEZA. SE REVISÓ EL ESTADO DE LOS FUSIBLES Y RELES. SE REVISÓ RAMAL ELÉCTRICO DEL JOYSTICK Y SE LIMPIO EL CONECTOR. SE REVISÓ LOS NIVELES DE FLUIDOS DE LA UNIDAD. SE REVISÓ LAS LUCES EN GENERAL DE LA UNIDAD. SE REVISÓ LOS BORNES DE LAS BATERÍAS.	I	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		6/ 0 7/ 2 0 2 4	,0 4 1 6 6 6 7	6/ 0 7/ 2 0 2 4	,1 4 5 8 3 3 3	,1 0 4 1 6 6 7
E M 3 0	00 87 64 46	R A N S M IS I Ó N	LÉ CT RIC O	AM AL ELÉ CTR ICO	H 0 0 7	56 9	K W 0 0 2 5 3	NO DA MARCHA ATRÁS NI ADELANTE	SE REVISÓ EL ARNES DEL MÓDULO Y SE HIZO LA LIMPIEZA DE LOS CONECTORES. SE REVISÓ EL ESTADO DE LOS CABLES DE LA SALIDA DE LOS SENSORES Y DEL MÓDULO. SE REVISÓ LAS	I	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		6/ 0 7/ 2 0 2 4	,9 1 6 6 6 7	7/ 0 7/ 2 0 2 4	,0 8 3 3 3 3	

									LUCES EN GENERAL DE LA UNIDAD.									
E M 3 0	00 87 72 24	L É C T R I C O	lectr ónic o	arnes s	H 0 0 6	K W 0 0 2 5 2	Alerta cam bus de transmisión activa	Se realizó desmontaje de harness de transmisión Se realizó medición de cables de cam bus Se realizó limpieza de conectores de harness Se realizó montaje de harness de transmisión Se prueba de equipo con otro tcm Se realizó pruebas en movimiento con equipo Se montó su propio tcm Equipo no se bloquea y no sale alertas Se requiere realizar prueba con carga	NTT O COR REC TIV I O NO PRO GRA MA DO			8/ 0 7/ 2 0 2 4	,5 8 3 3 3 3 3	8/ 0 7/ 2 0 2 4	,7 9 1 6 6 7	,2 0 8 3 3 3 3		
E M 3 1	00 87 87 79	L É C T R I C O	LE CT RÓ NIC O	ODU LO TCM	H 0 0 7	K W 0 0 2 5 3	CODI GO ACTIVO CAN BUS	- SE REALIZO LA INSPECCIÓN DE CÓDIGO ACTIVO - SE VERIFICA QUE LA ALERTA NO ES CONSTANTE - SE HIZO RESETEO DE CÓDIGOS ACTIVOS - SE COORDINA PARA HACER PRUEBAS CON OPERADOR	NTT O COR REC TIV I O NO PRO GRA MA DO			2/ 0 8/ 2 0 2 4	,7 0 8 3 3 3 3	2/ 0 8/ 2 0 2 4	,7 7 0 8 3 3	,0 6 2 5		

E	00	O			H		K	TEST	INSPECCIÓN	NTT						
M	88	T	OT	OTO	0	76	W	IGOS ACTIVOS	N SE NIVELES DE	O						
3	09	O	OR	R	0	3	0	EN TABLERO	FLUIDOS	COR	2/	,0	2/	,0	,0	
2	88	R			6		0	DE	INSPECCIÓN DE	REC	0	4	0	8	4	
							0	INSTRUMENT	BORNES DE	TIV	8/	1	8/	3	1	
							2	OS	BATERÍA	I	2	6	2	3	6	
							5		REVISIÓN DE	NO	0	6	0	3	6	
							2		HARNES Y FUSIBLES	PRO	2	6	2	3	6	
									PRUEBAS DE	GRA	4	7	4	3	7	
									FUNCIONAMIENTO	MA						
										DO						
E	00	L		ENS	H		K	CÓDI	SE							
M	87	É		OR	0	76	W	GO DE ERROR	REALIZO	NTT						
3	90	C	OT	DE	0	6	0	ACTIVOS	ENCENDIDO DE	O						
3	03	T	OR	RPM	6		2		EQUIPO	COR	2/	,6	2/	,7		
		RI					5		SE INGRESA AL	REC	0	6	0	9		
		O					2		MENÚ DE CONSOLA	TIV	8/	6	8/	1	,1	
							5		SE VERIFICAN LOS	O	2	6	2	6	2	
							2		ÚLTIMOS 25	NO	0	6	0	6	5	
									CÓDIGOS DEL	PRO	2	6	2	6		
									EQUIPO	GRA	4	7	4	7		
									SE VERIFICAN CON	MA						
									EL MANUAL DE	DO						
									SERVICIO EL							
									ÚLTIMO CÓDIGO							
									REGISTRADO							
									SE HACE LIMPIEZA							
									DE SENSOR DE RPM							
									SE HACE PRUEBA DE							
									EQUIPO							
									SE REALIZA CAMBIO							
									DE ACOPLE RÁPIDO							
									DE IMPLEMENTÓ							
									SE REALIZA PRUEBA							

E M 3 3	00 88 30 30	I D Á U L C O		ilindr o de direc ción	H 0 0 5	41 0 0 2 5 0	K W 0 0 2 5 0	Fuga de aceite por cilindro de dirección de eje delantero	Se realizó desmontaje de neumáticos Se realizó desmontaje de lineas hidráulicas Se realizó desmontaje de pernos de eje delantero desmontaje de terminales de dirección Se requiere extractor de buje que asegura el cilindro con la funda del eje	N P R O C E S O	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO	a	9/ 0 8/ 2 0 2 4	,3 3 3 3 3 3 3	9/ 0 8/ 2 0 2 4	,5 8 3 3 3 3 3	,2 5	
E M 3 6	N T - ---	O T O R	QUI PO	QUI PO	H 0 0 6	85 0 0	K W 0 0 2 5 2	FILT RO EN MAL ESTADO	* SE REALIZA EVALUACION DEL SISTEMA DE ADMISIÓN * SE REALIZA INSPECCIÓN AL FILTRO DE AIRE * SE ENCUENTRA FILTRO EN MAL ESTADO * SE REALIZA DESMONTAJE DE FILTRO DE AIRE * SE REALIZA LIMPIEZA BASE DE FILTRO DE AIRE * SE REALIZA CAMBIO DE FILTRO DE AIRE * SE REALIZA PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	I	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		0/ 0 8/ 2 0 2 4	,4 1 6 6 6 7	0/ 0 8/ 2 0 2 4	,4 5 8 3 3 3	,0 4 1 6 6 7	

									DEL SISTEMA DE ADMISIÓN * SE REVISAS LAS LUCES									
E M 3 4	00 88 45 50	I D R Á U L I C O	QUI PO	QUI PO	H 0 0 6	K W 0 0 2 5 2	RES UMEN DE ACEITE HIDRAULICO	-SE REALIZÓ EVALUACION DEL RESUMEN DE ACEITE HIDRAULICO Y SE VISUALIZA QUE POR LOS ACOPLES RAPIDOS -SE REALIZÓ DESMONTAJE DE LOS ACOPLES -SE REALIZÓ COLOCACION DE TEFLON EN LOS CONECTORES -SE REALIZÓ MONTAJE DE LOS ACOPLES -SE REALIZÓ PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO -SE REALIZÓ INSPECCIÓN DE LUCES	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO			4/ 0 8/ 2 0 2 4	,3 1 2 5	4/ 0 8/ 2 0 4	,4 5 8 3 3	,1 4 5 8 3 3		
E M 3 4	n re vis io n 10 11	IR E C CI ÓN N	ILIN DRO DE DIR ECC ION	H 0 0 5	K W 0 0 2 5 0	BL08 874 TH005 CBIO DE CILINDRO DE DIRECCION DELANTERO REPARADO- FUGA DE	SE REALIZO MONTAJE DE LÍNEAS HIDRÁULICAS SE REALIZO MONTAJE DE PERNOS DE EJE DELANTERO	NTT O COR REC TIV O NO				5/ 0 8/ 2 0 4	,4 5 8 3 3	5/ 0 8/ 2 2 4	,7 9 1 6 6 7	,3 3 3 3 3		

									FUNCIONAMIENTO CON OPERADOR										
E	00	O							- SE										
M	88	T							INGRESO A										
3	61	O	otor	otor					MANUALES DE										
5	75	R							CONTROL PARA										
									PODER REALIZAR EL										
									RESETEO .	NTT									
									- SE INGRESO A	O									
									CONFIGURACIONES	COR			1/	,0	1/			,0	
									DEL MOTOR	REC			0	4	0			8	
									- SE VERIFICO	TIV			8/	1	8/	,1		3	
									CÓDIGOS DE FALLAS	O			2	6	2	2		3	
									ACTIVOS , EQUIPO	NO			0	6	0	5		3	
									NO PRESENTA CON	PRO			2	6	2			3	
									NINGÚN CÓDIGO DE	GRA			4	7	4			3	
									FALLA ACTIVO	MA									
									- NO SE PUEDE	DO									
									REALIZAR EL										
									RESETEO DEL										
									TESTIGO DE										
									SERVICIO.										
E	00	Q		ÓDI					BLOQUEO	NTT									
M	88	U	QUI	GO					DE EQUIPO.	O			1/	,3	1/	,4		,0	
3	61	IP	PÓ	DE					ENCENDIDO DE	COR			0	3	0	1		8	
5	75	O		FAL					EQUIPO.	REC			8/	3	8/	6		3	
				LA.					RESETEO DE	TIV			2	3	2	6		3	
									EQUIPÓ.	O			0	3	0	6		3	
									BORRAR CÓDIGO DE	NO			2	3	2	6		3	
									FALLA.	PRO			4	3	4	7		3	
										GRA									
										MA									
										DO									

