



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“INFLUENCIA DE LOS PERIODOS DE PARADA NO PROGRAMADOS EN EL USO DE LA DISPONIBILIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO EN UNA EMPRESA MINERA DEL SUR DEL PERÚ 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Ermes Alberto Chavez Mendo

Asesor:

Ing. Roberto Severino Gonzáles Yana

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico de manera muy especial a mi esposa e hijas: Camila y Luciana, quienes me han brindado su apoyo constante e incondicional, comprensión y su amor, fomentado en mí el deseo de superación para el cumplimiento de mis metas profesionales.

Ermes Chávez

AGRADECIMIENTO

A Dios por la fortaleza y sabiduría que me brinda. A todas y cada una de las personas que estuvieron apoyándome en el desarrollo de esta investigación, a los ingenieros de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte por su apoyo incondicional, a mi asesor el Ing. Roberto Gonzales Yana, así como también a los ingenieros de la empresa en la cual laboro por haberme permitido acceder a la información necesaria para desarrollar de manera eficiente esta investigación.

Ermes Chávez

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Objetivos	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Hipótesis.....	15
1.4.1. Hipótesis general.....	15
1.4.2. Hipótesis específicas	16
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	17
CAPÍTULO III. RESULTADOS	26
3.1. Resultados del análisis del uso de la disponibilidad calculada en relación a la disponibilidad mecánica de las 3 Palas CAT 6060 Fs	26
3.2. Causas de los periodos de parada no programados que afectan la disponibilidad de las 3 Palas CAT 6060 Fs	40
3.2.1. Pala CAT 6060 Fs - 10.....	40
3.2.2. Pala CAT 6060 Fs - 11.....	50
3.2.3. Pala CAT 6060 Fs - 12.....	60
3.3. Resultados del análisis comparativo entre la productividad de las 3 Palas CAT 6060 Fs	71

3.3.1.	Productividad de la Pala CAT 6060 Fs - 10.....	71
3.3.2.	Productividad de la Pala CAT 6060 Fs - 11.....	71
3.3.3.	Productividad de la Pala CAT 6060 Fs - 12.....	72
3.4.	Resultados del análisis comparativo entre el uso de la disponibilidad y productividad de las Palas CAT 6060 Fs	74
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		77
REFERENCIAS		80
ANEXOS		82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Uso de la disponibilidad y disponibilidad mecánica - noviembre 2019	26
Tabla 2: Uso de la disponibilidad y disponibilidad mecánica - diciembre 2019.....	29
Tabla 3: Uso de la disponibilidad y disponibilidad mecánica - enero 2020.....	32
Tabla 4: Uso de la disponibilidad y disponibilidad mecánica - febrero 2020	35
Tabla 5: Uso de la disponibilidad y disponibilidad mecánica - marzo 2020.....	38
Tabla 6: Pala 10 Demoras/ noviembre	40
Tabla 7: Pala 10 Malogrado/ noviembre	41
Tabla 8: Pala 10 Stand by/ noviembre.....	41
Tabla 9: Pala 10 Demora/ diciembre	42
Tabla 10: Pala 10 Malogrado/ diciembre	43
Tabla 11: Pala 10 Stand/ diciembre.....	43
Tabla 12: Pala 10 Demoras/ enero.....	44
Tabla 13: Pala 10 Malogrado/ enero.....	45
Tabla 14: Pala 10 Stand by/ enero	45
Tabla 15: Pala 10 Demoras/ febrero	46
Tabla 16: Pala 10 Malogrado/ febrero	47
Tabla 17: Pala 10 Stand by/ febrero	47
Tabla 18: Pala 10 Demoras/ marzo.....	48
Tabla 19: Pala 10 Malogrado/ marzo	49
Tabla 20: Pala 10 Stand by/ marzo.....	49
Tabla 21: Pala 11 Demora/ noviembre	50
Tabla 22: Pala 11 Malogrado/ noviembre	51
Tabla 23: Pala 11 Stand by/ noviembre.....	51
Tabla 24: Pala 11 Demoras/ diciembre.....	52
Tabla 25: Pala 11 Malogrado/ diciembre	53
Tabla 26: Pala 11 Stand by/ diciembre.....	53
Tabla 27: Pala 11 Demoras/ enero.....	54
Tabla 28: Pala 11 Malogrado/ enero.....	55
Tabla 29: Pala 11 Stand by / enero	55
Tabla 30: Pala 11 Demoras/ febrero	56
Tabla 31: Pala 11 Malogrado/ febrero.....	57

Tabla 32: Pala 11 Stand by/ febrero	57
Tabla 33: Pala 11 Demoras / marzo.....	58
Tabla 34: Pala 11 Malograda/ marzo.....	59
Tabla 35: Pala 11 Stand by/ marzo	59
Tabla 36: Pala 12 Demoras / noviembre	60
Tabla 37: Pala 12 Malogrado/ noviembre	61
Tabla 38: Pala 12 Stand by/ noviembre.....	61
Tabla 39: Pala 12 Demoras/ diciembre.....	62
Tabla 40: Pala 12 Malogrado/ diciembre	63
Tabla 41: Pala 12 Stand by/ diciembre.....	63
Tabla 42: Pala 12 Demoras/ enero.....	64
Tabla 43: Pala 12 Malogrado/ enero.....	65
Tabla 44: Pala 12 Stand by/ enero	65
Tabla 45: Pala 12 Demoras/ febrero	66
Tabla 46: Pala 12 Malogrado/ febrero	67
Tabla 47: Pala 12 Stand by/ febrero	67
Tabla 48: Pala 12 Demoras/ marzo.....	68
Tabla 49: Pala 12 Malograda/ marzo.....	69
Tabla 50: Pala 12 Stand by/ marzo.....	69
Tabla 51: Total Producción Mensual Pala 10.....	71
Tabla 52: Total Producción Mensual Pala 11.....	72
Tabla 53: Total Producción Mensual Pala SH-12	72
Tabla 54: Uso de la Disponibilidad total (%).....	74
Tabla 55: Productividad total mensual de las Palas CAT 6060 Fs.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Formato de recolección de datos – Uso de Disponibilidad y Disponibilidad Mecánica.....	19
Ilustración 2: Formato de recolección de datos - Período Demoras.....	20
Ilustración 3: Formato de recolección de datos - Período Malogrado.....	20
Ilustración 4: Formato de recolección de datos - Período Stand by.....	21
Ilustración 5: Formato de recolección de datos - Producción.....	21
Ilustración 6: Definiciones y términos generales para el cálculo del uso de la disponibilidad.....	22
Ilustración 7: Toma de datos - Sistema Dispatch.....	25
Ilustración 8: D. Mecánica Vs D. Real de las Palas hidráulicas - Noviembre.....	28
Ilustración 9: D. Mecánica Vs D. Real de las Palas hidráulica – Diciembre.....	31
Ilustración 10: D. Mecánica Vs D. Real de las Palas hidráulica – Enero.....	34
Ilustración 11: D. Mecánica Vs D. Real de las Palas hidráulica - Febrero.....	37
Ilustración 12: D. Mecánica Vs D. Real de las Palas hidráulica – Marzo.....	39
Ilustración 13: Total de horas de los periodos de paradas no programadas de las Palas CAT 6060 Fs.....	70
Ilustración 14: Análisis comparativo de la producción mensual de Palas CAT 6060 Fs....	73
Ilustración 15: Gráfico comparativo entre la disponibilidad de uso de las Palas CAT 6060 Fs.....	74
Ilustración 16: Gráfico comparativo de la producción mensual de Palas.....	75

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Disponibilidad (%)	23
Ecuación 2: Uso de la Disponibilidad (%)	23
Ecuación 3: Utilización (%)	24
Ecuación 4: Eficiencia operativa (%)	24
Ecuación 5: Uso efectivo de la disponibilidad (%)	24
Ecuación 6: Utilización efectiva (%).....	24

RESUMEN

El trabajo de investigación que se presenta, se desarrolló con la finalidad de identificar el grado de influencia que tienen los periodos de parada no programados (tiempos muertos) en relación entre el uso de la disponibilidad y productividad de los equipos de carguío y acarreo.

Se identificó que la disponibilidad mecánica de la Pala CAT 6060 Fs - 10 presentó una diferencia del 53.8% en total con el porcentaje de uso de disponibilidad durante los 5 meses de monitoreo, es el equipo que presentó el menor porcentaje de uso de la disponibilidad, lo cual se debe a distintos factores que generan periodos de parada no programados.

Del mismo modo se logró identificar los periodos de tiempo de paradas no programadas que es uno de los factores que afectan el uso de la disponibilidad de los equipos de carguío, esto nos permitió obtener como resultado el tiempo total de demoras, siendo la pala CAT 6060 Fs - 12 (959 horas) como el equipo con mayor periodo de horas de paradas no programadas y a la pala CAT 6060 Fs - 10 (862 horas) como el equipo con menor periodo de tiempo.

Finalmente se concluyó del análisis comparativo entre el uso de la disponibilidad y la productividad de las 3 Palas, que la pala CAT 6060 Fs -10 presentó la mayor productividad, pero su porcentaje de uso de la disponibilidad fue el menor. Lo cual nos permite concluir que la productividad de los equipos está relacionada directamente con los periodos de parada no programados y no con la disponibilidad mecánica.

Palabras clave: Uso de la Disponibilidad, paradas no programadas, Stand by, demoras, productividad.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El presente trabajo de investigación se desarrolló debido a que se evidenció en campo demoras y distintos factores que generaban retrasos en el ciclo de carguío y acarreo, principalmente por medio de los datos del software Dispatch se comprobó un aumento en los periodos de paradas no programadas y el porcentaje del uso de la disponibilidad en los equipos disminuyó, lo cual afectaba directamente a la productividad. Por ello este estudio tiene por finalidad identificar el grado de influencia que tienen los periodos de parada no programados (tiempos muertos) en relación al uso de la disponibilidad y productividad de los equipos de carguío y acarreo, específicamente en este caso se tomara en cuenta los datos de 3 palas hidráulicas desde el mes de noviembre 2019 hasta el 15 de marzo del 2020, considerando la productividad de dos zonas de descarga: “Chancadora y Botadero”. Al analizar los datos proporcionados por Dispatch y el área de mantenimiento, se identificó una baja significativa del uso de la disponibilidad en comparación con la disponibilidad mecánica de los equipos, al igual que el incremento en los periodos de demora y Stand bye lo cual afecta directamente a la productividad en el proceso de carguío y acarreo.

Según Barrientos (2014) en su tesis denominada: “Análisis de factores operacionales en detenciones y productividad de sistema de carguío y transporte en minería a cielo abierto”, en cuyo trabajo se tiene como objetivo principal encontrar los cambios operacionales que tengan mejores resultados sobre las paradas programadas de cambio de turno y colación, y cómo estas afectan en la productividad diaria del sistema de carguío y transporte. La metodología del estudio corresponde a una recolección de los datos disponibles siguiendo restricciones físicas, luego un análisis exploratorio

descriptivo y analítico modelando la relación entre las paradas en estudio y la productividad diaria. Los resultados indicaron que se observa que los días de mayor productividad son aquellos que poseen la menor duración de las paradas en estudio. Con los resultados obtenidos se logró encontrar una relación que aumenta la productividad y en consecuencia agregar valor a un sistema ya en funcionamiento, cumpliendo así el principal objetivo del estudio.

Apaza (2017), en su estudio de “Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chalarina en Minera Shahuindo S.A.C.” buscó alternativas para una mejor producción. La metodología se realizó mediante el estudio con datos de la operación actual, con técnicas y herramientas estadísticas que le permitieron conocer la utilización y disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo. Lo cual lo ayudó a concluir con un logro en la disminución de horas improductivas en las operaciones unitarias de carguío y acarreo.

Según Saldaña (2013) en su trabajo de investigación “Productividad en el ciclo de carguío y acarreo en el tajo Chaquicocha bajo clima severo – Minera Yanacocha” en la que el problema principal que se intentó resolver es cómo mantener el factor de medición de eficacia y eficiencia, llamada productividad. En la metodología usada se realizó el análisis de la influencia de los factores en las condiciones del frente y el ancho del mismo en el factor productividad operativa de las excavadoras. Esto permitió obtener como resultado los riesgos de operaciones dados por los climas severos en el Tajo Chaquicocha: vías resbaladizas, empozamientos de agua, vías con anchos operativos subestándar y tormentas eléctricas, además los factores que inciden en la

conservación de la productividad, tales como velocidades en vacío, velocidades en cargado, pisos de palas inadecuados, paradas de seguridad, frentes de palas en mal estado, botaderos inadecuados para la descarga, etc.

Rubio (2010), en su tesis “Modelo para Estimar la Productividad de Equipos de Carguío en una Mina a Cielo Abierto” evalúa la influencia de variables de diseño y parámetros operacionales sobre la productividad de un equipo de carguío, en base a datos históricos recopilados de la mina Chuquicamata. Los parámetros operacionales estudiados son: el número de camiones, la ubicación del banco, la utilización efectiva en base disponible, el tamaño de la pala, la disponibilidad del equipo de carguío, el tipo de equipo (pala, excavadora o cargador frontal), la fase origen dónde está operando el equipo de carguío, la distancia media a recorrer por los camiones que transportan el material desde la fase origen, y el tipo de material que cargan (mineral o estéril).