E	00	M	MP	AND	H	K	FUG	-	NTT						
M	88	P	LE	O	0	45	A DE ACEITE	POSICIONAMIENTO	O						
3	66	L	ME	FIN	0	8	POR TAPONES	- REVISIÓN DE	COR	2/	,0	2/		,0	
5	61	E	NT	AL	5		DE MANDOS	NIVELES DE FLUIDO	REC	0	8	0		4	
		N	O				FINALES	- NIVELACIÓN DE	TIV	9/	3	9/	,1	1	
		T						ACIETE DE MANDOS	I O	2	3	2	2	6	
		O						FINALES	NO	0	3	0	5	6	
								- LIMPIEZA Y	PRO	2	3	2		6	
								AJUSTE DE TAPONES	GRA	4	3	4		7	
								DE MANDOS	MA						
								FINALES.	DO						
E	00	M	MP	ANG	H	K	FUG	-	NTT						
M	88	P	LE	AS	0	65	A DE ACEITE	POSICIONAMIENTO	O						
3	66	L	ME	HID	0	8	POR	- REVISIÓN DE	COR	2/		2/	,2	,1	
5	64	E	NT	RÁU	0		MANGUERAS	NIVELES DE ACEITE	REC	0	0	0	7	4	
		N	O	LIC	7		HIDRÁULICAS	HIDRÁULICO	TIV	9/	,1	9/	0	5	
		T		AS				- DETECCIÓN DE	I O	2	2	2	8	8	
		O						FUGA DE ACEITE	NO	0	5	0	3	3	
								HIDRÁULICO PARA	PRO	2		2	3	3	
								UNA MEJOR	GRA	4		4	3	3	
								POSICIONAMIENTO	MA						
								- DESMONTAJE DE	DO						
								PROTECTOR DE							
								CAJA PARA							
								VERIFICACIÓN DE							
								FUGA DE ACEITE							
								HIDRÁULICO							
								- AJUSTE DE							
								TAPONES DE							
								ABASTECIMIENTO Y							
								DRENADO DE							

									ACEITE DE CAJA - CAMBIO DE ABRAZADERAS DE MANGUERAS HIDRÁULICAS - RELLENADO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN - PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO CON OPERADOR								
E M 3 6	00 88 49 41	L É C T R I C O	QUI PO	QUI PO	H 0 0 5	46 0 5	K W 0 0 2 5 0	LIFT ER DEMORA EN ABRIR SUS UÑAS	* SE REALIZA INSPECCION DE SISTEMA ELECTRICO * SE REALIZA INSPECCION DE JARNES DE LIFTER * SE REALIZA INSPECCION DE CONECTORES DE LIFTER * SE ENCUENTRA CONECTOR EN MAL ESTADO * SE REALIZA CAMBIO DE CONECTORES CON USADO EN BUEN ESTADO * SE REALIZA PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL LIFTER * SE ASEGURA JARNES DE LIFTER	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO			4/ 0 9/ 2	,5 8 3 3	4/ 0 9/ 2	,7 2 9 1	,1 4 5 8

									* SE REALIZA PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LIFTER * SE REALIZA INSPECCION DE LUCES									
E M 3 7	00 89 05 33	M P L E M E N T O	IST EM A HID RA ULI CO	COP LES HID RAU LIC OS DE IMP LEM ENT O	H 0 0 7	72 0 0 5 3	K W 0 0 2 5 3	FUG A HIDRAULICA	- HUBICACION DEL EQUIPO EN CAMPO - DESACOPLE DE MANGUERAS HIDRAULICAS - DESMONTAJE DE NIPLES HIDRAULICOS Y CONECTORES HIDRAULICOS - CAMBIO DE CONECTORES HIDRAULICOS NUEVOS - MONTAJE DE NIPLES Y CONECTORES HIDRAULICOS - CONEXIÓN DE HARNES ELECTRICO DE IMPLEMENTO - CONEXIÓN DE MANGUERAS HIDRAULICAS - INSPECCION VISUAL DEL ESTADO DEL EQUIPO	I <								

E	00	I	ILI	ILIN	H	K	FUG	TRaslado a punto de trabajo - se realiza calentamiento de aceite hidráulico para constatar la fuga - se revisa las cañerías hidráulicas - se visualiza que la fuga es por la parte inferior de cilindro y por la tapa - se requiere que el equipo se traslade a taller huancarané para su cambio de cilindro	NTT O COR REC TIV I O NO PRO GRA MA DO		3/	,3	3/	,4	,0
M	89	Á	S	ELE	0	75	A DE ACEITE				0	3	0	1	8
3	28	U	HID	VAC	0	3	HIDRÁULICO				9/	3	9/	6	3
9	24	LI	RÁ	IÓN	7	2					2	3	2	6	3
		C	ULI	DE		5					0	3	0	6	3
		O	CO	PLU		3					2	3	2	6	3
			S	MA							4	3	4	7	3
E	00	L			H	K	ALA	SE	NTT						
M	89	É			0	56	RMA DE BAJO	REALIZÓ	O		5/	,4	5/		,0
3	35	C	AR	LTE	0	0	VOLTAJE	EVALUACIÓN DE	COR		0	1	0		8
9	00	T	GA	RNA	0	6		VOLTAJE DE	REC		9/	6	9/		3
		RI		DOR	5	2		SE VERIFICO QUE EL	TIV		2	6	2	,5	3
		C				5		VOLTAJE DE	I O		0	6	0		3
		O				0		ALIMENTACIÓN CON	NO		2	6	2		3
								ACCESORIOS	PRO		4	7	4		3
								ENCENDIDOS ERA	GRA						
								DE 11 VOLTIOS	MA						
								SE REALIZÓ	DO						

								DESMONTAJE DE ALTERNADOR SE REALIZÓ DESMONTAJE DE POLEA SE REALIZÓ MONTAJE DE ALTERNADOR REPARADO SE REALIZÓ TEMPLADO DE CORREA SE ARRANCÓ EQUIPO Y SE VERIFICO VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN								
E M 3 9	00 89 35 01	O T O R	LE CT RIC O	ENS OR DE TEM PER ATU RA	H 0 0 5	K W 0 0 6 2 5 0	ALT A TEMPERATUR A DE MOTOR	SE REALIZÓ LAVADO DE RADIADOR CON AGUA A PRESIÓN SE REALIZÓ INSPECCIÓN DE CIRCULACIÓN DE REFRIGERANTE DEL MOTOR SE REALIZÓ EL CAMBIO DE SENSOR DE TEMPERATURA DE REFRIGERANTE (NUEVO) SE REALIZÓ CALENTAMIENTO DE EQUIPO Y SE VERIFICA QUE EL RELOJ DE TEMPERATURA SE	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO	I	ICKI NG OK 2 4	5/ 0 9/ 2 0 2 4	5/ 0 9/ 2 0 2 4	,7 0 8 3 3 3 3	,2 0 8 3 3 3 3	

									ELEVA AL REALIZAR USO DE ACCESORIOS (LUCES , A/C) . SE REQUIERE REALIZAR EVALUACIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO									
E M 3 9	01 10 50 67	M P L E M E N T O	EV AN TE	ISTO N DE LEV ANT E	H 0 0 7	75 0 7 2 5 3	K W 0 0 2 5 3	BL09 042 TH007 CBIO CILINDRO DE LEVANTE DEL BOOM	SE REALIZA TRASLADO DE CABALLETES Y REPUESTOS A BAHÍA SE REALIZA SUSPENSIÓN DE BOOM EN CABALLETES SE REALIZA DESMONTAJE DE PINES DE BOOM SE REALIZA DESINSTALACION DE CAÑERÍAS DE PISTON SE REALIZA DESMONTAJE DE PISTÓN SE REALIZA MONTAJE DE PISTÓN REPARADO SE REALIZA INSTALACIÓN DE PINES Y GRASERO SE REALIZA PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	NTT O COR REC TIV I O NO PRO GRA MA DO		5/ 0 9/ 2 0 2 4	,3 3 3 3 3 3	5/ 0 9/ 2 0 2 4	,7 9 1 6 6 7	,4 5 8 3 3 3		

									VENTILADOR - INSPECCION DE PERIFERICOS DE MOTOR - INSPECCION DE BOMBA DE AGUA - MONITOREO DE TEMPERATURA DE MOTOR CON PIROMETRO,TEMPER ATURA DE MOTOR DENTRO DEL RANGO DE TRABAJO - PRUEBAS DEL SISTEMA ELECTRICO,INSPECC ION DEL ALTERNADOR - PRUEBAS DE ARRANQUE DEL EQUIPO - PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO								
E M 4 0	00 89 56 17	I D R Á U L I C O	ILI ND RO S HID RA ULI CO S	ILIN DRO TEL ESC OPI CO	H 0 0 7	79 0 0 0	K W 0 0 2 5 3	FUG A HIDRAULICA POR CILINDRO TELESCOPICO	- UBICACION DEL EQUIPO EN CAMPO - INSPECCION DE NIVELES DE MOTOR - INSPECCION DE CILINDRO TELESCOPICO - PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN VACIO,NO SE OBSERVA FUGAS	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		2/ 1 0/ 2 0 2 4	,3 3 3 3 3 3	2/ 1 0/ 2 0 2 4	,4 3 7 5	,1 0 4 1 6 6 7	

									HIDRAULICAS AL MOMENTO DE REALIZAR LAS PRUEBAS - RELLENADO DE ACEITE HIDRAULICO - INSPECCION VISUAL DE FUGAS HIDRAULICAS POR LOS CILINDROS HIDRAULICOS - PRUEBA DE LUCES EN GENERAL - PRUEBAS DE ARRANQUE DEL EQUIPO								
E M 4 1	00 89 70 96	L É C T R I C O	AR GA	LTE RNA DOR	H 0 0 5	60 0 0	K W 0 0 2 5 0	EQUI PO PRESENTA ALTA TEMPERATUR A DE MOTOR Y BAJO VOLTAJE DE BATERIA	. SE REALIZA INSPECCIÓN DE EQUIPO . SE VERIFICA TENSION DE FAJA DE ALTERNADOR Y AC . SE REALIZA LIMPIEZA DE LINEAS DE SENSOR DE TEMPERATURA . SE REALIZA PRUEBA FUNCIONAMIENTO Y VERIFICACIÓN DE VOLTAJE DE CARGA DE ALTERNADOR . TRABAJO TERMINADO	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		8/ 1 0/ 2 0 2 4	8/ 1 0/ 2 0 2 4	,0 8 3 3 3 3 3 3	,0 8 3 3 3 3 3 3		