Se realiza un análisis de componentes principales sobre las variables en estudio, con el fin de seleccionar aquellas que más influyen en la productividad del equipo, y generar un modelo de regresión lineal múltiple que predice un tonelaje a extraer diario por tipo de equipo de carguío. Finalmente, los parámetros que mayormente influyen en la productividad de los equipos de carguío son la utilización efectiva en base disponible, el número de camiones con los que opera el equipo, y la disponibilidad del equipo de carguío.

Según Marsilli, Fernández, León, & Estenoz, (2011) en su trabajo titulado “Análisis de Indicadores y Cálculo de la Efectividad de la Extracción y el Transporte de Mineral en la Mina de la Empresa CMDTE. Ernesto Che Guevara” el objetivo principal era identificar indicadores y calcular la efectividad de la extracción y transporte de mineral

mediante el análisis de la base de datos que corresponde a la productividad y disponibilidad de equipos de la empresa. Llegó a la conclusión que se debe mejorar y controlar la organización y logística de las actividades indirectas a la producción para la reducción de tiempos perdidos por estos conceptos. La actividad de extracción y transporte de mineral afectan sus índices productivos mensuales en aproximadamente 45 000 m³, representando 5 días de operaciones al mes. La disponibilidad técnica de extracción se reduce un 8 % y para el transporte un 12 % de la planificada (82 %); requiriéndose mayor cumplimiento de solución. Concretar el incremento de los equipos planificados por Leasing. Incorporar medios auxiliares de transportación de personal y comunicación para agilizar las orientaciones y operaciones.

Identificar los periodos y causas de demoras que perjudican la disponibilidad de los equipos dentro del ciclo de carguío y acarreo actualmente se cuenta con distintas herramientas entre las más usadas tenemos el software Dispatch, en esta investigación nos permitió conocer los datos de demoras y producción.

Mauricio, (2015) En su tesis denominada Mejoramiento continuo en la gestión del ciclo de acarreo de camiones en minería a tajo abierto en Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, Alto Chicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapaccay y Pucamarca, Llegó a la conclusión de que el manejo del sistema despacho-Dispatch es una herramienta en la administración de la flota de mina y es el eje principal y cerebro de la mina y su objetivo es producir al máximo en menor costo además de que presenta herramientas muy potentes para la gestión de la información y trabajan para tratar de eliminar los tiempos de espera de las flotas de carguío y acarreo, estos tiempos constituyen los KPIs primarios del Dispatch.

1.2. Formulación del problema

¿Se logrará identificar la influencia de los periodos de parada no programados en el uso de la disponibilidad y productividad de los equipos de carguío y acarreo en una empresa minera del sur del Perú 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Identificar la influencia de los periodos de paradas no programados en el uso de la disponibilidad y productividad de los equipos de carguío y acarreo en una empresa minera del sur del Perú.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar el uso de la disponibilidad calculada en relación a la disponibilidad mecánica que presentan las 3 Palas CAT 6060 Fs 6060 durante el periodo noviembre 2019 – marzo 2020.
- Identificar las causas de los periodos de parada no programados que afectan el uso de la disponibilidad de las Palas CAT 6060 Fs.
- Realizar un análisis comparativo entre la productividad de las 3 Palas CAT 6060 Fs durante el periodo noviembre 2019 – marzo 2020.
- Realizar un análisis comparativo entre el uso de la disponibilidad y la productividad de las 3 Palas CAT 6060 Fs.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Con los resultados obtenidos se podrá identificar la influencia de los periodos de parada no programados (tiempos muertos) en el uso de la disponibilidad y producción de los equipos de carguío y acarreo, lo cual permitirá ejecutar soluciones que permitan optimizar demoras. ayudando a incrementar el uso de la disponibilidad de los quipos de carguío lo cual a su vez mejoraran la producción de los mismos.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Al realizar el análisis del uso de la disponibilidad calculada según los factores que se consideran en la empresa, en relación a la disponibilidad mecánica que presentan las 3 Palas CAT 6060 Fs durante el periodo noviembre 2019 – marzo 2020, se logrará calcular el porcentaje de variación entre ambas, de la misma forma nos ayudará a identificar cuál de los 3 equipos presenta el uso de la disponibilidad más baja.
- Identificar las causas de los periodos de parada no programados que afectan el uso de la disponibilidad de las Palas CAT 6060 Fs, nos permitirán corregir errores y aplicar propuestas de optimización de los tiempos de demora.
- Con el análisis comparativo entre la productividad de las Palas CAT 6060 Fs durante el periodo de noviembre 2019 – marzo 2020, se identificará el equipo que generó mayo producción mensual y total correspondiente al periodo de toma de datos.
- El análisis comparativo entre el uso de la disponibilidad y productividad de las 3 Palas CAT 6060 Fs, nos permitirán conocer si el bajo porcentaje del uso de la disponibilidad originada por los tiempos muertos, afecta de manera significativa a la productividad de los equipos de carguío y acarreo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El trabajo de investigación realizado es de tipo Aplicado, Experimental con diseño Pre experimental, ya que el objetivo principal es identificar la influencia que tienen los periodos de parada no programadas en el uso de la disponibilidad y productividad de los equipos de carguío y acarreo, en este caso tomando como muestra los datos obtenidos de las 3 Palas CAT 6060 Fs, por lo que no se manipulara ninguna variable.

Vargas (2009), docente de maestría en Orientación de la Universidad de Costa Rica, indica que el tipo de investigación aplicada se centra en el análisis y solución de problemas de varias índoles de la vida real, así como también se nutre de avances científicos y se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos. Indica que el tipo de investigación Aplicada es una forma de conocer las realidades con una prueba científica; requiere obligatoriamente de un marco teórico, sobre el cual se basará para generar una solución al problema específico que se quiera resolver.

Según Palella y Martins, (2012). Señalan que, “El diseño experimental es aquel según el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas. Su objetivo es describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno. Busca predecir el futuro, elaborar pronósticos que una vez confirmados, se convierten en leyes y generalizaciones tendentes a incrementar el cúmulo de conocimientos pedagógicos y el mejoramiento de la acción educativa” (p.86).

García y Quintana (2005). Indican lo siguiente “Los pre-experimentos se llaman así, porque su grado de control es mínimo, al compararse con un diseño experimental real. Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad. El investigador suele limitarse a observar en condiciones naturales el fenómeno analizado sin modificarlo o alterarlo, peculiaridad que permite confiar en la existencia de altos niveles de validez de los resultados obtenidos.”

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población

3 Palas hidráulicas CAT 6060 Fs, 2 Palas eléctricas CAT y 2 Palas eléctricas P&H.

45 Camiones KOMATSU 930 y 10 Camiones CAT 797 F.

7 Zonas de descarga.

Muestra

3 Palas hidráulicas CAT 6060 Fs.

2 Camiones KOMATSU 930 E-4SE.

2 Zonas de descarga: Chancadora y Botadero.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Observación Directa

Se realizó la observación directa en campo, en dónde se pudo evidenciar un notorio aumento de los períodos de tiempo de paradas no programadas, lo cual se veía reflejado en el bajo uso de la disponibilidad correspondiente a los equipos de carguío y acarreo; por ende, afectaba directamente a la producción total estimada.

2.3.2. Análisis Documental

Se investigó antecedentes previos de trabajos de investigación relacionados a los problemas de períodos de paradas no programados que afectan de manera directa al uso de la disponibilidad de equipos y producción en mina, para lo cual se utilizó los buscadores y bibliotecas virtuales.

2.3.3. Recolección de datos

Se tomó los datos de campo mediante el sistema Dispatch para lo cual se elaboró formatos para recopilar los porcentajes del uso de la disponibilidad, disponibilidad mecánica, causas de los periodos de parada no programados y producción:

Fecha	Equipo	Pala SH-10		Pala SH-11		Pala SH-12		Prom. Disp (%)	Prom. D.Uso (%)
		Disp. (%)	D.Uso (%)	Disp. (%)	D.Uso (%)	Disp. (%)	D.Uso (%)		

Ilustración 1: Formato de recolección de datos – Uso de la Disponibilidad y Disponibilidad Mecánica.

Fuente: Elaboración propia.

TIEMPOS MUERTOS PALA / MES				
ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura			
Demora	Espera por Blending			
Demora	Inspección			
Demora	Traslado Largo			
Demora	Vía interrumpida			
Demora	Condiciones inseguras			
Demora	Retorno después de voladura			
Demora	Salida por voladura			
Demora	Parada por topografía			
Demora	Cambio de operador			
Demora	Cambio de turno			
Demora	Traslado corto			
Demora	Espera, reparación de piso - Pala			
Demora	Espera, mantenimiento - Vías			
Demora	Comboy con cisterna			
TOTAL				

Ilustración 2: Formato de recolección de datos - Período Demoras.

Fuente: Elaboración propia.

TIEMPOS MUERTOS PALA / MES				
ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malogrado	Servicio			
Malogrado	PM			
Malogrado	Control de implementos			
Malogrado	Tren de mando			
Malogrado	Clima severo			
Malogrado	Motor diesel			
Malogrado	Lubricación			
Malogrado	Demora externa a mantenimiento			
TOTAL				
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO				

Ilustración 3: Formato de recolección de datos - Período Malogrado.

Fuente: Elaboración propia.

TIEMPOS MUERTOS PALA / MES				
ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Standby	Falta de camión			
Standby	Chancadora inoperativa			
Standby	Parada por seguridad			
Standby	Exceso de equipos por blending			
TOTAL				
TOTAL TIEMPO - STANDBY				

Ilustración 4: Formato de recolección de datos - Período Stand by.

Fuente: Elaboración propia.

PRODUCCIÓN MENSUAL PALA HK-11 / MARZO							
Fecha	Turno	Origen	Destino	Pala	Volquete	Material	Toneladas

Ilustración 5: Formato de recolección de datos - Producción.

2.3.4. Procesamiento de datos

Los datos fueron procesados de manera digital mediante el programa Excel, del mismo modo se elaboraron gráficos comparativos para obtener los resultados planteados en los objetivos.

2.4. Procedimiento

2.4.1. Primera etapa: Gabinete

Durante la primera etapa se realizó la revisión de antecedentes, estudios previos, realizados respecto al tema, en los diferentes ámbitos, tanto local, nacional como internacional, para lo cual se recurrió a los repositorios virtuales de varias universidades.

Así mismo, se reunió la información de los parámetros y fórmulas que se toman en cuenta para el cálculo del uso de la disponibilidad en relación a los periodos de paradas programadas.

Tiempo de calendario						
Tiempo disponible				Pérdida de equipo		Tiempo de calendario excluido
Tiempo de operación		Pérdida de proceso		Pérdida de equipo planificada	Pérdida de equipo no planificada	
Producción hora	No producción Hora	Retraso operacional planificado	Retraso operacional no planificado			
Tiempo calendario	Total, de horas en el periodo de tiempo (el año calendario de 8760 (8784) horas)					
Tiempo de calendario excluido (evento externo importante)	El equipo y la operación se cierran debido a eventos externos importantes, como la falta de mercado, disputas laborales o fuerza mayor. Esto también se aplica si el equipo está temporalmente fuera del sitio o no está en servicio debido a la puesta en servicio.					
Tiempo disponible	El equipo está físicamente disponible para el trabajo. Puede o no estar funcionando.					
Pérdida de equipo	El equipo no está disponible debido a causas de pérdida de equipo planificadas y no planificadas. Principalmente se trata de actividades de mantenimiento y está bajo control y responsabilidad de mantenimiento.					
Pérdida de equipo planificada	El equipo está inactivo para las actividades de pérdida planificada del equipo, principalmente mantenimiento, y se está trabajando activamente.					
Pérdida de equipo no planificada	El equipo está inactivo para el mantenimiento de actividades de pérdida de equipo no planificado y se está trabajando activamente o no se está trabajando debido a eventos no planificados fuera de las actividades de mantenimiento. Por ejemplo, el clima retrasa el acceso al equipo.					
Pérdida de proceso	El equipo no funciona debido a eventos de pérdida de proceso (coordinación) planificados o no planificados.					
Retraso operativo planificado	El equipo está disponible para el trabajo; sin embargo, no está funcionando debido a eventos planificados, como cambio de turno, reabastecimiento de combustible o pausas para el almuerzo.					
Retrasos operativos no planificados	El equipo está disponible pero no se utiliza debido a eventos no planificados como el clima o la falta de material de producción.					
Tiempo de funcionamiento	El equipo está funcionando y el motor en marcha.					
Tiempo de no producción	El equipo realiza actividades que no son de producción. Por ejemplo, el desplazamiento entre ubicaciones.					
Tiempo de producción	El equipo está en funcionamiento y realiza su función prevista.					

Ilustración 6: Definiciones y términos generales para el cálculo del uso de la disponibilidad.

Fuente: Área de Planeamiento.