									DEL ALTERNADOR Y LA BATERÍA -SE REALIZÓ PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO LO CUAL NO PRESENTA NINGUNA FALLA									
E M 4 1	00 89 80 70 - 20 08 97 94 6	L É C T R I C O	LE CT RIC O	LTE RNA DOR	H 0 0 0 5	61 8	K W 0 0 2 5 0	BL09 092 CAMBIO DE ALTERNADOR DE MOTOR	- POSICIONAMIENTO DE EQUIPO - SE DESCONECTO LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN DEL ALTERNADOR - SE PROCEDIÓ CON EL DESMONTAJE DEL ALTERNADOR - SE LE COLOCO PULLEY (POLEA NUEVO)AL ALTERNADOR NUEVO - SE PROCEDIÓ CON EL MONTAJE DEL ALTERNADOR (NUEVO). - SE CONECTO LOS LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN DEL ALTERNADOR - SE COMPROBÓ LA CARGA DEL ALTERNADOR.	I	NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO	ERR ADA	1/ 1 0/ 2 0 2 4	,5 8 3 3 3 3	1/ 1 0/ 2 0 2 4	,6 6 6 6 6 7	,0 8 3 3 3 3	

[illegible]

		RI				2		HARNES DE	TIV	0	6	0	6	
		C				5		MÓDULO	O	2	6	2	6	
		O				0		SE REALIZÓ	NO	4	7	4	7	
								EVALUACIÓN DE	PRO					
								CABLEADO DE	GRA					
								SENSOR DE	MA					
								TEMPERATURA	DO					
								SE REALIZÓ						
								DESMONTAJE DE						
								DISPLAY DE CABINA						
								SE REALIZÓ						
								PRUEBA DE DISPLAY						
								EN OTRO EQUIPO						
								SE VERIFICO QUE EL						
								DISPLAY DEL TH005						
								SE ELEVA EL RELOJ						
								DE TEMPERATURA						
								PERO CON EL						
								DISPLAY DEL						
								EQUIPO NO						
								SE REQUIERE						
								CAMBIAR DISPLAY						
E	00	O		apa	H	K		SE						
M	90	T	ulat	de	0	W	FUG	REALIZÓ	NTT					
4	11	O		llena	89	0	A DE ACEITE	DESMONTAJE DE	O					
2	22	R	a	do de	0	0	POR MOTOR	TAPA DE LLENADO	COR	0/	0/	,8	,0	
				aceit	7	2		DE ACEITE	REC	1	1	3	8	
				e		5		SE REALIZÓ	TIV	0/	0/	3	3	
						3		CORRECCIÓN DE	O	2	,7	2	3	
								SELLADO DE ORING	I	5	2	3	3	
								SE MONTÓ TAPA DE	NO	0	0	3	3	
								LLENADO DE	PRO	2	2	3	3	
								ACEITE	GRA	4	4	3	3	
								SE VERIFICO QUE	MA					
								HABÍA FUGA DE	DO					
								ACEITE POR						

								MANGUERA DE TRANSMISIÓN SE REALIZÓ DESMONTAJE DE ABRAZADERA SE COMPLETÓ CON TEFLÓN SE MONTÓ MANGUERA DE TRANSMISIÓN SE VERIFICO OPERATIVIDAD									
E M 4 4	00 90 37 66	S T R U C T U R A	stru ctur a	struct ura	H 0 0 7	K W 0 0 2 5 3	Ruido anómalo en cilindro del boom	- traslado a punto de trabajo , firma de permisos - se realiza inspección del ruido - se realiza desmontaje del pin del cilindro del boom - se realiza limpieza de alojamiento del pin - se realiza montaje del pin del cilindro - se realiza engrase - se realiza pruebas de funcionamiento con operador - se ajusta manguera de aceite de transmisión	I NTT O COR REC TIV O NO PRO GRA MA DO		1/ 1 0/ 2 0 2 4	,0 4 1 6 0 6 7	1/ 1 0/ 2 0 4	,1 6 6 6 6 7			
E M 4 6	00 90 78 34	L É C T R I	AR GA	ATE RIA	H 0 0 5	K W 66 0 4 0 2	BAT ERIA NO CORRESPOND E	SE REALIZA DESMONTAJE DE BATERÍA QUE NO COINCIDE CON EQUIPO	I NTT O COR REC TIV	ICKI NG OK	2/ 1/ 2 0	,3 3 3 3	2/ 1/ 2 0	,5 8 3 3		,2 5	

		C				5		SE REALIZA CAMBIO	O		2	3	2	3		
		O				0		DE BORNES DE	NO		4	3	4	3		
								CABLEADO	PRO							
								POSITIVO Y	GRA							
								NEGATIVO	MA							
								SE REALIZA	DO							
								INSTALACIÓN DE								
								BATERÍA NUEVA								
								SE REALIZA								
								INSTALACIÓN DE								
								ACCESORIOS Y								
								SOPORTE DE								
								BATERÍA								
								SE REALIZA								
								PRUEBAS DE								
								FUNCIONAMIENTO								
E	00	L	unci			K		- traslado a								
M	90	É	one			W		punto de trabajo	NTT							
4	79	C	s de			0	Lifter	- posicionamiento y	O		4/	,7	4/	,8	,1	
6	81	T	imp	ifter	h	0	no funciona y	delimitacion del área de	N							
		R	lem		0	00	sale código de	trabajo	P		1	0	1	5	4	
		I	ento		0	00	error	- evaluación de sensores	R		1/	8	1/	4	5	
		C			7	2		de lifter , se reviso	O		2	3	2	1	8	
		O				5		display y conector de	C		0	3	0	6	3	
						3		lifter.	E		2	3	2	6	3	
								- se desmonto la tapa de	S		4	3	4	7	3	
								boom para revisar	O							
								harnes .	DO							
E	00	R	RA			K		-			5/		5/			
M	90	A	NS	RAS	H	0	TRA	POSICIONAMIENTO	NTT		1		1			
4	80	N	MIS	MISI	0	67	SMISIÓN SE	DE EQUIPOS	O		1/	,6	1/		,1	
6	14	S	MISIÓN	ÓN	0	7	BLOQUEA	- DELIMITACION DEL	COR		2	2	2	,7	2	
		M			5	2		ÁREA DE TRABAJO	REC		0	5	0	5	5	
		I				5		- SE REVISO	TIV		2		2			
						0		FUSIBLES , ARNÉS	O		4		4			
								DE TRANSMISIÓN,	NO							

		Ó N						SE RELIAZO LIMPIEZA DE CONECTORES Y SELENOIDES DE TRANSMISIÓN, LIMPIEZA DE CONECTOR DE SENSOR DE VELOCIDAD - SE LIMPIO CONECTORES DE MODULO DE TRANSMISIÓN - SE REVISÓ NIVEL DE ACEITE DE TRANSMISIÓN - SE REALIZÓ PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON OPERADOR.	PRO GRA MA DO							
E M 4 6	00 90 79 81	L É C T R I C O	MP LE ME NT O	IFTE R	H 0 0 0 7	00 01 2 5 3	K W 0 0 2 5 3	CAD ENA DE PLÁSTICO DE BRAZO TELESCÓPICO DE BOOM AVERIADO Y LIFTER INOPERATIVO	- POSICIONAMIENTO DE EQUIPO - DELIMITACION DEL ÁREA DE TRABAJO - SE EVALUÓ LA CADENA DE PLÁSTICO DE BRAZO TELESCÓPICO DE BOOM , CADENA PRESENTA DESGASTE Y FISURA Y SE PROCEDE A DESMONTAR - SE REVISO FUSIBLES , RELÉS,	NTT O COR REC TIV O C NO PRO GRA MA DO		5/ 1 1/ 2 0 2 4	,3 3 3 3 3 3 3	5/ 1 1/ 2 0 2 4	,2 9 6 6 6 7	

[illegible]

										TELESCÓPICO DE									
										BOOM.									

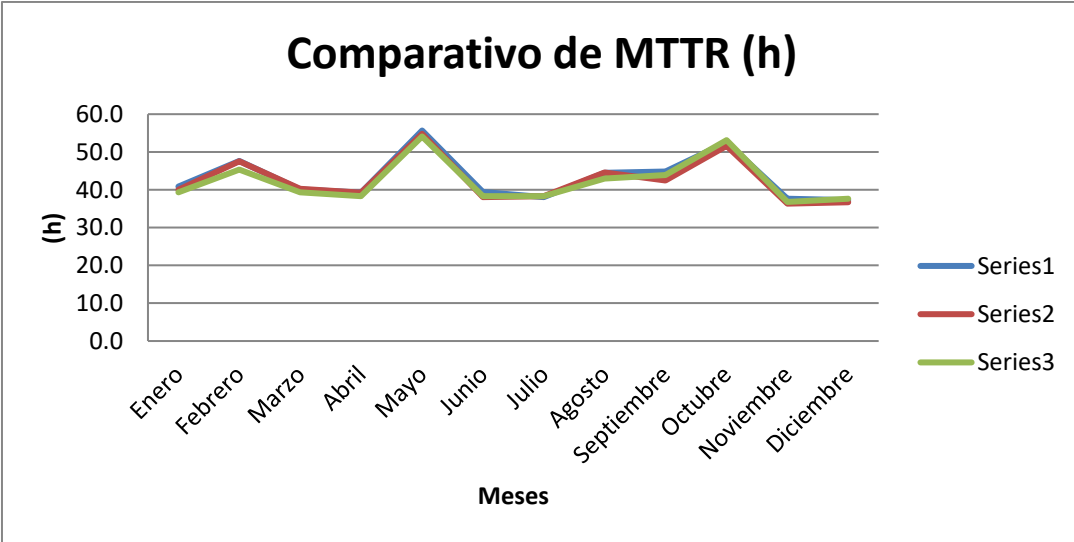
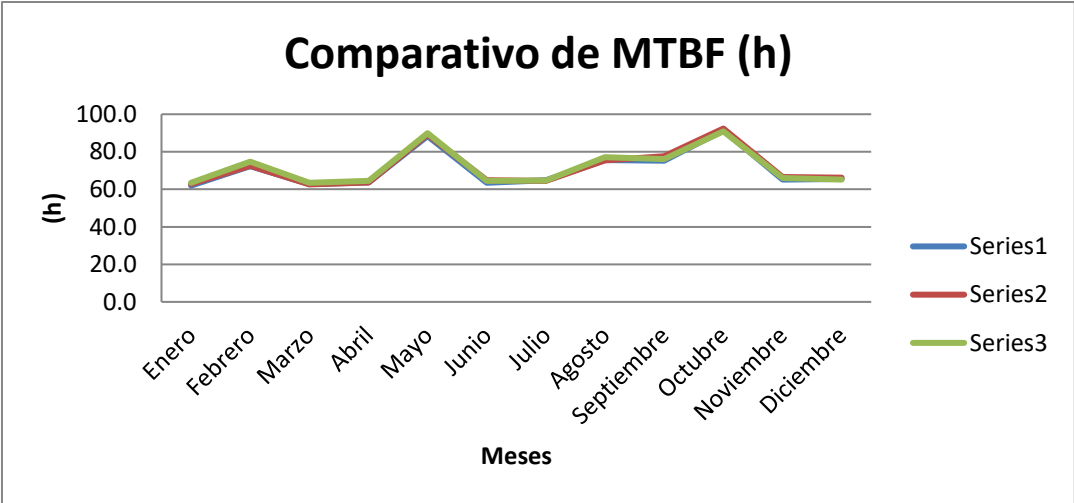
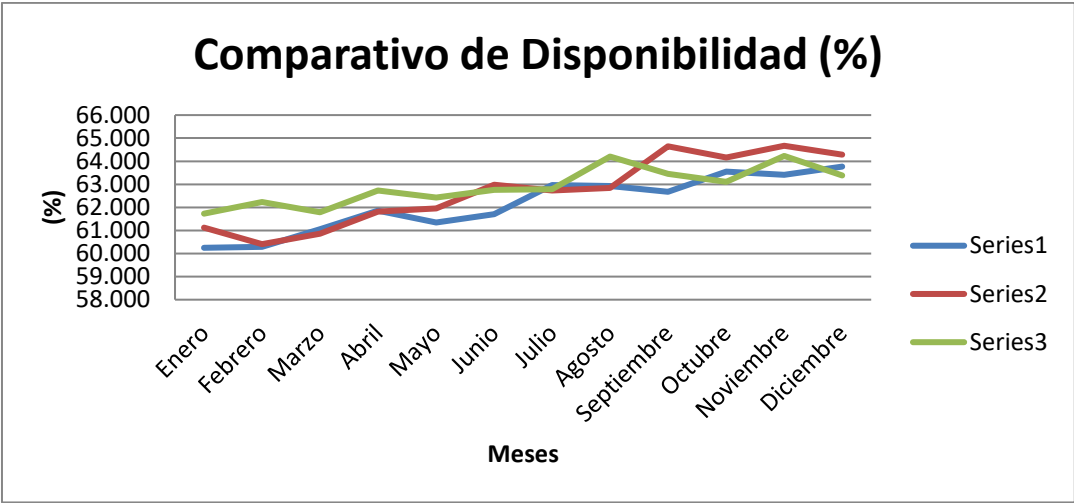
Plantilla Excel Análisis de Modo y Efecto de la Falla

Nombre de Proceso o Producto:		Preparado por:		Página:	de
Encargado:		FMEA Fecha (Orig):		Rev.	

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E V	Causas Potenciales	O C U	Controles de Ocurrencia	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Resp.	S E V	O C U	D E T	N P R
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (cliente o requerimientos internos)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué causa que el paso clave falle?	¿Que tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Falla?	¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Falla?		¿Cuáles son las acciones para reducir la Ocurrencia de la Causa o mejorar la Detección?	¿Quién es responsable de las acciones recomendadas?				
LEVANTAR 600 TM DE MINERAL DIARIO	FALLA DEL SISTEMA HIDRÁULICO	PÉRDIDA DE FUNCIÓN DE ACARREO	3	ROTURA DE MANGUERA	3	VULCANIZAR	1	9	INSPECCIÓN VISUAL	MANTENIMIENTO	3	3	1	9
		PÉRDIDA DE FUNCIÓN DE ACARREO	3	BAJO NIVEL DE ACEITE	3	REPONER	2	18	INSPECCIÓN VISUAL	MANTENIMIENTO	3	3	2	18
		PÉRDIDA DE FUNCIÓN DE ACARREO	3	OBSTRUCCIÓN DE BOMBA HIDRÁULICA	1	REPONER	3	9	OPERAR HASTA FALLAR	MANTENIMIENTO	3	1	3	9
		PÉRDIDA DE FUNCIÓN DE ACARREO	3	OBSTRUCCIÓN DEL FILTER	3	REPOSICIÓN	3	27	PREVENTIVO POR TIEMPO	MANTENIMIENTO	3	3	3	27
	FALLA DE SENSORES	PÉRDIDA DE TIEMPO POR ACTIVACIÓN DE MECANISMO	2	DESCONFIGURACIÓN	2	CONFIGURACIÓN	2	8	INSPECCIÓN VISUAL	MANTENIMIENTO	2	2	2	8
		PÉRDIDA DE TIEMPO POR ACTIVACIÓN DE MECANISMO	2	FALLA DE RELÉ	2	REEMPLAZO	2	8	POR AVERÍA	MANTENIMIENTO	2	2	2	8
	OBSTRUCCIÓN SISTEMA DE INYECCIÓN	INAMOVILIDAD DEL EQUIPO	3	FALLA DE BOMBA DE INYECCIÓN	1	REEMPLAZO	3	9	PREVENTIVO POR TIEMPO	MANTENIMIENTO	3	1	3	9
		PÉRDIDA DE POTENCIA MECÁNICA	2	FALLA DE INYECTOR	1	LIMPIEZA	2	4	PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO	2	1	2	4
		INAMOVILIDAD DEL EQUIPO	3	OBSTRUCCIÓN EN LA LÍNEA DE	1	LIMPIEZA	3	9	PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO	3	1	3	9
		INAMOVILIDAD DEL EQUIPO	3	OBSTRUCCIÓN LÍNEA DE AIRE	2	LIMPIEZA	3	18	PREVENTIVO POR TIEMPO	MANTENIMIENTO	3	2	3	18
	FALLA DEL SISTEMA ELÉCTRICO	INAMOVILIDAD DEL EQUIPO	3	FALLA DEL ARRANQUE	2	REPARACIÓN	2	12	PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO	3	2	2	12
		INAMOVILIDAD DEL EQUIPO	2	BATERÍA DESCARGADA	2	REEMPLAZO	1	4	PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO	2	2	1	4
		INAMOVILIDAD DEL EQUIPO	2	CABLE PARTIDO	1	REEMPLAZO	2	4	PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO	2	1	2	4
	FALLA MECÁNICA	INESTABILIDAD DE LA MÁQUINA	3	FALLA DEL SISTEMA ESTABILIZADOR	2	REPARACIÓN-REEMPLAZO	1	6	PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO	3	2	1	6
		PELIGRO DE VOLCAMIENTO	2	DESGASTE DEL SISTEMA DE FRENOS	2	REEMPLAZO	1	4	PREVENTIVO POR CONDICIÓN	MANTENIMIENTO	2	2	1	4

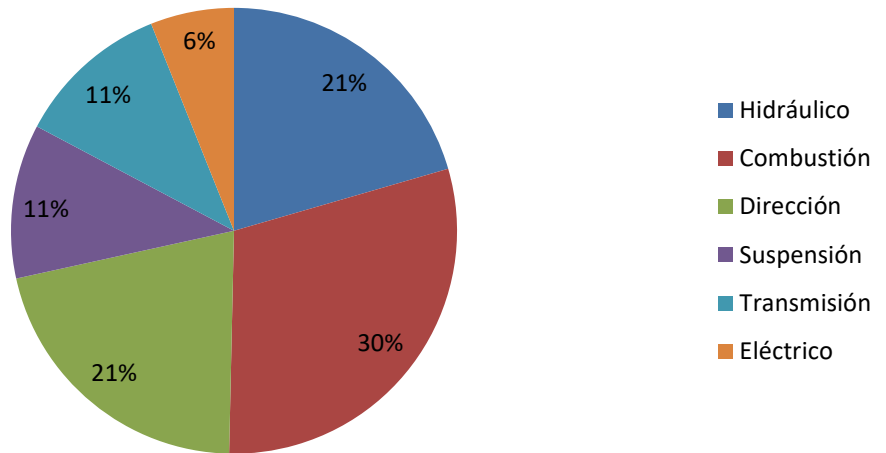
Registro de MTBF, MTTR y Disponibilidad para los equipos Telehandler

Equipo	Mes	Disponibilidad Antes (%)	MTBF Antes (h)	MTTR Antes (h)	Disponibilidad Después (%)	MTBF Después (h)	MTTR Después (h)
TH005	Enero	60.248	62.0	40.9	90.104	92.68	10.18
	Febrero	60.295	72.4	47.6	89.475	107.37	12.63
	Marzo	61.051	62.8	40.1	90.245	92.82	10.03
	Abril	61.852	63.6	39.2	91.462	94.08	8.78
	Mayo	61.337	88.3	55.7	92.187	132.75	11.25
	Junio	61.701	63.5	39.4	92.358	95.00	7.86
	Julio	62.971	64.8	38.1	92.669	95.32	7.54
	Agosto	62.929	75.5	44.5	93.031	111.64	8.36
	Septiembre	62.674	75.2	44.8	92.897	111.48	8.52
	Octubre	63.544	91.5	52.5	93.731	134.97	9.03
	Noviembre	63.405	65.2	37.6	94.315	97.01	5.85
	Diciembre	63.767	65.6	37.3	95.529	98.26	4.60
TH006	Enero	61.121	62.9	40.0	91.172	93.78	9.08
	Febrero	60.407	72.5	47.5	90.573	108.69	11.31
	Marzo	60.865	62.6	40.3	92.071	94.70	8.16
	Abril	61.810	63.6	39.3	92.171	94.80	8.05
	Mayo	61.948	89.2	54.8	92.480	133.17	10.83
	Junio	62.975	64.8	38.1	93.579	96.25	6.60
	Julio	62.728	64.5	38.3	94.243	96.94	5.92
	Agosto	62.839	75.4	44.6	94.647	113.58	6.42
	Septiembre	64.642	77.6	42.4	94.217	113.06	6.94
	Octubre	64.160	92.4	51.6	94.936	136.71	7.29
	Noviembre	64.670	66.5	36.3	95.711	98.45	4.41
	Diciembre	64.288	66.1	36.7	96.488	99.24	3.61
TH007	Enero	61.728	63.5	39.4	88.760	91.30	11.56
	Febrero	62.237	74.7	45.3	89.362	107.23	12.77
	Marzo	61.788	63.6	39.3	89.356	91.91	10.95
	Abril	62.733	64.5	38.3	89.766	92.33	10.53
	Mayo	62.427	89.9	54.1	91.224	131.36	12.64
	Junio	62.763	64.6	38.3	91.951	94.58	8.28
	Julio	62.790	64.6	38.3	91.691	94.31	8.55
	Agosto	64.199	77.0	43.0	92.684	111.22	8.78
	Septiembre	63.448	76.1	43.9	92.817	111.38	8.62
	Octubre	63.108	90.9	53.1	92.768	133.59	10.41
	Noviembre	64.229	66.1	36.8	93.726	96.40	6.45
	Diciembre	63.390	65.2	37.7	94.769	97.48	5.38