2.4.2. Segunda etapa: Campo

Se hizo el reconocimiento de los equipos de carguío y acarreo considerados como muestra en este trabajo de investigación y se procedió a la toma de datos respecto a la disponibilidad mecánica, en base a eso se realizó los cálculos del uso de la disponibilidad tomando en cuenta las siguientes fórmulas:

Disponibilidad (A%)

Este es el porcentaje de tiempo calendario menos excluido: tiempo calendario en que el equipo estaba físicamente disponible para trabajar. Medida del tiempo que el equipo está disponible para realizar su función prevista. La disponibilidad mide el impacto que la pérdida de equipo planificada y no planificada tiene en el rendimiento del equipo.

$$\frac{\text{Disponibilidad de tiempo}}{\text{Hora de calendario} - \text{Hora de calendario excluida}} \%$$

Ecuación 1: Disponibilidad (%)

Uso de la disponibilidad (U o A%)

Mide cuánto tiempo disponible se usa para las actividades operativas. Mide la capacidad de los equipos operativos para usar el equipo cuando está disponible.

$$\frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Tiempo disponible}} \%$$

Ecuación 2: Uso de la Disponibilidad (%)

Utilización (U%)

La medida del tiempo que el equipo está en pleno funcionamiento y utilización, aunque sea productivo o no productivo. También conocido como utilización total.

$$\frac{\textit{Tiempo operativo}}{\textit{Hora de calendario} - \textit{Hora de calendario excluida}} \%$$

Ecuación 3: Utilización (%)

La utilización (U%) es: Disponibilidad (A%) x Uso de disponibilidad (U o A%)

Eficiencia operativa (OE)

El porcentaje de tiempo que el equipo realizaba su función prevista cuando estaba en funcionamiento. Mide el impacto que las actividades no productivas tienen en relación con el tiempo de operación.

$$\frac{\textit{Tiempo de producción}}{\textit{Tiempo operativo}} \%$$

Ecuación 4: Eficiencia operativa (%)

Uso efectivo de la disponibilidad (Eff U o A%)

Mide cuánto tiempo disponible se utiliza efectivamente para las actividades de producción.

$$\frac{\textit{Tiempo de producción}}{\textit{Tiempo disponible}} \%$$

Ecuación 5: Uso efectivo de la disponibilidad (%)

Utilización efectiva (Eff U%)

El porcentaje de tiempo calendario que el equipo realizaba su función de producción primaria.

$$\frac{\textit{Tiempo de producción}}{\textit{Hora de calendario} - \textit{Hora de calendario excluida}} \%$$

Ecuación 6: Utilización efectiva (%)

Los datos de los periodos de parada no programados y producción se tomaron del sistema Dispatch, ya que este programa permite monitorear todo el ciclo de carguío y acarreo.



Ilustración 7: Toma de datos - Sistema Dispatch.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.3. Tercera etapa: Gabinete

Se procesaron y tabularon de forma digital los datos obtenidos en campo, con ayuda del programa Excel, así mismo se elaboraron cuadros y gráficos comparativos entre el porcentaje de uso de la disponibilidad y la producción de las 3 palas CAT 6060 Fs para el obtener un mejor análisis de los resultados.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados del análisis del uso de la disponibilidad calculada en relación a la disponibilidad mecánica de las 3 Palas CAT 6060

A continuación, se presenta los resultados del análisis del uso de la disponibilidad calculada en relación a la disponibilidad mecánica de las 3 palas CAT 6060 Fs, durante el periodo de noviembre 2019 – marzo 2020.

Tabla 1:

Uso de la Disponibilidad y Disponibilidad mecánica - noviembre 2019

Fecha	Equipo	Pala 10		Pala 11		Pala 12		Prom. Disp (%)	Prom. Uso D. (%)
		Disp. (%)	Uso D. (%)	Disp. (%)	Uso D. (%)	Disp. (%)	Uso D. (%)		
01-nov	CAT-6060	91.9	91.69	100	91.29	100	92.86	97.31	91.95
02-nov	CAT-6060	92.6	90.92	99.1	82.56	96.7	85.8	96.15	86.43
03-nov	CAT-6060	100	89.88	100	67.45	85.4	82.46	95.14	79.93
04-nov	CAT-6060	95.9	81.87	88.6	66.98	0		92.23	74.43
05-nov	CAT-6060	99.2	79.54	100	76.37	92	100	97.07	85.30
06-nov	CAT-6060	55.5	64.05	100	53.3	100	84.58	85.18	67.31
07-nov	CAT-6060	100	92.1	95.9	57.33	100	90.72	98.63	80.05
08-nov	CAT-6060	73.8	71	100	43.03	100	91.91	91.28	68.65
09-nov	CAT-6060	0		97.5	80.5	99.7	80.53	98.57	80.52
10-nov	CAT-6060	13.4	77.13	97.7	81.73	92.8	87.4	67.98	82.09
11-nov	CAT-6060	92.4	83.79	93.3	57.08	97.2	85.83	94.29	75.57
12-nov	CAT-6060	100	84.71	100	88.5	97	88.14	98.99	87.12

13- nov	CAT- 6060	89.6	82.07	52.2	71.34	92.8	80.74	78.20	78.05
14- nov	CAT- 6060	93	70.98	24.2	88.91	100	87.02	72.39	82.30
15- nov	CAT- 6060	100	81.09	100	88.19	99.3	79.34	99.75	82.87
16- nov	CAT- 6060	90.4	82.48	100	86.94	88.5	81.78	92.96	83.73
17- nov	CAT- 6060	97.1	87.3	100	89.91	100	62.27	99.04	79.83
18- nov	CAT- 6060	100	80.56	95.3	92.52	100	30.26	98.43	67.78
19- nov	CAT- 6060	90.1	85.99	100	83.91	100	44.1	96.68	71.33
20- nov	CAT- 6060	91.6	89.82	100	90.83	100	68.82	97.19	83.16
21- nov	CAT- 6060	98.3	80.68	100	84.87	100	87.55	99.44	84.37
22- nov	CAT- 6060	100	86.01	97.4	89.28	100	53.63	99.12	76.31
23- nov	CAT- 6060	82.4	93.56	73.8	93.26	99.4	80.11	85.19	88.98
24- nov	CAT- 6060	90.8	84.35	75.1	69.42	94.4	44.71	86.77	66.16
25- nov	CAT- 6060	18.7	52.66	100	67.04	98.1	86.57	72.25	68.76
26- nov	CAT- 6060	0		100	78.95	98.3	86.87	99.14	82.91
27- nov	CAT- 6060	8.48	49.03	100	93.94	95	88.28	67.83	77.08
28- nov	CAT- 6060	58.7	79.8	100	91.52	100	83.72	86.24	85.01
29- nov	CAT- 6060	63.4	87.81	90	93.78	80.8	87.62	78.06	89.74
30- nov	CAT- 6060	94.9	91.11	97.5	89.06	7.95	82.94	66.80	87.70
PROMEDIO		81.51	81.14	92.59	79.66	93.63	78.85		

Fuente: Datos de campo.

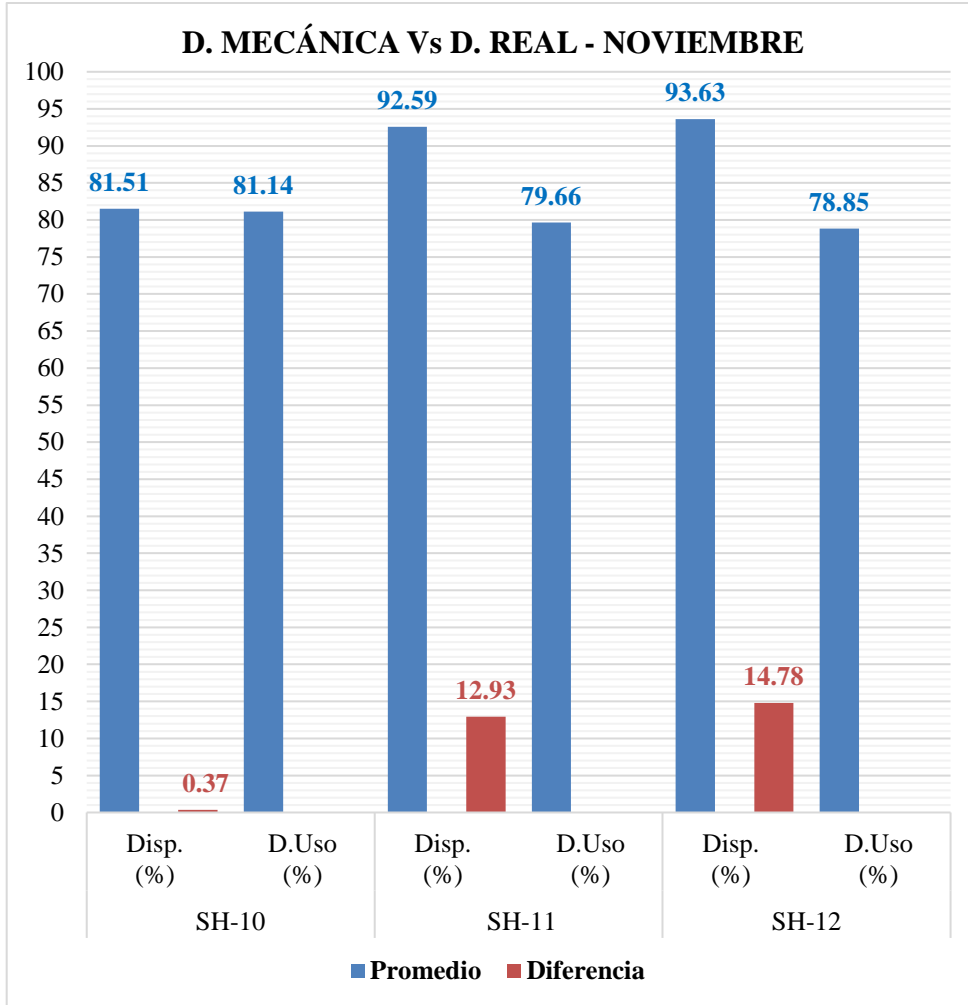


Ilustración 8: D. Mecánica Vs D. Real de las Palas hidráulicas - Noviembre.

Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 8, se evidencia los resultados de la comparación entre la disponibilidad mecánica y la de uso de las 3 palas CAT 6060 Fs, en la cual se observa que la pala 12 es la que menor uso de disponibilidad presentó en el mes de noviembre.

Tabla 2:

Uso de la Disponibilidad y Disponibilidad mecánica - diciembre 2019

Fecha	Equipo	Pala 10		Pala 11		Pala 12		Prom. Disp (%)	Prom. Uso D. (%)
		Disp. (%)	Uso D. (%)	Disp. (%)	Uso D. (%)	Disp. (%)	Uso D. (%)		
01-dic	CAT-6060	93.78	86.66	94.9	90.17	85.47	93.31	91.39	90.05
02-dic	CAT-6060	92.76	76.24	97.1	88.62	95.94	82.92	95.26	82.59
03-dic	CAT-6060	97.57	66.18	100	86.9	99.19	79.97	98.92	77.68
04-dic	CAT-6060	100	50.33	100	87.39	99.78	90.37	99.93	76.03
05-dic	CAT-6060	100	52.03	96.3	82.08	97.52	77.01	97.93	70.37
06-dic	CAT-6060	97.07	56.25	90.7	66	95.83	80.05	94.55	67.43
07-dic	CAT-6060	99.64	52.85	100	86.83	98.07	85.45	99.24	75.04
08-dic	CAT-6060	100	52.81	99.6	80.71	97.49	86.53	99.01	73.35
09-dic	CAT-6060	88.56	77.98	100	93	90.06	85.09	92.87	85.36
10-dic	CAT-6060	100	55.29	91.4	83.91	92.91	82.91	94.75	74.04
11-dic	CAT-6060	98.07	83.36	100	79.39	99.36	87.24	99.14	83.33
12-dic	CAT-6060	96.52	83.18	100	79.41	98.84	90.98	98.45	84.52
13-dic	CAT-6060	99.61	69.85	34.8	85.02	78.05	81.84	70.82	78.90
14-dic	CAT-6060	98.33	71	0	0	66.11	70.06	82.22	70.53
15-dic	CAT-6060	96.85	78.05	77.4	65.75	89.03	57.65	87.76	67.15
16-dic	CAT-6060	37.9	69.36	100	67.64	79.3	38.75	72.40	58.58
17-dic	CAT-6060	85.84	8.22	100	87.74	67.73	68.99	84.52	54.98
18-dic	CAT-6060	100	90.63	99.2	83.94	99.57	79.91	99.60	84.83

19-dic	CAT- 6060	92.48	80.58	100	86.48	96.74	73.52	96.41	80.19
20-dic	CAT- 6060	100	75.06	100	82.72	94.95	83.61	98.32	80.46
21-dic	CAT- 6060	100	81.68	91.8	81.59	63.95		85.26	81.64
22-dic	CAT- 6060	100	78.19	92.8	82.79	68.91	52.25	87.25	71.08
23-dic	CAT- 6060	100	62.77	95.8	51.19	96.39	87.76	97.41	67.24
24-dic	CAT- 6060	95.38	55.82	100	60.31	98.46	80.11	97.95	65.41
25-dic	CAT- 6060	100	82	100	0	100	83.28	100.0	82.64
26-dic	CAT- 6060	100	80.59	66.1	49.13	88.71	77.72	84.94	69.15
27-dic	CAT- 6060	97.43	80.42	92.4	84.58	96.6	85.27	95.47	83.42
28-dic	CAT- 6060	78.37	85.03	100	90.29	90.2	81.55	89.52	85.62
29-dic	CAT- 6060	100	82.48	100	79.13	94.07	72.35	98.02	77.99
30-dic	CAT- 6060	100	90	100	89.45	100	85.08	100.0	88.18
31-dic	CAT- 6060	94.17	81.84	100	84.73	98.06	89.89	97.41	85.49
PROMEDIO		94.85	70.86	94.01	79.89	90.88	79.05		

Fuente: Datos de campo.