DETALLE DE COSTOS POR EQUIPO							
Equipo	Sistema	Costo por intervencion por equipo	Costo de materiales	Costo por Mano de Obra	Costo por Repuestos	Costo por mantenimiento operativo	Costo Total
TH005	Hidráulico	\$27,442.80	\$825.00	\$997.92	\$7,167.60	\$18,452.28	\$27,442.80
TH006		\$27,442.80	\$825.00	\$997.92	\$7,167.60	\$18,452.28	\$27,442.80
TH007		\$28,274.40	\$850.00	\$1,028.16	\$7,384.80	\$19,011.44	\$28,274.40
TH005	Combustión	\$39,916.80	\$1,353.00	\$3,118.50	\$10,127.70	\$25,317.60	\$39,916.80
TH006		\$39,916.80	\$1,353.00	\$3,118.50	\$10,127.70	\$25,317.60	\$39,916.80
TH007		\$41,126.40	\$1,394.00	\$3,213.00	\$10,434.60	\$26,084.80	\$41,126.40
TH005	Dirección	\$28,380.00	\$1,254.00	\$2,392.50	\$5,623.20	\$19,110.30	\$28,380.00
TH006		\$28,380.00	\$1,254.00	\$2,392.50	\$5,623.20	\$19,110.30	\$28,380.00
TH007		\$29,240.00	\$1,292.00	\$2,465.00	\$5,793.60	\$19,689.40	\$29,240.00
TH005	Suspensión	\$14,968.80	\$498.96	\$623.70	\$2,619.54	\$11,226.60	\$14,968.80
TH006		\$14,968.80	\$498.96	\$623.70	\$2,619.54	\$11,226.60	\$14,968.80
TH007		\$15,422.40	\$514.08	\$642.60	\$2,698.92	\$11,566.80	\$15,422.40
TH005	Transmisión	\$14,968.80	\$374.22	\$374.22	\$2,619.54	\$11,600.82	\$14,968.80
TH006		\$14,968.80	\$374.22	\$374.22	\$2,619.54	\$11,600.82	\$14,968.80
TH007		\$15,422.40	\$385.56	\$385.56	\$2,698.92	\$11,952.36	\$15,422.40
TH005	Eléctrico	\$8,108.10	\$311.85	\$249.48	\$1,871.10	\$5,675.67	\$8,108.10
TH006		\$8,108.10	\$311.85	\$249.48	\$1,871.10	\$5,675.67	\$8,108.10
TH007		\$8,353.80	\$321.30	\$257.04	\$1,927.80	\$5,847.66	\$8,353.80

Distribución costos por sistema (USD) - 2024



DETALLE DE COSTOS POR INTERVENCION DE EQUIPOS MENSUAL							
Sistema	Equipo	Mes	Costo de Materiales	Costo de Mano de Obra	Costo de Repuestos	Costo de Mantenimiento Operativo	Costo Total por mes
Hidráulico	TH005	Enero	\$41.25	\$49.90	\$358.38	\$922.61	\$1,372.14
		Febrero	\$49.50	\$59.88	\$430.06	\$1,107.14	\$1,646.57
		Marzo	\$90.75	\$109.77	\$788.44	\$2,029.75	\$3,018.71
		Abril	\$82.50	\$99.79	\$716.76	\$1,845.23	\$2,744.28
		Mayo	\$82.50	\$99.79	\$716.76	\$1,845.23	\$2,744.28
		Junio	\$82.50	\$99.79	\$716.76	\$1,845.23	\$2,744.28
		Julio	\$82.50	\$99.79	\$716.76	\$1,845.23	\$2,744.28
		Agosto	\$90.75	\$109.77	\$788.44	\$2,029.75	\$3,018.71
		Septiembre	\$90.75	\$109.77	\$788.44	\$2,029.75	\$3,018.71
		Octubre	\$57.75	\$69.85	\$501.73	\$1,291.66	\$1,921.00
		Noviembre	\$41.25	\$49.90	\$358.38	\$922.61	\$1,372.14
		Diciembre	\$33.00	\$39.92	\$286.70	\$738.09	\$1,097.71
	TH006	Enero	\$41.25	\$49.90	\$358.38	\$922.61	\$1,372.14
		Febrero	\$49.50	\$59.88	\$430.06	\$1,107.14	\$1,646.57
		Marzo	\$90.75	\$109.77	\$788.44	\$2,029.75	\$3,018.71
		Abril	\$82.50	\$99.79	\$716.76	\$1,845.23	\$2,744.28
		Mayo	\$82.50	\$99.79	\$716.76	\$1,845.23	\$2,744.28
		Junio	\$82.50	\$99.79	\$716.76	\$1,845.23	\$2,744.28
		Julio	\$82.50	\$99.79	\$716.76	\$1,845.23	\$2,744.28
		Agosto	\$90.75	\$109.77	\$788.44	\$2,029.75	\$3,018.71
		Septiembre	\$90.75	\$109.77	\$788.44	\$2,029.75	\$3,018.71

Combustión	TH007	Octubre	\$57.75	\$69.85	\$501.73	\$1,291.66	\$1,921.00
		Noviembre	\$41.25	\$49.90	\$358.38	\$922.61	\$1,372.14
		Diciembre	\$33.00	\$39.92	\$286.70	\$738.09	\$1,097.71
		Enero	\$42.50	\$51.41	\$369.24	\$950.57	\$1,413.72
		Febrero	\$51.00	\$61.69	\$443.09	\$1,140.69	\$1,696.46
		Marzo	\$93.50	\$113.10	\$812.33	\$2,091.26	\$3,110.18
		Abril	\$85.00	\$102.82	\$738.48	\$1,901.14	\$2,827.44
		Mayo	\$85.00	\$102.82	\$738.48	\$1,901.14	\$2,827.44
		Junio	\$85.00	\$102.82	\$738.48	\$1,901.14	\$2,827.44
		Julio	\$85.00	\$102.82	\$738.48	\$1,901.14	\$2,827.44
		Agosto	\$93.50	\$113.10	\$812.33	\$2,091.26	\$3,110.18
		Septiembre	\$93.50	\$113.10	\$812.33	\$2,091.26	\$3,110.18
		Octubre	\$59.50	\$71.97	\$516.94	\$1,330.80	\$1,979.21
		Noviembre	\$42.50	\$51.41	\$369.24	\$950.57	\$1,413.72
		Diciembre	\$34.00	\$41.13	\$295.39	\$760.46	\$1,130.98
	TH005	Enero	\$67.65	\$155.93	\$506.39	\$1,265.88	\$1,995.84
		Febrero	\$81.18	\$187.11	\$607.66	\$1,519.06	\$2,395.01
		Marzo	\$148.83	\$343.04	\$1,114.05	\$2,784.94	\$4,390.85
		Abril	\$135.30	\$311.85	\$1,012.77	\$2,531.76	\$3,991.68
		Mayo	\$135.30	\$311.85	\$1,012.77	\$2,531.76	\$3,991.68
		Junio	\$135.30	\$311.85	\$1,012.77	\$2,531.76	\$3,991.68
		Julio	\$135.30	\$311.85	\$1,012.77	\$2,531.76	\$3,991.68
		Agosto	\$148.83	\$343.04	\$1,114.05	\$2,784.94	\$4,390.85
		Septiembre	\$148.83	\$343.04	\$1,114.05	\$2,784.94	\$4,390.85
		Octubre	\$94.71	\$218.30	\$708.94	\$1,772.23	\$2,794.18

		Noviembre	\$67.65	\$155.93	\$506.39	\$1,265.88	\$1,995.84
		Diciembre	\$54.12	\$124.74	\$405.11	\$1,012.70	\$1,596.67
	TH006	Enero	\$67.65	\$155.93	\$506.39	\$1,265.88	\$1,995.84
		Febrero	\$81.18	\$187.11	\$607.66	\$1,519.06	\$2,395.01
		Marzo	\$148.83	\$343.04	\$1,114.05	\$2,784.94	\$4,390.85
		Abril	\$135.30	\$311.85	\$1,012.77	\$2,531.76	\$3,991.68
		Mayo	\$135.30	\$311.85	\$1,012.77	\$2,531.76	\$3,991.68
		Junio	\$135.30	\$311.85	\$1,012.77	\$2,531.76	\$3,991.68
		Julio	\$135.30	\$311.85	\$1,012.77	\$2,531.76	\$3,991.68
		Agosto	\$148.83	\$343.04	\$1,114.05	\$2,784.94	\$4,390.85
		Septiembre	\$148.83	\$343.04	\$1,114.05	\$2,784.94	\$4,390.85
		Octubre	\$94.71	\$218.30	\$708.94	\$1,772.23	\$2,794.18
		Noviembre	\$67.65	\$155.93	\$506.39	\$1,265.88	\$1,995.84
		Diciembre	\$54.12	\$124.74	\$405.11	\$1,012.70	\$1,596.67
	TH007	Enero	\$69.70	\$160.65	\$521.73	\$1,304.24	\$2,056.32
		Febrero	\$83.64	\$192.78	\$626.08	\$1,565.09	\$2,467.58
		Marzo	\$153.34	\$353.43	\$1,147.81	\$2,869.33	\$4,523.90
		Abril	\$139.40	\$321.30	\$1,043.46	\$2,608.48	\$4,112.64
		Mayo	\$139.40	\$321.30	\$1,043.46	\$2,608.48	\$4,112.64
		Junio	\$139.40	\$321.30	\$1,043.46	\$2,608.48	\$4,112.64
		Julio	\$139.40	\$321.30	\$1,043.46	\$2,608.48	\$4,112.64
		Agosto	\$153.34	\$353.43	\$1,147.81	\$2,869.33	\$4,523.90
		Septiembre	\$153.34	\$353.43	\$1,147.81	\$2,869.33	\$4,523.90
		Octubre	\$97.58	\$224.91	\$730.42	\$1,825.94	\$2,878.85
		Noviembre	\$69.70	\$160.65	\$521.73	\$1,304.24	\$2,056.32