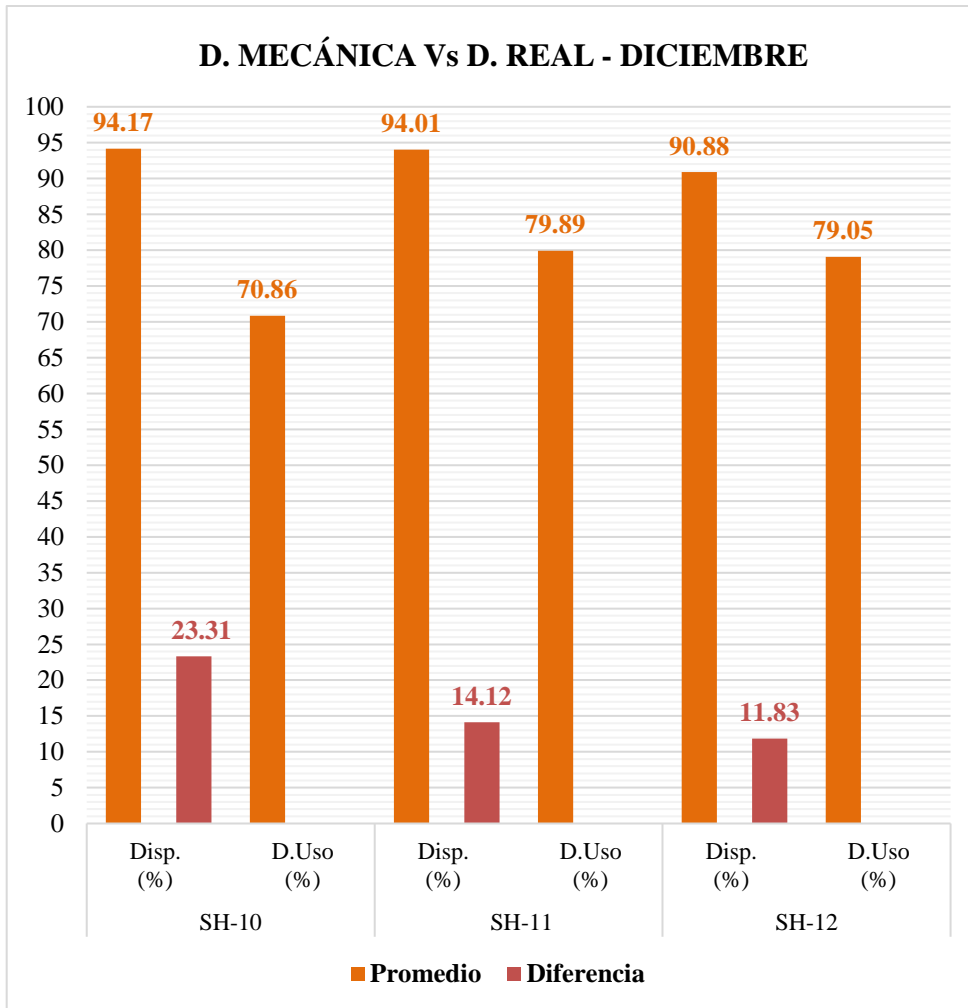


Ilustración 9: D. Mecánica Vs D. Real de las Palas hidráulica – Diciembre

Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 9, se evidencia los resultados de la comparación entre la disponibilidad mecánica y la de uso de las 3 palas CAT 6060 Fs, en la cual se observa que la pala SH-10 es la que menor porcentaje de uso de la disponibilidad presento en el mes de diciembre.

Tabla 3:

Disponibilidad de uso y mecánica - enero 2020

Fecha	Equipo	Pala 10		Pala 11		Pala 12		Prom. Disp (%)	Prom. Uso D. (%)
		Disp. (%)	Uso D. (%)	Disp. (%)	Uso D. (%)	Disp. (%)	Uso D. (%)		
01-ene	CAT-6060	100	74.11	90.64	67.26	96.9	74.05	95.84	71.81
02-ene	CAT-6060	100	88.27	100	82.83	100	81.5	100.00	84.20
03-ene	CAT-6060	25.2	67.45	98.07	84	74.4	79.54	65.88	77.00
04-ene	CAT-6060	100	76.37	88.81	88.21	93.7	75.63	94.17	80.07
05-ene	CAT-6060	79.2	73.01	72.72	85.06	84	69.73	78.62	75.93
06-ene	CAT-6060	0		98.45	78.28	42	82.45	70.22	80.37
07-ene	CAT-6060	35.3	38.51	67.09	65.12	45.2	64.05	49.19	55.89
08-ene	CAT-6060	100	59.33	100	86.4	100	79.1	100.00	74.94
09-ene	CAT-6060	86.6	69.43	90.8	87.61	89.6	83.81	88.99	80.28
10-ene	CAT-6060	100	83.68	34.64	88.5	78.2	84.73	70.95	85.64
11-ene	CAT-6060	100	85.98	95.51	58.7	96.6	75.11	97.36	73.26
12-ene	CAT-6060	89.2	83.48	87.56	81.82	92.2	79.56	89.65	81.62
13-ene	CAT-6060	87	64.37	84.45	90.02	87.8	80.98	86.40	78.46
14-ene	CAT-6060	58.7	83.65	81.4	82.67	80	82.72	73.37	83.01
15-ene	CAT-6060	57.3	71.43	71.08	77.31	57.8	74.19	62.06	74.31
16-ene	CAT-6060	100	73.75	99.85	93.56	66.6	83.65	88.82	83.65
17-ene	CAT-6060	100	82.54	91.99	87.35	64	84.84	85.33	84.91
18-ene	CAT-6060	93.9	88.63	96.48	81.02	82.3	83.98	90.87	84.54

19- ene	CAT-6060	85.7	81.49	100	90.63	95.2	85.1	93.63	85.74
20- ene	CAT-6060	100	82.83	90.39	87.87	96.8	84.09	95.73	84.93
21- ene	CAT-6060	98.7	89.78	100	89.39	99.6	89.54	99.41	89.57
22- ene	CAT-6060	100	85.97	99.74	92.29	99.9	89.8	99.88	89.35
23- ene	CAT-6060	55.7	97.99	93.76	90.04	83.1	84.91	77.52	90.98
24- ene	CAT-6060	0	0	98.57	85.31	63.8	75.64	81.21	80.48
25- ene	CAT-6060	11.4	63.68	97.66	87.63	68.3	84.85	59.12	78.72
26- ene	CAT-6060	91.7	90.82	85.55	89.96	90.4	91.52	89.22	90.77
27- ene	CAT-6060	78.6	90.95	98.28	87.95	88.4	89.17	88.42	89.36
28- ene	CAT-6060	100	91.42	97.55	88.62	95.8	91.35	97.77	90.46
29- ene	CAT-6060	93.7	61.75	98.23	89.8	97.3	81.59	96.40	77.71
30- ene	CAT-6060	86.7	77.63	100	19.6	95.6	56.1	94.11	51.11
31- ene	CAT-6060	97.9	77.25	83.33	86.62	93.8	68.42	91.66	77.43
PROMEDIO		80.4	75.19	90.08	82.3	83.8	80.38		

Fuente: Datos de campo.

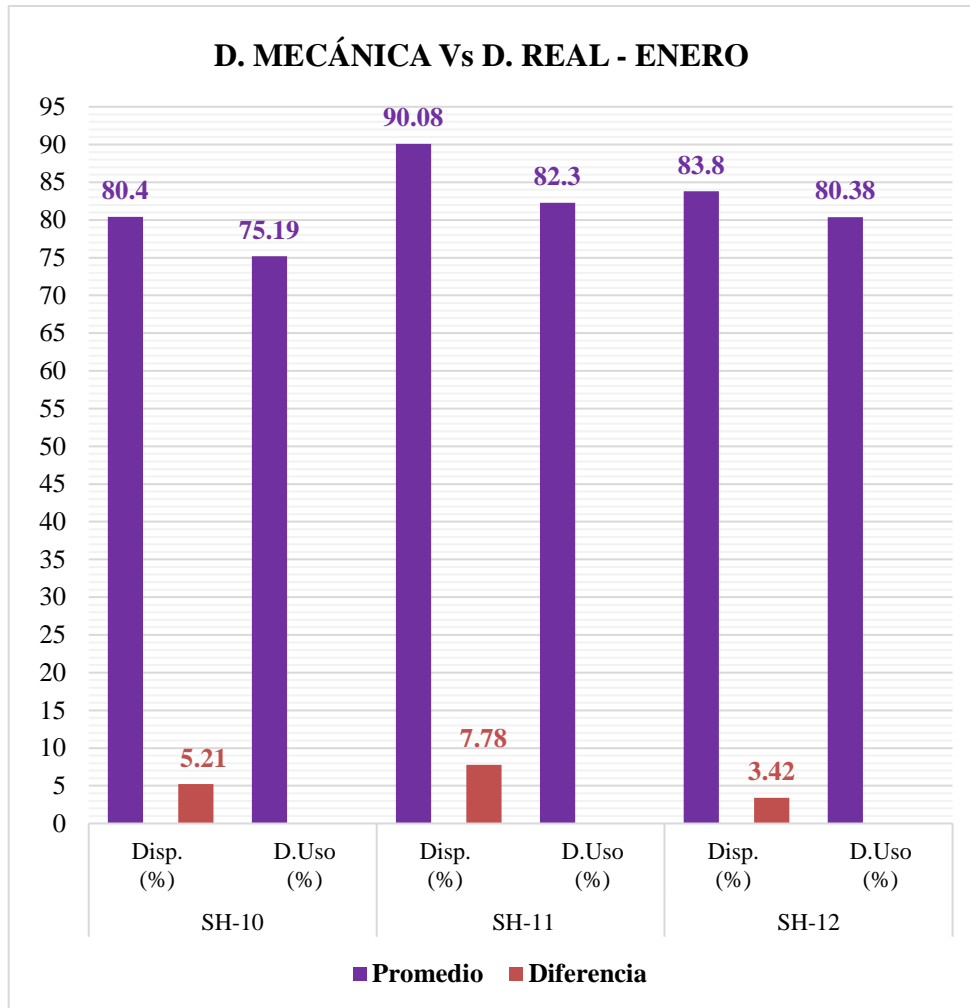


Ilustración 10: D. Mecánica Vs D. Real de las Palas hidráulica – Enero.

Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 10, se evidencia los resultados de la comparación entre la disponibilidad mecánica y la de uso de las 3 palas CAT 6060 Fs, en la cual se observa que la pala SH-10 es la que menor porcentaje de uso de la disponibilidad presento en el mes de enero.

Tabla 4:

Uso de la disponibilidad y mecánica - febrero 2020

Fecha	Equipo	Pala 10		Pala 11		Pala 12		Prom. Disp (%)	Prom. Uso D. (%)
		Disp. (%)	Uso D. (%)	Disp. (%)	Uso D. (%)	Disp. (%)	Uso D. (%)		
01-feb	CAT-6060	85.45	78.45	100	74.27	100	43.4	95.2	65.37
02-feb	CAT-6060	88.87	88.31	79.18	97.29	97.6	84.29	88.6	89.96
03-feb	CAT-6060	100	77.42	0	0	100	70.76	100	74.09
04-feb	CAT-6060	100	81.41	0	0	100	64.97	100	73.19
05-feb	CAT-6060	87.57	92.44	100	71.86	86.5	93.38	91.3	85.89
06-feb	CAT-6060	100	90	66.83	88.83	100	93.93	88.9	90.92
07-feb	CAT-6060	98.63	90.5	100	0	100	91.74	99.5	91.12
08-feb	CAT-6060	99	92.53	63.02	76.26	100	96.19	87.3	88.33
09-feb	CAT-6060	100	80.04	100	41.22	75.1	85.6	91.7	68.95
10-feb	CAT-6060	90.53	84.7	100	74.66	100	91.8	96.8	83.72
11-feb	CAT-6060	99.19	84.12	100	86.26	92.9	71.29	97.3	80.56
12-feb	CAT-6060	88.73	91.03	79.78	86.2	100	91.34	89.5	89.52
13-feb	CAT-6060	98.83	92.14	63.95	86.69	74	93.89	78.9	90.91
14-feb	CAT-6060	96.37	81.11	100	78.96	72.9	84.7	89.8	81.59
15-feb	CAT-6060	67.17	81.32	86.26	88.44	18.5	96.35	57.3	88.7
16-feb	CAT-6060	75.31	89.67	90.54	86.43	91.4	89.68	85.8	88.59
17-feb	CAT-6060	99.07	93.75	83.19	89.41	100	87.21	94.1	90.12
18-feb	CAT-6060	55.24	86.18	99.79	90.41	100	83.42	85	86.67

19- feb	CAT-6060	0	0	99.83	92.06	95.7	88.86	97.8	90.46
20- feb	CAT-6060	66.6	85.14	91.39	89	86.2	90.3	81.4	88.15
21- feb	CAT-6060	100	71.36	71	84.45	97.4	86.16	89.5	80.66
22- feb	CAT-6060	96.49	81.43	97.66	85.65	100	68.94	98.1	78.67
23- feb	CAT-6060	100	87.57	96.28	88.42	98.7	79.36	98.3	85.12
24- feb	CAT-6060	100	81.21	97.48	80.08	100	85.3	99.2	82.2
25- feb	CAT-6060	90.82	88.62	59.67	96.12	94.7	91.29	81.7	92.01
26- feb	CAT-6060	100	71.87	0	0	100	78.3	100	75.09
27- feb	CAT-6060	100	67.23	16.47	78.74	92.5	78.83	69.6	74.93
28- feb	CAT-6060	74.43	62.06	80.91	60.27	87.4	83.79	80.9	68.71
29- feb	CAT-6060	100	79.75	100	33.41	100	81.93	100	65.03
PROMEDIO		91.37	83.26	85.51	80.22	91.8	83.69		

Fuente: Datos de campo.

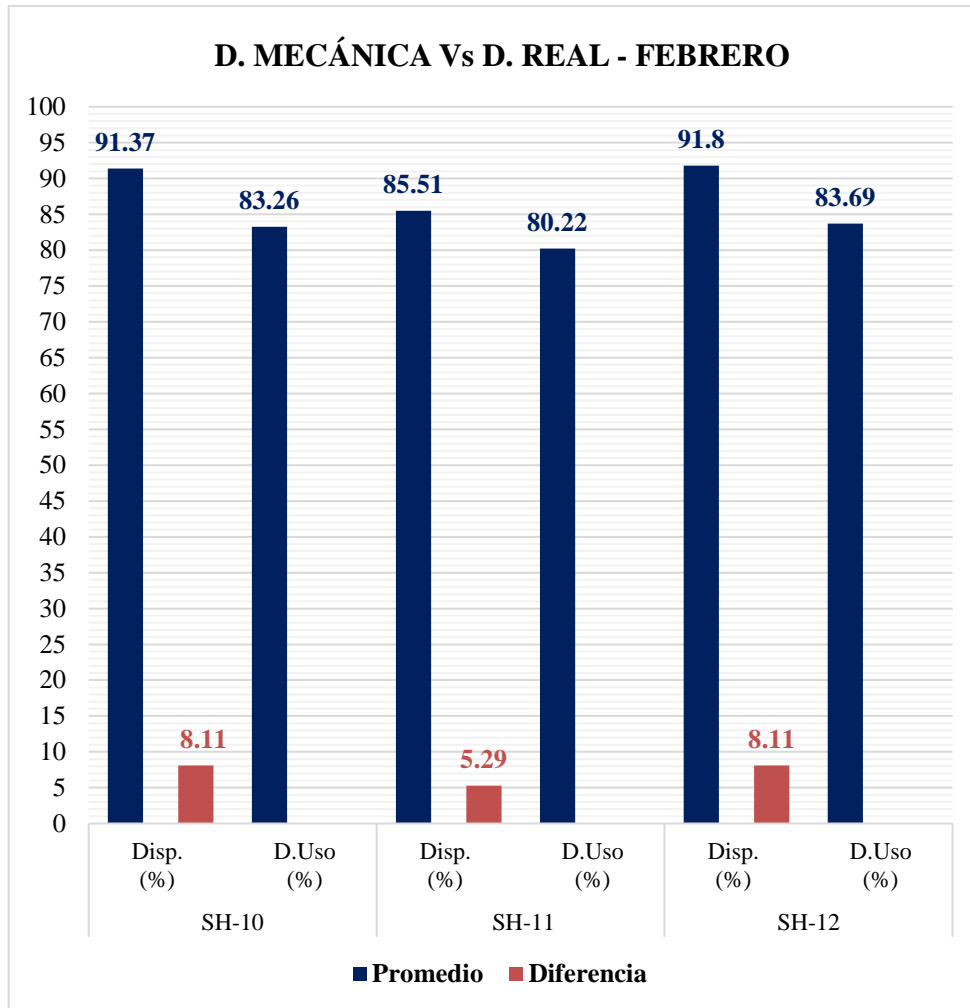


Ilustración 11: D. Mecánica Vs D. Real de las Palas hidráulica - Febrero.

Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 11, se evidencia los resultados de la comparación entre la disponibilidad mecánica y la de uso de las 3 palas CAT 6060 Fs, en la cual se observa que la pala 11 es la que menor porcentaje de uso de la disponibilidad presentó en el mes de enero.

Tabla 5:

Uso de la Disponibilidad de uso y Disponibilidad mecánica - marzo 2020

Fecha	Equipo	Pala 10		Pala 11		Pala 12		Prom. Disp (%)	Prom. Uso D. (%)
		Disp. (%)	Uso D. (%)	Disp. (%)	Uso D. (%)	Disp. (%)	Uso D. (%)		
01-mar	CAT-6060	100	64.44	91.84	69.85	100	70.99	97.28	68.43
02-mar	CAT-6060	87.11	67	93.37	55.96	94.5	79.77	91.66	67.58
03-mar	CAT-6060	74.25	44.59	96.58	70.58	94.1	69.12	88.32	61.43
04-mar	CAT-6060	100	67.66	100	49.36	97.4	89.51	99.13	68.84
05-mar	CAT-6060	100	67.65	100	83.36	98.8	89.24	99.59	80.08
06-mar	CAT-6060	100	61.48	89.62	74.21	70.5	95.77	86.71	77.15
07-mar	CAT-6060	98.8	78.27	100	83.82	13.1	72.48	70.62	78.19
08-mar	CAT-6060	64.24	79.63	100	84.29	91.8	87.22	85.36	83.71
09-mar	CAT-6060	79.05	83.44	96.16	84.12	95.6	88.83	90.26	85.46
10-mar	CAT-6060	95.96	87.68	97.81	87.61	85.2	87.91	92.98	87.73
11-mar	CAT-6060	0	0	88.21	78.47	92	57.17	90.09	67.82
12-mar	CAT-6060	87.93	79.46	94.73	86.28	96.2	72.45	92.97	79.4
13-mar	CAT-6060	94.88	83.73	45.14	88.69	97.2	72.54	79.08	81.65
14-mar	CAT-6060	99.62	89.07	35.63	83.02	100	80.21	78.42	84.1
15-mar	CAT-6060	96.48	87.98	0	0	97.6	85.89	97.06	86.94
PROMEDIO		91.31	74.43	87.79	77.12	88.3	79.94		

Fuente: Datos de campo.

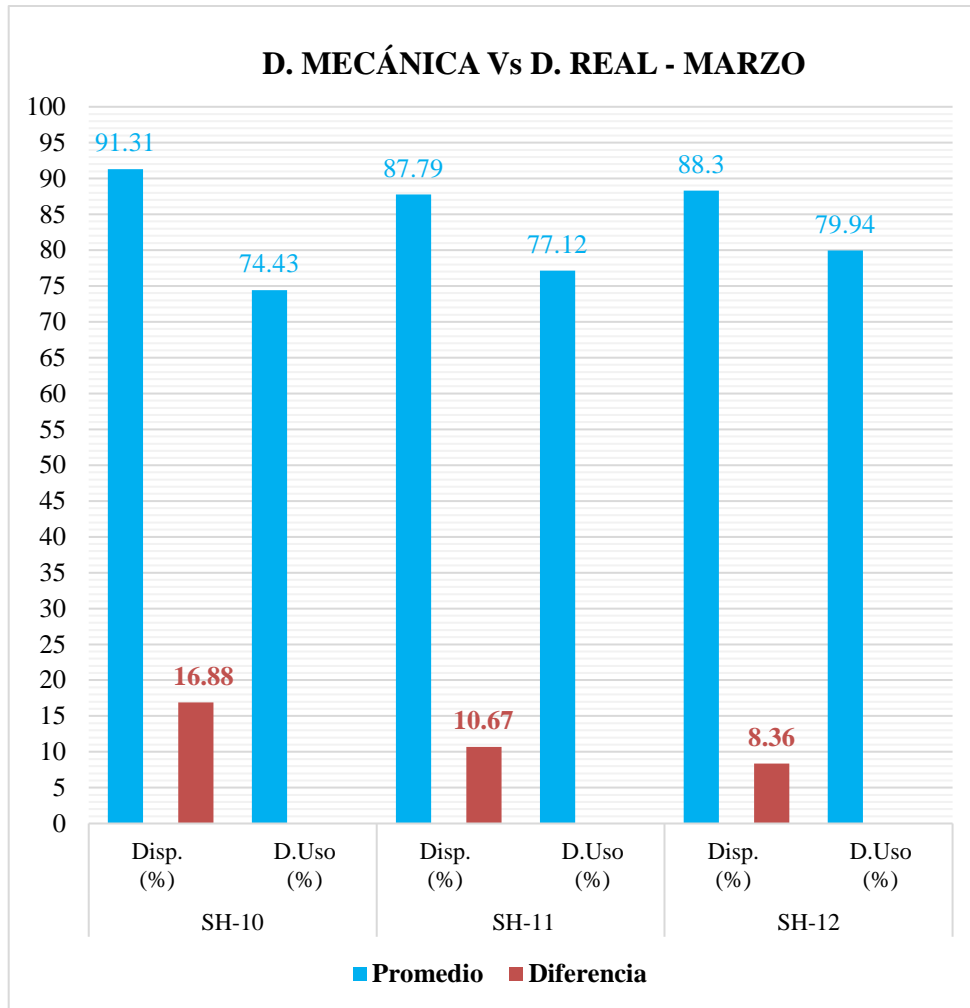


Ilustración 12: D. Mecánica Vs D. Real de las Palas hidráulica – Marzo.

Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 12, se evidencia los resultados de la comparación entre la disponibilidad mecánica y la de uso de las 3 palas CAT 6060 Fs, en la cual se observa que la pala 10 es la que menor uso de disponibilidad presentó en el mes de enero.

3.2. Causas de los periodos de parada no programados que afectan el uso de la disponibilidad de las 3 Palas CAT 6060 Fs

A continuación, se presenta los resultados que identifican los períodos de las causas que generan paradas no programadas dentro del ciclo de carguío y acarreo, que involucra 3 tipos de aspectos: periodo de demoras, periodos equipo malogrado y periodos stand by.

3.2.1. Pala CAT 6060 Fs - 10

Las tablas que se presentan a continuación muestran los periodos y las causas de las paradas no programadas que se presentaron el mes de noviembre.

Reporte de datos – Noviembre

Tabla 6:

P. Demoras Pala 10 / noviembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	14	20	2
Demora	Espera por Blending	6	15	6
Demora	Inspección	0	23	17
Demora	Traslado Largo	2	14	18
Demora	Vía interrumpida	1	2	56
Demora	Condiciones inseguras	0	33	6
Demora	Retorno después de voladura	4	32	45
Demora	Salida por voladura	8	35	55
Demora	Parada por topografía	0	38	33
Demora	Cambio de operador	5	51	13
Demora	Cambio de turno	6	32	16
Demora	Traslado corto	14	50	15
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	15	26	45
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	1	20	58
Demora	Combustible con cisterna	10	45	35
	TOTAL	86	436	420
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		93 horas y 38 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 7:

Pala Malograda 10 / noviembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malograda	Servicio	6	6	15
Malograda	Máquina	1	16	3
Malograda	Control de implementos	12	54	15
Malograda	Tren de mando	10	32	8
Malograda	Clima severo	13	29	30
Malograda	Motor diesel	3	47	47
Malograda	Lubricación	1	5	18
Malograda	Demora externa a mantenimiento	15	52	45
TOTAL		61	241	181
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		65 horas y 6 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 8:

Pala 10 Stand by / noviembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	6	35	17
Stand by	Chancadora inoperativa	1	48	30
TOTAL		7	83	47
TOTAL TIEMPO – STAND BY		8 horas y 23 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los periodos de tiempo no programados de la Pala 10 correspondientes al mes de noviembre, suma un total de 167 horas.

Reporte de datos – Diciembre

Tabla 9:

Pala 10 Demora / diciembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	12	45	23
Demora	Espera por Blending	4	27	32
Demora	Inspección	0	20	59
Demora	Traslado Largo	14	42	24
Demora	Vía interrumpida	0	29	55
Demora	Condiciones inseguras	2	50	15
Demora	Retorno después de voladura	5	42	37
Demora	Salida por voladura	6	56	43
Demora	Parada por topografía	2	57	25
Demora	Cambio de operador	4	45	30
Demora	Cambio de turno	7	20	30
Demora	Traslado corto	10	55	18
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	7	36	24
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	2	14	50
Demora	Combustible con cisterna	8	45	15
TOTAL		83	583	480
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		92 horas y 51 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 10:

Pala 10 Malograda/ diciembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malograda	Servicio	8	55	50
Malograda	PM	21	15	41
Malograda	Control de implementos	14	54	48
Malograda	Tren de mando	8	57	48
Malograda	Clima severo	13	52	20
Malograda	Motor diesel	2	50	55
Malograda	Lubricación	1	5	18
Malograda	Demora externa a mantenimiento	2	50	48
TOTAL		69	338	328
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		74 horas y 43 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 11:

Pala 10 Stand by / diciembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	23	47	32
Stand by	Chancadora inoperativa	15	50	25
Stand by	Parada por seguridad	3	55	48
Stand by	Exceso de equipos por blending	0	48	54
TOTAL		41	200	159
TOTAL TIEMPO - STAND BY		44 horas y 22 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los periodos de tiempo no programados de la Pala 10 correspondientes al mes de diciembre, suma un total de 212 horas.