		Diciembre	\$55.76	\$128.52	\$417.38	\$1,043.39	\$1,645.06
Dirección	TH005	Enero	\$75.24	\$143.55	\$337.39	\$1,146.62	\$1,702.80
		Febrero	\$87.78	\$167.48	\$393.62	\$1,337.72	\$1,986.60
		Marzo	\$125.40	\$239.25	\$562.32	\$1,911.03	\$2,838.00
		Abril	\$112.86	\$215.32	\$506.09	\$1,719.93	\$2,554.20
		Mayo	\$112.86	\$215.32	\$506.09	\$1,719.93	\$2,554.20
		Junio	\$112.86	\$215.32	\$506.09	\$1,719.93	\$2,554.20
		Julio	\$112.86	\$215.32	\$506.09	\$1,719.93	\$2,554.20
		Agosto	\$125.40	\$239.25	\$562.32	\$1,911.03	\$2,838.00
		Septiembre	\$125.40	\$239.25	\$562.32	\$1,911.03	\$2,838.00
		Octubre	\$100.32	\$191.40	\$449.86	\$1,528.82	\$2,270.40
		Noviembre	\$87.78	\$167.48	\$393.62	\$1,337.72	\$1,986.60
		Diciembre	\$75.24	\$143.55	\$337.39	\$1,146.62	\$1,702.80
	TH006	Enero	\$75.24	\$143.55	\$337.39	\$1,146.62	\$1,702.80
		Febrero	\$87.78	\$167.48	\$393.62	\$1,337.72	\$1,986.60
		Marzo	\$125.40	\$239.25	\$562.32	\$1,911.03	\$2,838.00
		Abril	\$112.86	\$215.32	\$506.09	\$1,719.93	\$2,554.20
		Mayo	\$112.86	\$215.32	\$506.09	\$1,719.93	\$2,554.20
		Junio	\$112.86	\$215.32	\$506.09	\$1,719.93	\$2,554.20
		Julio	\$112.86	\$215.32	\$506.09	\$1,719.93	\$2,554.20
		Agosto	\$125.40	\$239.25	\$562.32	\$1,911.03	\$2,838.00
		Septiembre	\$125.40	\$239.25	\$562.32	\$1,911.03	\$2,838.00
		Octubre	\$100.32	\$191.40	\$449.86	\$1,528.82	\$2,270.40
		Noviembre	\$87.78	\$167.48	\$393.62	\$1,337.72	\$1,986.60
		Diciembre	\$75.24	\$143.55	\$337.39	\$1,146.62	\$1,702.80

	TH007	Enero	\$77.52	\$147.90	\$347.62	\$1,181.36	\$1,754.40
		Febrero	\$90.44	\$172.55	\$405.55	\$1,378.26	\$2,046.80
		Marzo	\$129.20	\$246.50	\$579.36	\$1,968.94	\$2,924.00
		Abril	\$116.28	\$221.85	\$521.42	\$1,772.05	\$2,631.60
		Mayo	\$116.28	\$221.85	\$521.42	\$1,772.05	\$2,631.60
		Junio	\$116.28	\$221.85	\$521.42	\$1,772.05	\$2,631.60
		Julio	\$116.28	\$221.85	\$521.42	\$1,772.05	\$2,631.60
		Agosto	\$129.20	\$246.50	\$579.36	\$1,968.94	\$2,924.00
		Septiembre	\$129.20	\$246.50	\$579.36	\$1,968.94	\$2,924.00
		Octubre	\$103.36	\$197.20	\$463.49	\$1,575.15	\$2,339.20
		Noviembre	\$90.44	\$172.55	\$405.55	\$1,378.26	\$2,046.80
		Diciembre	\$77.52	\$147.90	\$347.62	\$1,181.36	\$1,754.40
Suspensión	TH005	Enero	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Febrero	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Marzo	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Abril	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Mayo	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Junio	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Julio	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Agosto	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Septiembre	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Octubre	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Noviembre	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Diciembre	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
	TH006	Enero	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40

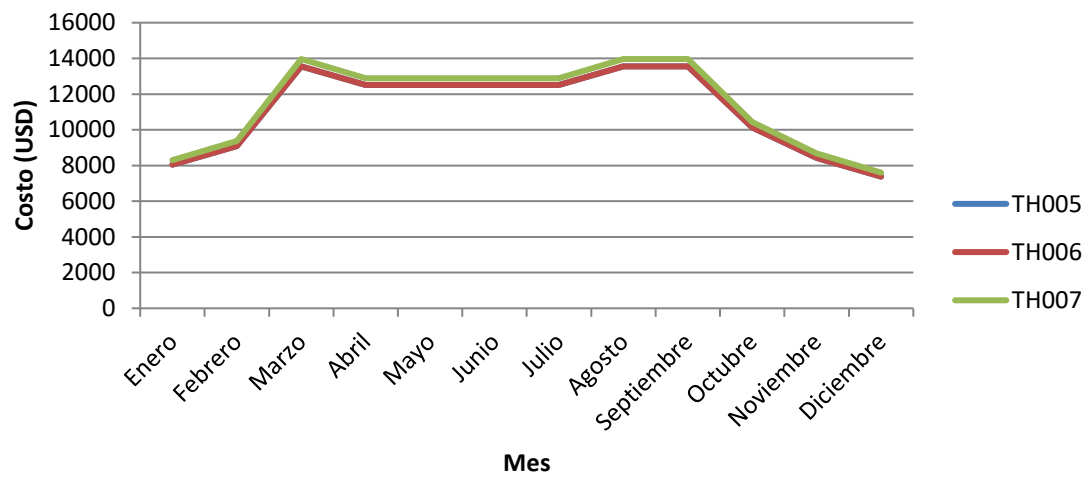
Transmisi ón		Febrero	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Marzo	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Abril	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Mayo	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Junio	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Julio	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Agosto	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Septiembre	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Octubre	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Noviembre	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
		Diciembre	\$41.58	\$51.98	\$218.30	\$935.55	\$1,247.40
	TH007	Enero	\$42.84	\$53.55	\$224.91	\$963.90	\$1,285.20
		Febrero	\$42.84	\$53.55	\$224.91	\$963.90	\$1,285.20
		Marzo	\$42.84	\$53.55	\$224.91	\$963.90	\$1,285.20
		Abril	\$42.84	\$53.55	\$224.91	\$963.90	\$1,285.20
		Mayo	\$42.84	\$53.55	\$224.91	\$963.90	\$1,285.20
		Junio	\$42.84	\$53.55	\$224.91	\$963.90	\$1,285.20
		Julio	\$42.84	\$53.55	\$224.91	\$963.90	\$1,285.20
		Agosto	\$42.84	\$53.55	\$224.91	\$963.90	\$1,285.20
		Septiembre	\$42.84	\$53.55	\$224.91	\$963.90	\$1,285.20
		Octubre	\$42.84	\$53.55	\$224.91	\$963.90	\$1,285.20
		Noviembre	\$42.84	\$53.55	\$224.91	\$963.90	\$1,285.20
		Diciembre	\$42.84	\$53.55	\$224.91	\$963.90	\$1,285.20
	TH005	Enero	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Febrero	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40

		Marzo	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Abril	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Mayo	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Junio	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Julio	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Agosto	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Septiembre	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Octubre	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Noviembre	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Diciembre	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
	TH006	Enero	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Febrero	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Marzo	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Abril	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Mayo	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Junio	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Julio	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Agosto	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Septiembre	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Octubre	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Noviembre	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
		Diciembre	\$31.18	\$31.18	\$218.30	\$966.73	\$1,247.40
	TH007	Enero	\$32.13	\$32.13	\$224.91	\$996.03	\$1,285.20
		Febrero	\$32.13	\$32.13	\$224.91	\$996.03	\$1,285.20
		Marzo	\$32.13	\$32.13	\$224.91	\$996.03	\$1,285.20