Reporte de datos – Enero

Tabla 12:

Pala 10 Demoras / enero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	7	44	55
Demora	Espera por Blending	2	50	36
Demora	Inspección	0	27	26
Demora	Traslado Largo	19	50	25
Demora	Vía interrumpida	2	42	55
Demora	Condiciones inseguras	2	30	45
Demora	Retorno después de voladura	3	35	45
Demora	Salida por voladura	6	30	25
Demora	Parada por topografía	2	55	40
Demora	Cambio de operador	2	15	20
Demora	Cambio de turno	2	38	40
Demora	Traslado corto	7	43	48
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	3	30	20
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	0	53	23
Demora	Combustible con cisterna	3	15	50
TOTAL		60	557	553
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		69 horas y 43 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 13:

Pala 10 Malograda / enero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malograda	Servicio	15	45	55
Malograda	Máquina	2	18	54
Malograda	Control de implementos	13	50	20
Malograda	Tren de mando	20	45	52
Malograda	Clima severo	15	20	55
Malograda	Motor diesel	19	33	40
Malograda	Lubricación	3	34	45
Malograda	Demora externa a mantenimiento	8	30	40
TOTAL		95	275	361
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		100 horas y 8 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 14:

Pala 10 Stand by / enero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		minutos - segundos)		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	21	48	14
Stand by	Chancadora inoperativa	17	28	24
Stand by	Parada por seguridad	2	44	21
TOTAL		40	120	59
TOTAL TIEMPO - STAND BY		42 horas		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los periodos de tiempo no programados de la Pala 10 correspondientes al mes de enero, suma un total de 211 horas.

Reporte de datos – Febrero

Tabla 15:

Pala 10 Demoras/ febrero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	8	44	58
Demora	Espera por Blending	3	18	37
Demora	Inspección	0	15	17
Demora	Traslado Largo	8	39	44
Demora	Vía interrumpida	2	35	20
Demora	Condiciones inseguras	4	20	51
Demora	Retorno después de voladura	2	7	48
Demora	Salida por voladura	2	5	38
Demora	Parada por topografía	1	28	35
Demora	Cambio de operador	2	30	40
Demora	Cambio de turno	2	14	38
Demora	Traslado corto	3	15	21
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	2	28	49
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	0	38	42
Demora	Combustible con cisterna	3	47	14
TOTAL		42	383	552
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		48 horas y 53 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 16:

Pala 10 Malograda/ febrero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malograda	Servicio	14	34	56
Malograda	PM	10	20	15
Malograda	Control de implementos	16	32	35
Malograda	Tren de mando	6	45	22
Malograda	Clima severo	12	16	26
Malograda	Motor diesel	4	15	35
Malograda	Lubricación	3	26	46
Malograda	Demora externa a mantenimiento	4	23	53
TOTAL		69	211	288
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		72 horas y 58 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 17:

Pala 10 Stand by / febrero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	5	15	56
Stand by	Chancadora inoperativa	20	28	11
Stand by	Exceso de equipos por blending	0	50	40
Stand by	Equipo fuera de plan	13	10	55
TOTAL		38	103	162
TOTAL TIEMPO - STAND BY		40 horas y 15 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los peridos de tiempo no programados de la Pala 10 correspondientes al mes de febrero, suma un total de 162 horas.

Reporte de datos – Marzo

Tabla 18:

Pala 10 Demoras / marzo

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	3	31	40
Demora	Espera por Blending	7	45	30
Demora	Inspección	0	0	0
Demora	Traslado Largo	6	29	12
Demora	Vía interrumpida	0	0	0
Demora	Condiciones inseguras	1	31	23
Demora	Retorno después de voladura	0	58	58
Demora	Salida por voladura	0	27	36
Demora	Parada por topografía	0	13	21
Demora	Cambio de operador	2	16	8
Demora	Cambio de turno	5	15	20
Demora	Traslado corto	3	13	35
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	3	36	12
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	0	8	46
Demora	Combustible con cisterna	2	15	30
TOTAL		32	337	371
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		38 horas y 11 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 19:

Pala 10 Malograda/ marzo

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malograda	Servicio	0	18	26
Malograda	PM	20	45	50
Malograda	Control de implementos	16	29	35
Malograda	Tren de mando	0	0	0
Malograda	Clima severo	3	32	41
Malograda	Motor diesel	2	52	40
Malograda	Lubricación	0	0	0
Malograda	Demora externa a mantenimiento	1	2	0
TOTAL		42	178	192
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		45 horas y 3 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 20:

Pala 10 Stand by / marzo

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	1	47	35
Stand by	Chancadora inoperativa	12	38	17
Stand by	Exceso de equipos por blending	12	13	31
Stand by	Falta de operador	0	21	33
TOTAL		25	119	116
TOTAL TIEMPO - STAND BY		27 horas y 3 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los peridos de tiempo no programados de la Pala 10 correspondientes al mes de marzo, suma un total de 110 horas.

3.2.2. Pala CAT 6060 Fs - 11

Las tablas que se presentan a continuación muestran los peridos y las causas de las paradas no programadas que se presentaron el mes de noviembre.

Reporte de datos – Noviembre

Tabla 21:

Pala 11 Demoras / noviembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	11	25	24
Demora	Espera por Blending	4	45	56
Demora	Inspección	0	0	0
Demora	Traslado Largo	10	20	24
Demora	Vía interrumpida	0	47	30
Demora	Condiciones inseguras	0	55	28
Demora	Retorno después de voladura	1	15	17
Demora	Salida por voladura	3	10	28
Demora	Parada por topografía	1	13	26
Demora	Cambio de operador	3	12	57
Demora	Cambio de turno	8	29	23
Demora	Traslado corto	9	10	8
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	15	5	46
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	0	50	28
Demora	Combustible con cisterna	12	18	14
TOTAL		77	354	409
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		83 horas y 2 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 22:

Pala 11 Malogrado/ noviembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malogrado	Servicio	2	17	47
Malogrado	PM	19	45	34
Malogrado	Control de implementos	2	22	34
Malogrado	Tren de mando	0	0	0
Malogrado	Clima severo	13	46	50
Malogrado	Motor diésel	11	22	54
Malogrado	Lubricación	0	0	0
Malogrado	Demora externa a mantenimiento	1	25	37
TOTAL		48	177	256
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		50 horas y 6 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 23

Pala 11 Stand by / noviembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	52	34	56
Stand by	Chancadora inoperativa	6	11	54
Stand by	Clima severo	0	29	18
Stand by	Falta de frente	3	37	17
Stand by	Parada por seguridad	0	51	55
TOTAL		61	162	200
TOTAL TIEMPO - STAND BY		64 horas y 15 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los periodos de tiempo no programados de la Pala 11 correspondientes al mes de noviembre, suma un total de 197 horas.

Reporte de datos – Diciembre

Tabla 24

Pala 11 Demoras/ diciembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	13	45	48
Demora	Espera por Blending	6	9	18
Demora	Inspección	0	35	26
Demora	Traslado Largo	15	54	28
Demora	Vía interrumpida	1	43	57
Demora	Condiciones inseguras	2	17	48
Demora	Retorno después de voladura	4	38	43
Demora	Salida por voladura	14	36	48
Demora	Parada por topografía	0	55	24
Demora	Cambio de operador	3	5	8
Demora	Cambio de turno	4	20	50
Demora	Traslado corto	9	12	39
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	4	40	13
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	1	43	29
Demora	Combustible con cisterna	13	14	28
TOTAL		89	466	507
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		96 horas y 9 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 25:

Pala 11 Malogrado/ diciembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malogrado	Servicio	2	33	15
Malogrado	Máquina	2	5	44
Malogrado	Control de implementos	0	59	56
Malogrado	Tren de mando	7	24	10
Malogrado	Clima severo	13	34	30
Malogrado	Motor diesel	0	7	30
Malogrado	Lubricación	0	0	0
Malogrado	Demora externa a mantenimiento	4	5	33
Malogrado	Chasis y estructura	0	11	3
Malogrado	PM	20	40	44
TOTAL		48	218	265
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		51 horas y 7 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 26:

Pala 11 Stand by/ diciembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	15	49	39
Stand by	Chancadora inoperativa	10	48	36
Stand by	Falta de frente	1	15	59
Stand by	Exceso de equipos por blending	0	18	15
Stand by	Parada por seguridad	39	38	44
TOTAL		65	168	193
TOTAL TIEMPO - STAND BY		68 horas y 15 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los peridos de tiempo no programados de la Pala 11 correspondientes al mes de diciembre, suma un total de 197 horas.

Reporte de datos – Enero

Tabla 27

Pala 11 Demoras/ enero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	23	28	49
Demora	Espera por Blending	6	30	34
Demora	Inspección	0	6	42
Demora	Traslado Largo	14	47	58
Demora	Vía interrumpida	1	58	40
Demora	Condiciones inseguras	0	21	39
Demora	Retorno después de voladura	2	22	10
Demora	Salida por voladura	5	43	14
Demora	Parada por topografía	2	15	50
Demora	Cambio de operador	2	20	56
Demora	Cambio de turno	6	53	42
Demora	Traslado corto	5	15	43
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	5	20	28
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	0	9	26
Demora	Combustible con cisterna	8	30	34
TOTAL		79	417	565
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		86 horas y 2 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 28

Pala 11 Malogrado/ enero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malogrado	Servicio	7	33	44
Malogrado	Máquina	2	45	12
Malogrado	Control de implementos	17	10	4
Malogrado	Tren de mando	0	18	3
Malogrado	Clima severo	8	32	41
Malogrado	Motor diésel	10	30	16
Malogrado	Lubricación	9	31	38
Malogrado	Demora externa a mantenimiento	3	45	57
Malogrado	PM	10	40	39
TOTAL		66	284	254
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		70 horas y 8 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 29

Pala 11 Stand by/ enero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	14	50	19
Stand by	Chancadora inoperativa	8	50	52
Stand by	Parada por seguridad	0	12	15
Stand by	Falta de frente	0	16	11
Stand by	Exceso de equipos por blending	0	41	50
TOTAL		22	169	147
TOTAL TIEMPO - STAND BY		25 horas y 15 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los periodos de tiempo no programados de la Pala 11 correspondientes al mes de enero, suma un total de 181 horas.

Reporte de datos – Febrero

Tabla 30

Pala 11 Demoras/ febrero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	13	29	49
Demora	Espera por Blending	3	2	42
Demora	Inspección	0	0	0
Demora	Traslado Largo	10	22	53
Demora	Vía interrumpida	1	45	49
Demora	Condiciones inseguras	1	13	55
Demora	Retorno después de voladura	2	41	26
Demora	Salida por voladura	2	19	35
Demora	Parada por topografía	0	55	44
Demora	Cambio de operador	2	7	9
Demora	Cambio de turno	5	7	40
Demora	Traslado corto	5	4	56
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	2	56	41
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	0	52	44
Demora	Combustible con cisterna	6	20	38
TOTAL		52	372	581
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		58 horas y 36 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 31:

Pala 11 Malograda/ febrero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malograda	Servicio	2	2	25
Malograda	PM	30	50	46
Malograda	Control de implementos	13	7	14
Malograda	Tren de mando	0	0	0
Malograda	Clima severo	9	10	30
Malograda	Motor diesel	12	13	18
Malograda	Máquina	13	6	58
Malograda	Demora externa a mantenimiento	6	7	45
TOTAL		85	95	236
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		86 horas y 35 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 32:

Pala 11 Stand by / febrero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	17	10	53
Stand by	Parada por seguridad	1	35	42
Stand by	Falta de frente	0	38	27
Stand by	Equipo fuera de plan	20	45	55
TOTAL		38	128	177
TOTAL TIEMPO - STAND BY		40 horas y 18 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los peridos de tiempo no programados de la Pala 11 correspondientes al mes de febrero, suma un total de 185 horas.

Reporte de datos – Marzo

Tabla 33:

Pala 11 Demoras/ marzo

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	8	40	10
Demora	Espera por Blending	3	50	45
Demora	Inspección	0	23	59
Demora	Traslado Largo	9	45	26
Demora	Vía interrumpida	1	5	49
Demora	Condiciones inseguras	0	3	37
Demora	Retorno después de voladura	2	27	10
Demora	Salida por voladura	6	11	37
Demora	Parada por topografía	0	12	50
Demora	Cambio de operador	1	8	25
Demora	Cambio de turno	2	50	54
Demora	Traslado corto	2	55	25
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	7	6	14
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	0	30	59
Demora	Combustible con cisterna	5	11	8
TOTAL		46	376	508
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		52 horas y 4 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 34:

Pala 11 Malograda/ marzo

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malogrado	Servicio	0	29	32
Malogrado	PM	15	41	17
Malogrado	Control de implementos	27	5	37
Malogrado	Tren de mando	0	0	0
Malogrado	Clima severo	0	23	49
Malogrado	Motor diesel	2	55	30
Malogrado	Lubricación	2	10	29
Malogrado	Demora externa a mantenimiento	0	30	37
TOTAL		46	193	231
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		49 horas y 28 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 35:

Pala 11 Stand / marzo

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	16	50	18
Stand by	Chancadora inoperativa	6	11	40
Stand by	Exceso de equipos por blending	1	55	41
Stand by	Falta de frente	6	21	23
TOTAL		29	137	122
TOTAL TIEMPO - STAND BY		31 horas y 17 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los peridos de tiempo no programados de la Pala 11 correspondientes al mes de marzo, suma un total de 129 horas.

3.2.3. Pala CAT 6060 Fs - 12

Las tablas que se presentan a continuación muestran los peridos y las causas de las paradas no programadas que se presentaron el mes de noviembre.