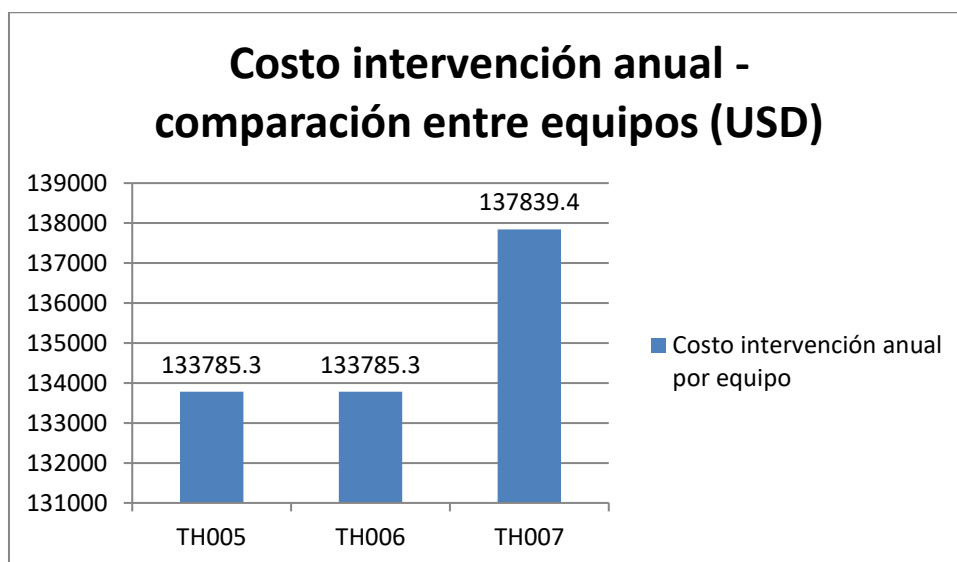
Eléctrico		Abril	\$32.13	\$32.13	\$224.91	\$996.03	\$1,285.20
		Mayo	\$32.13	\$32.13	\$224.91	\$996.03	\$1,285.20
		Junio	\$32.13	\$32.13	\$224.91	\$996.03	\$1,285.20
		Julio	\$32.13	\$32.13	\$224.91	\$996.03	\$1,285.20
		Agosto	\$32.13	\$32.13	\$224.91	\$996.03	\$1,285.20
		Septiembre	\$32.13	\$32.13	\$224.91	\$996.03	\$1,285.20
		Octubre	\$32.13	\$32.13	\$224.91	\$996.03	\$1,285.20
		Noviembre	\$32.13	\$32.13	\$224.91	\$996.03	\$1,285.20
		Diciembre	\$32.13	\$32.13	\$224.91	\$996.03	\$1,285.20
	TH005	Enero	\$18.71	\$14.97	\$112.27	\$340.54	\$486.49
		Febrero	\$21.83	\$17.46	\$130.98	\$397.30	\$567.57
		Marzo	\$31.18	\$24.95	\$187.11	\$567.57	\$810.81
		Abril	\$28.07	\$22.45	\$168.40	\$510.81	\$729.73
		Mayo	\$28.07	\$22.45	\$168.40	\$510.81	\$729.73
		Junio	\$28.07	\$22.45	\$168.40	\$510.81	\$729.73
		Julio	\$28.07	\$22.45	\$168.40	\$510.81	\$729.73
		Agosto	\$31.18	\$24.95	\$187.11	\$567.57	\$810.81
		Septiembre	\$31.18	\$24.95	\$187.11	\$567.57	\$810.81
		Octubre	\$24.95	\$19.96	\$149.69	\$454.05	\$648.65
		Noviembre	\$21.83	\$17.46	\$130.98	\$397.30	\$567.57
		Diciembre	\$18.71	\$14.97	\$112.27	\$340.54	\$486.49
	TH006	Enero	\$18.71	\$14.97	\$112.27	\$340.54	\$486.49
		Febrero	\$21.83	\$17.46	\$130.98	\$397.30	\$567.57
		Marzo	\$31.18	\$24.95	\$187.11	\$567.57	\$810.81
		Abril	\$28.07	\$22.45	\$168.40	\$510.81	\$729.73

		Mayo	\$28.07	\$22.45	\$168.40	\$510.81	\$729.73
		Junio	\$28.07	\$22.45	\$168.40	\$510.81	\$729.73
		Julio	\$28.07	\$22.45	\$168.40	\$510.81	\$729.73
		Agosto	\$31.18	\$24.95	\$187.11	\$567.57	\$810.81
		Septiembre	\$31.18	\$24.95	\$187.11	\$567.57	\$810.81
		Octubre	\$24.95	\$19.96	\$149.69	\$454.05	\$648.65
		Noviembre	\$21.83	\$17.46	\$130.98	\$397.30	\$567.57
		Diciembre	\$18.71	\$14.97	\$112.27	\$340.54	\$486.49
	TH007	Enero	\$19.28	\$15.42	\$115.67	\$350.86	\$501.23
		Febrero	\$22.49	\$17.99	\$134.95	\$409.34	\$584.77
		Marzo	\$32.13	\$25.70	\$192.78	\$584.77	\$835.38
		Abril	\$28.92	\$23.13	\$173.50	\$526.29	\$751.84
		Mayo	\$28.92	\$23.13	\$173.50	\$526.29	\$751.84
		Junio	\$28.92	\$23.13	\$173.50	\$526.29	\$751.84
		Julio	\$28.92	\$23.13	\$173.50	\$526.29	\$751.84
		Agosto	\$32.13	\$25.70	\$192.78	\$584.77	\$835.38
		Septiembre	\$32.13	\$25.70	\$192.78	\$584.77	\$835.38
		Octubre	\$25.70	\$20.56	\$154.22	\$467.81	\$668.30
		Noviembre	\$22.49	\$17.99	\$134.95	\$409.34	\$584.77
		Diciembre	\$19.28	\$15.42	\$115.67	\$350.86	\$501.23

Evolución mensual de costos por equipo (USD) - 2024



RESUMEN ANUAL POR EQUIPO						
Equipo	Materiales	Mano de Obra	Repuestos	Mantenimiento Operativo	Costo total	Costo_Mensual_Promedio
TH005	\$ 4,617.03	\$ 7,756.32	\$ 30,028.68	\$ 91,383.27	\$ 133,785.30	\$ 11,148.78
TH006	\$ 4,617.03	\$ 7,756.32	\$ 30,028.68	\$ 91,383.27	\$ 133,785.30	\$ 11,148.78
TH007	\$ 4,756.94	\$ 7,991.36	\$ 30,938.64	\$ 94,152.46	\$ 137,839.40	\$ 11,486.62
FLOTA_TOTALES	\$ 13,991.00	\$ 23,504.00	\$ 90,996.00	\$ 276,919.00	\$ 405,410.00	\$ 33,784.17



Anexo 7. Panel Fotográfico. Inspección estructura de transmisión y neumático



Anexo 8. Fuga de aceite hidráulico



Anexo 9. Charla de seguridad al personal operativo y de mantenimiento



Anexo 10. Inspección del brazo móvil y lifter



Anexo 11. Inspección de cabina, chasis y tablero



Anexo 12. Flota carguío y acarreo Minera Las Bambas



Anexo 13. Anexo fotográfico de la unidad TH005



Section 3 - Operation

SECTION 3 - OPERATION

3.1 PLATFORM OPERATION

- JLG recommends the user comply with local, provincial and federal regulations as they pertain to telehandler mounted personnel work platforms.
- Capacities and range limits for the telehandler change depending on the platform in use.
- Separate attachment instructions must be kept in manual holder in cab with this Operation & Safety Manual. An additional copy must be kept with the attachment if it is equipped with a manual holder.
- For fork mounted platforms utilized on machines built to the B56.6-2011 Standard or older, the combined weight of the platform, load and personnel shall not exceed one-third of the capacity at the related load center position as indicated on the capacity chart for the attachment on which the personnel work platform is being used.

For fork mounted platforms utilized on machines built to the B56.6-2016 Standard, use the Fork Mounted Platform Attachment capacity chart.

Lifting/Lowering Personnel

- Secure work area.
- Without personnel in the platform, perform a simulated lift with designated signal person on ground as spotter to assure adequate telehandler range and attachment clearances.
- With the park brake applied, lift/lower personnel only at their request and in accordance with the requirements set forth in Section 1 - General Safety Practices and Section 4 - Types of Personnel Work Platforms. The operator shall always sound horn to alert personnel prior to lifting/lowering the platform and operate the joystick slowly, cautiously and smoothly. Avoid rapid, jerky operation of controls.

Section 4 - Types of Personnel Work Platforms

SECTION 4 - TYPES OF PERSONNEL WORK PLATFORMS

4.1 APPROVED PERSONNEL WORK PLATFORMS

Fork Mounted Personnel Work Platform

Fork mounted personnel work platforms must comply with the design requirements of platforms for elevating personnel as outlined in the ITSDF B56.6 Safety Standard for Rough Terrain Forklift Trucks. Refer to machine SN plate to identify applicable revision.

Note: *Compliance to OSHA regulations does not necessarily indicate compliance to ITSDF B56.6.*

If the platform does not meet the design requirements of the applicable B56.6 Standard, do not use the platform.

Contact JLG Product Safety Department at 1-877-554-7233 for additional information.

4.2 UNAPPROVED PERSONNEL WORK PLATFORMS

Do not attach any type of personnel work platform that is not manufactured by JLG to the Quick Coupler.

Do not use fork mounted personnel work platforms that do not meet the design requirements. See *"Fork Mounted Personnel Work Platform"* on page 4-1.

Do not use unapproved platforms for the following reasons:

- Range and capacity limitations for "will fit," homemade, altered, or other non-approved platforms cannot be established.
 - An overextended or overloaded telehandler can tip over with little or no warning and cause serious injury or death to the operator and/or those working nearby.
 - The ability of a non-approved platform to perform its intended function safely cannot be assured.
-

Section 6 - Specifications

SECTION 6 - SPECIFICATIONS

**6.1 PRODUCT SPECIFICATIONS - JLG SUPPLIED
PERSONNEL WORK PLATFORM**

For telehandler specifications refer to the Operation & Maintenance Manual supplied with telehandler.