Reporte de datos – Noviembre

Tabla 36

Pala 12 Demoras/ noviembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	15	20	7
Demora	Espera por Blending	7	50	17
Demora	Inspección	0	8	32
Demora	Traslado Largo	13	55	40
Demora	Vía interrumpida	0	57	16
Demora	Condiciones inseguras	3	44	31
Demora	Retorno después de voladura	3	56	58
Demora	Salida por voladura	8	42	44
Demora	Parada por topografía	2	40	21
Demora	Cambio de operador	3	15	54
Demora	Cambio de turno	5	40	49
Demora	Traslado corto	14	56	45
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	8	34	42
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	0	42	50
Demora	Combustible con cisterna	11	48	25
TOTAL		92	607	531
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		102 horas y 26 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 37

Pala 12 Malograda/ noviembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malograda	Servicio	2	2	45
Malograda	PM	27	56	45
Malograda	Control de implementos	9	28	54
Malograda	Tren de mando	0	0	0
Malograda	Clima severo	13	59	11
Malograda	Motor diésel	0	0	0
Malograda	Lubricación	0	0	0
Malograda	Demora externa a mantenimiento	4	30	16
TOTAL		55	175	171
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		57 horas y 58 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 38

Pala 12 Stand by / noviembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	54	22	14
Stand by	Chancadora inoperativa	6	45	36
Stand by	Falta de frente	4	35	50
Stand by	Parada de seguridad	0	30	52
TOTAL		64	132	152
TOTAL TIEMPO - STAND BY		66 horas y 12 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los peridos de tiempo no programados de la Pala 12 correspondientes al mes de noviembre, suma un total de 226 horas.

Reporte de datos – Diciembre

Tabla 39

Pala 12 Demoras/ diciembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	15	43	16
Demora	Espera por Blending	6	40	25
Demora	Inspección	0	0	0
Demora	Traslado Largo	23	30	28
Demora	Vía interrumpida	0	45	13
Demora	Condiciones inseguras	4	56	28
Demora	Retorno después de voladura	9	49	20
Demora	Salida por voladura	16	8	21
Demora	Parada por topografía	1	4	44
Demora	Cambio de operador	3	30	36
Demora	Cambio de turno	5	55	17
Demora	Traslado corto	9	40	34
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	7	40	19
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	1	6	52
Demora	Combustible con cisterna	12	30	25
TOTAL		111	476	378
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		119 horas y 3 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 40

Pala 12 Malograda/ diciembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malograda	Servicio	1	12	18
Malograda	PM	25	58	45
Malograda	Control de implementos	13	19	30
Malograda	Tren de mando	0	0	0
Malograda	Clima severo	14	16	44
Malograda	Motor diésel	3	54	56
Malograda	Lubricación	0	58	44
Malograda	Demora externa a mantenimiento	3	10	52
TOTAL		59	227	289
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		62 horas y 35 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 41

Pala 12 Stand by/ diciembre

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	11	53	38
Stand by	Chancadora inoperativa	22	56	15
Stand by	Parada por seguridad	4	35	56
Stand by	Exceso de equipos por blending	0	0	0
TOTAL		37	144	109
TOTAL TIEMPO - STAND BY		39 horas y 25 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los perdidos de tiempo no programados de la Pala 12 correspondientes al mes de diciembre, suma un total de 221 horas.

Reporte de datos – Enero

Tabla 42

Pala 12 Demoras/ enero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	14	30	47
Demora	Espera por Blending	9	20	16
Demora	Inspección	0	0	0
Demora	Traslado Largo	14	22	42
Demora	Vía interrumpida	4	58	11
Demora	Condiciones inseguras	2	17	26
Demora	Retorno después de voladura	4	50	44
Demora	Salida por voladura	9	12	41
Demora	Parada por topografía	0	45	29
Demora	Cambio de operador	4	35	28
Demora	Cambio de turno	5	50	14
Demora	Traslado corto	9	25	46
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	4	58	20
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	0	32	54
Demora	Comboy con cisterna	9	38	57
TOTAL		87	492	475
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		95 horas y 33 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 43:

Pala 12 Malogrado/ enero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malogrado	PM	25	56	50
Malogrado	Máquina	0	0	0
Malogrado	Control de implementos	26	38	41
Malogrado	Tren de mando	0	11	0
Malogrado	Clima severo	8	14	20
Malogrado	Motor diesel	4	35	24
Malogrado	Lubricación	8	24	35
Malogrado	Demora externa a mantenimiento	17	44	56
TOTAL		88	222	226
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		91 horas y 26 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 44

Pala 12 Stand by/ enero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	34	6	27
Stand by	Chancadora inoperativa	6	8	48
Stand by	Parada por seguridad	1	40	6
Stand by	Exceso de equipos por blending	0	9	43
TOTAL		41	63	124
TOTAL TIEMPO - STAND BY		42 horas y 5 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los periodos de tiempo no programados de la Pala 12 correspondientes al mes de enero, suma un total de 229 horas.

Reporte de datos – Febrero

Tabla 45

Pala 12 Demoras/ febrero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	14	20	58
Demora	Espera por Blending	5	8	47
Demora	Inspección	0	0	0
Demora	Traslado Largo	7	41	34
Demora	Vía interrumpida	2	11	34
Demora	Condiciones inseguras	2	15	46
Demora	Retorno después de voladura	5	22	17
Demora	Salida por voladura	5	10	33
Demora	Parada por topografía	1	12	54
Demora	Cambio de operador	3	47	52
Demora	Cambio de turno	2	48	56
Demora	Traslado corto	6	18	27
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	3	17	54
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	1	5	36
Demora	Combustible con cisterna	7	56	37
TOTAL		63	330	585
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		68 horas y 40 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 46

Pala 12 Malograda/ febrero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malograda	Servicio	2	35	53
Malograda	PM	11	29	6
Malograda	Control de implementos	16	30	56
Malograda	Tren de mando	0	0	0
Malograda	Clima severo	8	55	10
Malograda	Motor diésel	1	18	50
Malograda	Lubricación	4	52	10
Malograda	Demora externa a mantenimiento	5	45	25
TOTAL		47	264	210
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		51 horas y 40 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 47

Pala 12 Stand by/ febrero

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	23	46	38
Stand by	Chancadora inoperativa	6	24	16
Stand by	Exceso de equipos por blending	0	26	19
Stand by	Equipo fuera de plan	30	19	20
TOTAL		59	115	93
TOTAL TIEMPO - STAND BY		61 horas y 4 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los perdidos de tiempo no programados de la Pala 12 correspondientes al mes de febrero, suma un total de 181 horas.

Reporte de datos – Marzo

Tabla 48

Pala 12 Demoras/ marzo

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Demora	Voladura	8	42	37
Demora	Espera por Blending	2	16	4
Demora	Inspección	0	7	16
Demora	Traslado Largo	8	15	22
Demora	Vía interrumpida	1	6	19
Demora	Condiciones inseguras	0	0	0
Demora	Retorno después de voladura	1	45	15
Demora	Salida por voladura	2	16	56
Demora	Parada por topografía	1	48	34
Demora	Cambio de operador	3	4	51
Demora	Cambio de turno	3	29	58
Demora	Traslado corto	3	20	38
Demora	Espera, reparación de piso - Pala	3	23	43
Demora	Espera, mantenimiento - Vías	0	55	44
Demora	Combustible con cisterna	5	21	15
TOTAL		40	347	452
TOTAL TIEMPO - DEMORAS		45 horas y 52 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 49

Pala 12 Malograda/ marzo

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Malogrado	Servicio	0	17	40
Malogrado	PM	13	40	28
Malogrado	Control de implementos	11	24	29
Malogrado	Tren de mando	0	0	0
Malogrado	Clima severo	4	25	59
Malogrado	Motor diésel	1	36	8
Malogrado	Máquina	0	15	16
Malogrado	Demora externa a mantenimiento	1	35	0
TOTAL		30	192	180
TOTAL TIEMPO - MALOGRADO		33 horas y 12 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Tabla 50:

Pala 12 Stand by/ marzo

ESTADO	RAZON	TIEMPO		
		Horas	Minutos	Segundos
Stand by	Falta de camión	13	8	38
Stand by	Chancadora inoperativa	4	38	54
Stand by	Exceso de equipos por blending	2	5	26
Stand by	Parada por seguridad	3	24	8
TOTAL		22	75	126
TOTAL TIEMPO - STAND BY		23 horas y 17 minutos		

Fuente: Datos de campo.

Según los datos obtenidos en relación a los peridos de tiempo no programados de la Pala 12 correspondientes al mes de marzo, suma un total de 102 horas.

A continuación, se muestra un gráfico comparativo del total de horas correspondientes a los periodos de parada no programados de las 3 Palas CAT 6060 Fs, durante los 5 meses que se realizó el monitoreo en campo.

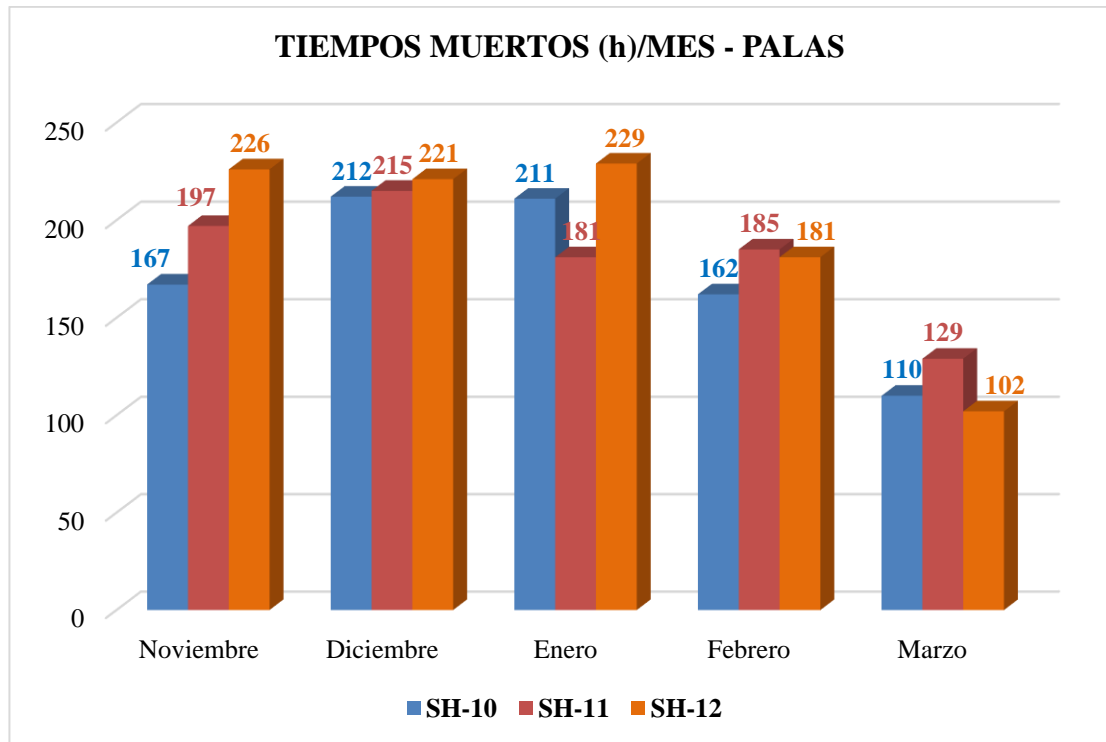


Ilustración 13: Total de horas de los periodos de paradas no programadas de las Palas CAT 6060 Fs.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de analizar los datos que muestra la ilustración 13, se observa que la Pala CAT 6060 Fs con código SH-12 es la que mayor cantidad de horas presento durante los 5 meses de monitoreo sumando un total de 959 horas, en comparación con la SH-11 que tuvo un total de 907 horas y la SH-10 con 862 horas.

3.3. Resultados del análisis comparativo entre la productividad de las 3 Palas CAT 6060 Fs

A continuación, se presenta los resultados del análisis comparativo entre la productividad de las 3 Palas CAT 6060 Fs, tomando en cuenta como destinos la chancadora y el botadero, del mismo modo solo se consideraron los datos de 3 volquetes (HT 011, HT 012, HT 013).

3.3.1. Productividad de la Pala CAT 6060 Fs - 10

Se presenta los datos de producción de la Pala SH-10 tomados en campo

Tabla 51:

Total Producción Mensual SH-10

Mes	TM
P. Noviembre	70,743.19
P. Diciembre	91,349.16
P. Enero	45,061.37
P. Febrero	61,892.83
P. Marzo	28,144.18
TOTAL	297,190.73

Fuente: Datos de campo.

Según los datos mostrados en la tabla N° 51, se observa un total de producción de 297,190.73 Tm generado por la Pala 10 hacia el botadero y chancadora.

3.3.2. Productividad de la Pala CAT 6060 Fs - 11

Se presenta los datos de producción de la Pala 11 tomados en campo.

Tabla 52:

Total Producción Mensual Pala 11

Mes	TM
P. Noviembre	46,035.70
P. Diciembre	62,599.44
P. Enero	62,942.73
P. Febrero	31,656.83
P. Marzo	43,036.78
TOTAL	246,271.48

Fuente: Datos de campo.

Según los datos mostrados en la tabla N° 52, se observa un total de producción de 246,271.48 Tm generado por la Pala 11 hacia el botadero y chancadora.

3.3.3. Productividad de la Pala CAT 6060 Fs - 12

Se presenta los datos de producción de la Pala 12 tomados en campo.