Performance

Fork Mounted

Maximum Platform Capacity.....	1000 lb (454 kg)
Required Fork Length.....	48 in (1219 mm)

Dimensions of Platform

Fork Mounted

Platform Overall Height.....	49 in (1255 mm)
Platform Overall Width.....	53.75 in (1365 mm)
Platform Overall Depth.....	101 in (2565 mm)

Anexo 15. Proyección de filtros

PROYECCIÓN SEMANAL DE FILTROS											
SE		FEC		QUI PO	IPO MANT TO.	ORO METR O	O	ALES ORDE R	C OD SAP	ANTI DAD	DESCR IPCION
MANA	HA	STIM	ROG.								
STIM ADA	ROG .	STIM ADA	ROG.								
024 W33	024 W33	3/08/ 2024	6/08/ 2024	H00 7	M2- 1500		5003 4752 9	00052 1657	A: 1R1804		FILTRO DE COMBUSTIBLE
024 W33	024 W33	3/08/ 2024	6/08/ 2024	H00 7	M2- 1500		5003 4752 9	00052 1657	A: 7W2326		FILTRO DE ACEITE MOTOR
024 W33	024 W33	3/08/ 2024	6/08/ 2024	H00 7	M2- 1500		5003 4752 9	00052 1657	A:44151 11		FILTRO SEPARADOR DE AGUA
024 W33	024 W33	3/08/ 2024	6/08/ 2024	H00 7	M2- 1500		5003 4752 9	00052 1657	A:11063 26		FILTRO AIRE PRIMARIO

024 W33	024 W33	3/08/ 2024	6/08/ 2024	H00 7	M2- 1500		5003 4752 9	00052 1657	A A:11063 31		FILTRO AIRE SECUNDARIO
024 W33	024 W33	3/08/ 2024	6/08/ 2024	H00 7	M2- 1500		5003 4752 9	00052 1657	A A:47170 03		FILTRO ELEMENTO DE ACEITE DE TRANSMISION
024 W33	024 W33	3/08/ 2024	6/08/ 2024	H00 7	M2- 1500		5003 4752 9	00052 1657	A A:60521 93		WIPER
024 W33	024 W33	3/08/ 2024	6/08/ 2024	H00 7	M2- 1500		5003 4752 9	00052 1657	A A:16973 73		BOTTL E A.
024 W33	024 W33	3/08/ 2024	6/08/ 2024	H00 7	M2- 1500		5003 4752 9	00052 1657	Y 6:ETISM A		ETIQU ETA LUBRICANT
024 W38	024 W38	2/09/ 2024	2/09/ 2024	H00 7	RE PM	704	5003 6358 3	00054 1655	A A:11063 26		FILTRO DE AIRE PRIMARIO
024 W41	024 W41	3/10/ 2024	3/10/ 2024	H00 7	NGRA SE	778	5003	00054 8385	Y 7:1810	balde	DESEN GRASANTE ULTRA 40

							6538 4				
024 W41	024 W41	3/10/ 2024	3/10/ 2024	H00 7	NGRA SE	778	5003 6538 4	00054 8385	Y 7:103303 15	balde	GRASA LIEBHER
024 W41	024 W41	3/10/ 2024	3/10/ 2024	H00 7	NGRA SE	778			S UMINIST RO	4 Kg	TRAPO INDUSTRIAL
024 W41	024 W41	3/10/ 2024	3/10/ 2024	H00 7	NGRA SE	778			S UMINIST RO	1Und	RODIL LOS PEQUEÑOS DE PINTAR PARED
024 W44		8/10/ 2024		H00 7	M1- 1750	778	5003 7366 8	00055 3264	A A: 1R1804		FILTRO DE COMBUSTIBLE
024 W44		8/10/ 2024		H00 7	M1- 1750	778	5003 7366 8	00055 3264	A A: 7W2326		FILTRO DE ACEITE MOTOR
024 W44		8/10/ 2024		H00 7	M1- 1750	778	5003 7366 8	00055 3264	A A:44151 11		FILTRO SEPARADOR DE AGUA

024 W44		8/10/ 2024		H00 7	M1- 1750	778	5003 7366 8	00055 3264	A A:11063 26		FILTRO AIRE PRIMARIO
024 W44		8/10/ 2024		H00 7	M1- 1750	778	5003 7366 8	00055 3264	A A:11063 31		FILTRO AIRE SECUNDARIO
024 W44		8/10/ 2024		H00 7	M1- 1750	778	5003 7366 8	00055 3264	A A:60521 93		WIPER
024 W44		8/10/ 2024		H00 7	M1- 1750	778	5003 7366 8	00055 3264	A A:16973 73		BOTTL E A.
024 W44		8/10/ 2024		H00 7	M1- 1750	778	5003 7366 8	00055 3264	Y 6:ETISM A		ETIQU ETA LUBRICANT
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A A:11063 26		FILTRO AIRE PRIMARIO
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 5159	00058 31	A A:11063 31		FILTRO AIRE SECUNDARIO

							0123 7				
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A A:46565 02		FILTRO HIDRAULICO
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A A:16973 73		BOTTL E A.
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	Y 6:ETISM A		ETIQU ETA LUBRICANT
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A A: 1R1804		FILTRO DE COMBUSTIBLE
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A A: 7W2326		FILTRO DE ACEITE MOTOR
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A A:44151 11		FILTRO SEPARADOR DE AGUA

025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A: A:47170 03		FILTRO ELEMENTO DE ACEITE DE TRANSMISION
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A: A:19700 17 EX:62231 49		ADITIV O PARA DIFERENCIAL
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A: A: 9R9925		FILTRO RESPIRADOR DE TANQUE HIDRÁULICO
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A: A:35899 22		FILTRO DE A/C
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A: A:22564 51		EMPA QUE DE TAPA DE BALANCINES
025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A: A:27734 19		FAJA

025 W05		0/01/ 2025		H00 7	M4- 2000	0077	5004 0123 7	00058 5159	A: A:60521 93		WIPER
025 W13	025 W13	1/03/ 2025	7/03/ 2025	H00 7	M1- 300	0479	5004 2943 5	00061 7521	A: 1R1804		FILTRO DE COMBUSTIBLE
025 W13	025 W13	1/03/ 2025	7/03/ 2025	H00 7	M1- 300	0479	5004 2943 5	00061 7521	A: 7W2326		FILTRO DE ACEITE MOTOR
025 W13	025 W13	1/03/ 2025	7/03/ 2025	H00 7	M1- 300	0479	5004 2943 5	00061 7521	A: 11		FILTRO SEPARADOR DE AGUA
025 W13	025 W13	1/03/ 2025	7/03/ 2025	H00 7	M1- 300	0479	5004 2943 5	00061 7521	A: 26		FILTRO AIRE PRIMARIO
025 W13	025 W13	1/03/ 2025	7/03/ 2025	H00 7	M1- 300	0479	5004 2943 5	00061 7521	A: 31		FILTRO AIRE SECUNDARIO
025 W13	025 W13	1/03/ 2025	7/03/ 2025	H00 7	M1- 300	0479	5004 7521	00061 93	A: A:60521		WIPER

							2943 5				
025 W13	025 W13	1/03/ 2025	7/03/ 2025	H00 7	M1- 300	0479	5004 2943 5	00061 7521	A A:16973 73		BOTTL E A.
025 W13	025 W13	1/03/ 2025	7/03/ 2025	H00 7	M1- 300	0479	5004 2943 5	00061 7521	Y 6:ETISM A		ETIQU ETA LUBRICANT

Anexo 16. Descripción de los equipos pertenecientes a la flota auxiliar

ITEM	EQUIPO	DESCRIPCION	FLOTA	MARCA	MODELO	SERIE EQ
98	TH003	TELEHANDLER JLG G12 55A	Telehandler	JLG	G12 55A	160046893
99	TH004	PLATAFORMA ARTICULADA DIESEL 2	Telehandler	Genie	Z80	Z8015-5574
100	TH005	TELEHANDLER	Telehandler	CATERPILLAR	TH514C	KKW00250
101	TH006	TELEHANDLER	Telehandler	CATERPILLAR	TH514C	KKW00252
102	TH007	TELEHANDLER	Telehandler	CATERPILLAR	TH514C	KKW00253
103	TH008	TELEHANDLER CAT	Telehandler	Caterpillar	TL943C	SXH00278
104	TH009	TELEHANDLER CAT	Telehandler	Caterpillar	TL943C	SXH00289
105	TH010	TELEHANDLER JLG 1200SJP	Telehandler	JLG	1200SJP	300142817
106	TH011	TELEHANDLER JLG 800S	Telehandler	JLG	800S	300142816

Anexo 17. Cartilla de filtros

EQUIPO:	TELEHANDLER
MARCA:	CAT
MODELO:	TL642
SERIE:	T7300150-UP



REPUESTOS				FRECUENCIA				
ITM	DESCRIPCION	Nº PARTE	QTY (UND)	PM1 INICIAL	PM1	PM2	PM3	PM4
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE	360-8960	2	X	X	X	X	X
2	FILTRO DE COMBUSTIBLE SEP. AGUA	439-5037	1	X	X	X	X	X
3	FILTRO DE ACEITE MOTOR	7W-2326	1	X	X	X	X	X
4	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	472-1149	1	X	X	X	X	X
5	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	472-1148	1			X	X	X
6	FILTRO DE TRANSMISION	471-7003	1			X	X	X
7	FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO	481-6649	1				X	X
8	RESPIRADERO DE TANQUE HIDRAULICO	473-9271	1				X	X
9	EMPAQUE TAPA DE BALANCINES	474-0599	1				X	X
10	FAJA	285-2040	1					X

ACEBTES				FRECUENCIA				
ITM	DESCRIPCION	Nº PARTE	QTY (GAL)	PM1 INICIAL	PM1	PM2	PM3	PM4
1	ACEITE COMPARTIMIENTO MOTOR	3E-9902	2.5	X	X	X	X	X
2	ACEITE DE TRANSMISION Y CAJA DE TRANSFERENCIA	8T-9572	5.5			X	X	X
3	ACEITE DIFERENCIALES	8T-9582	4	X			X	X
4	ACEITE DE MANDOS FINALES	8T-9582	2.5	X			X	X
5	ADITIVO PARA EJES DIFERENCIALES	197-0017	1				X	X
6	ACEITE HIDRAULICO	309-6931	42					X

TELEHANDLER TL943C (TH008-TH009)													
DESCRIPCION DE REPUESTOS	CANT	UNI.	N/P FINAL	N/P ORIGINAL	REEMPLAZO	ALTERNATIVO	PM1	PM2	PM3	PM4	SAP	STATUS SAP	COMENTARIOS
FILTRO ACEITE MOTOR	1	UND	7W-2326	7W-2326	BT8417		X	X	X	X	10019111	V1	FESA / 80000440
FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	UND	299-8229	299-8229		1R-1804	X	X	X	X	10283710	V1	
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	1	UND	222-9020	222-9020			X	X	X	X	10074559	PD	
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	1	UND	222-9021					X	X	X	10089969	PD	
FILTRO SEPARADOR PRIMARIO	1	UND	308-7298	308-7298				X	X	X	10023927	V1	
FILTRO SEPARADOR SECUNDARIO	1	UND	343-7104				X	X	X	X	10312583	PD	
FILTRO DE TRANSMISION	1	UND	471-7003	119-4740	80000756			X	X	X	10299933	V1	80000756
FILTRO DE AC	1	UND	349-6875							X	10312600	PD	
ADITIVO PARA DIFERENCIAL	1	UND	197-0017							X	80018930		
TOWELS(Paños)	3	UND	267-6532	267-6532			X	X	X	X	80003055		