Tabla 53

Total Producción Mensual Pala 12

Mes	TM
P. Noviembre	87,487.72
P. Diciembre	70,239.89
P. Enero	52,572.20
P. Febrero	43,600.33
P. Marzo	20,678.15
TOTAL	274,578.29

Fuente: Datos de campo.

Según los datos mostrados en la tabla N° 53, se observa un total de producción de 274,578.29 Tm generado por la SH-12 hacia el botadero y chancadora.

La Pala que genero mayor producción al botadero y chancadora, durante los 5 meses de monitoreo fue la Pala10 con un total de 297,190.73 Tm, seguida de la Pala 12 con 274,578.29 Tm y por último la Pala 11 con 246,271.48 Tm.

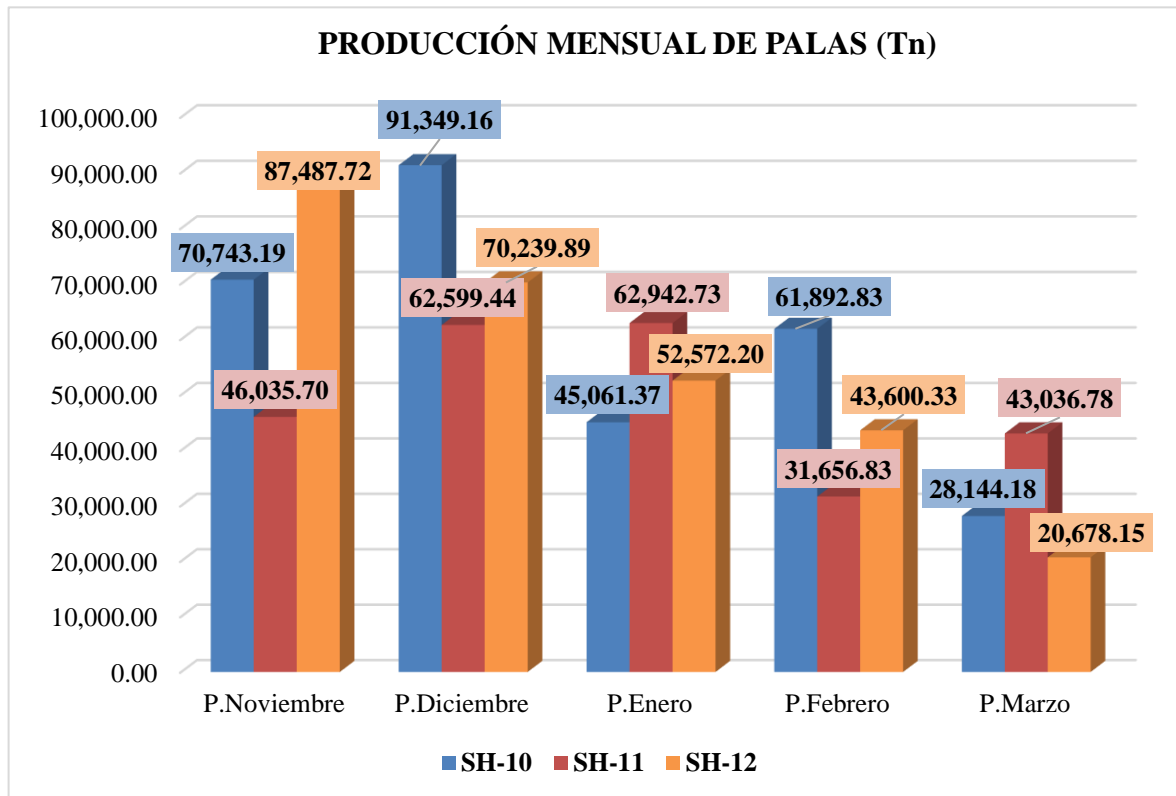


Ilustración 14: Análisis comparativo de la producción mensual de Palas CAT 6060.

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Resultados del análisis comparativo entre el uso de la disponibilidad y productividad de las Palas CAT 6060 Fs

A continuación, se presenta los datos del análisis comparativo entre el uso de la disponibilidad y la productividad de las Palas CAT 6060 Fs.

Tabla 54:

Uso de la Disponibilidad total (%)

Palas	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total (%)
SH-10	81.14	70.86	75.19	83.26	74.43	384.88
SH-11	79.66	79.89	82.30	80.22	77.12	399.19
SH-12	78.85	79.05	80.38	83.69	79.94	401.91

Fuente: Datos de campo.

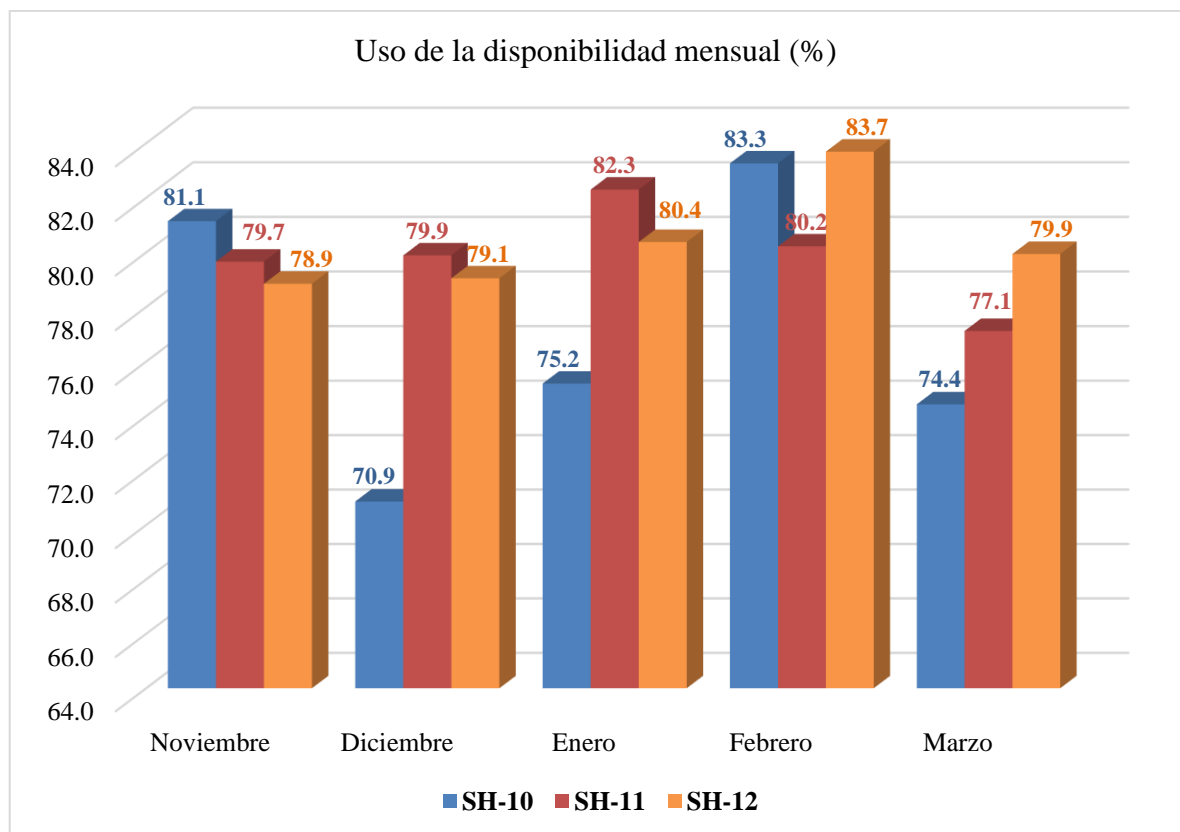


Ilustración 15: Gráfico comparativo entre el uso de la disponibilidad de las Palas CAT 6060.

Fuente: Elaboración propia.

La Pala 12, presento un mayor porcentaje de uso de disponibilidad durante los 5 meses de monitoreo.

Tabla 55:

Productividad total mensual de las Palas CAT 6060

Palas	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
10	70,743.19	91,349.16	45,061.37	61,892.83	28,144.18	297,190.73
11	46,035.70	62,599.44	62,942.73	31,656.83	43,036.78	246,271.48
12	87,487.72	70,239.89	52,572.20	43,600.33	20,678.15	274,578.29

Fuente: Datos de campo.

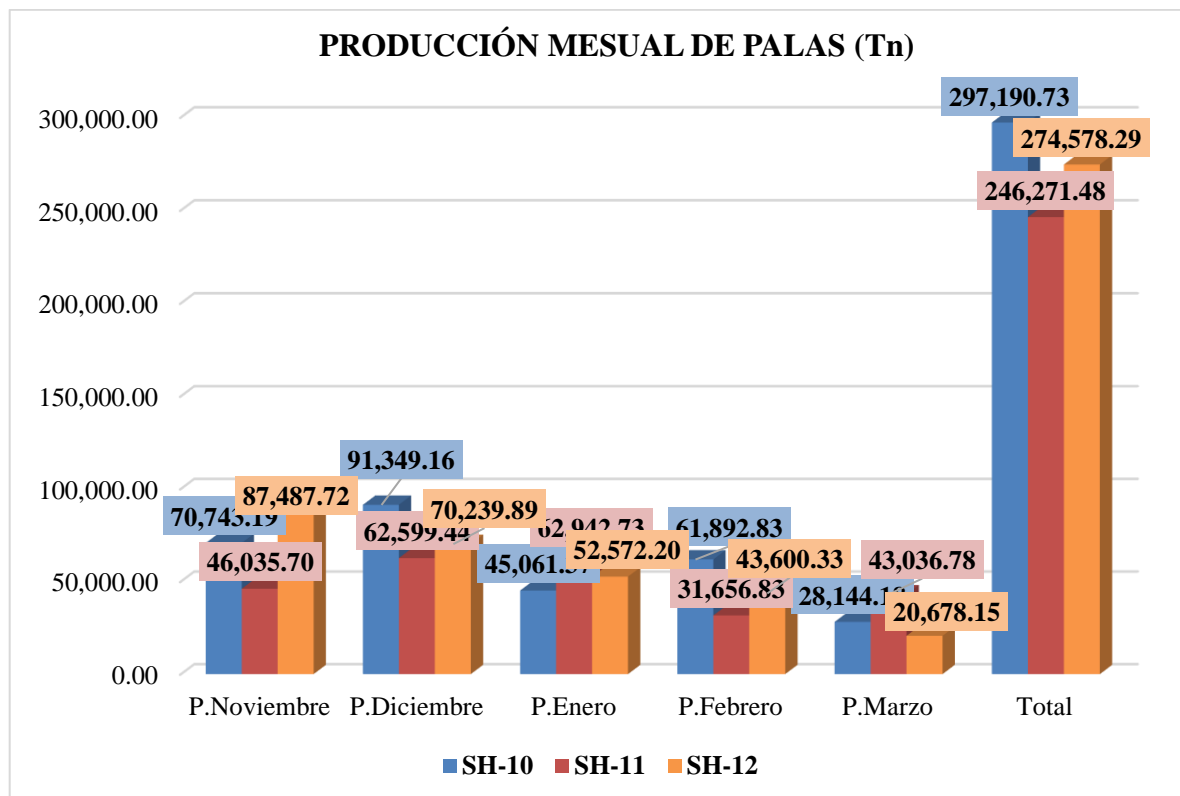


Ilustración 16: Gráfico comparativo de la producción mensual de Palas.

Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 16, se observa que la Pala que genero mayor producción al botadero y chancadora fue la Pala 10 seguida de la Pala 12.

Comparando el uso de la disponibilidad y la productividad de cada Pala, se observa que la Pala 12 tiene el mayor uso de la disponibilidad y generó una productividad elevada en comparación con la Pala 11.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Según los datos presentados en resultados respecto al uso de la disponibilidad calculada en base a la disponibilidad mecánica se observa que la Pala CAT 6060 Fs – 10 tuvo una diferencia de 53.8% en total durante los 5 meses de monitoreo es la que presento el menor porcentaje del uso de la disponibilidad.

Se identificó los tiempos y causas de los periodos de paradas no programadas que son uno de los factores que afectan el porcentaje de uso de la disponibilidad de los equipos de carguío, esto nos permitió calcular el total de tiempos de demora de todos los equipos en estudio, la pala 12 (959 horas) fue el equipo con mayor periodo de horas y la pala 10 (862 horas) el equipo con menor periodo de tiempo de paradas no programadas durante los 5 meses de monitoreo. Lo cual nos permite rechazar lo indicado por Apaza (2017), en su estudio de “Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chalarina en Minera Shahuindo S.A.C.” buscó alternativas para una mejor producción. La metodología se realizó mediante el estudio con datos de la operación actual, con técnicas y herramientas estadísticas que le permitieron conocer la utilización y disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo. Concluyó con un logro en la disminución de horas improductivas en las operaciones unitarias de carguío y acarreo. La disminución de tiempos improductivos solo es uno de los factores que puede influir en el porcentaje de uso de la disponibilidad de los equipos ya que en el análisis de nuestros resultados se observó que la Pala 12 presento mayor tiempo de demoras, pese a eso obtuvo un mayor porcentaje del uso de la disponibilidad.

En el análisis comparativo de la productividad entre las Palas CAT 6060 Fs, se identificó a la pala 10 con la mejor productividad durante el tiempo de monitoreo, sumando un total de 297,190.73 Tm. La pala 10 presentó el menor porcentaje de uso de disponibilidad, pero al mismo tiempo la menor cantidad de horas respecto a los periodos de parada no programados. Esto permite señalar que la productividad de los equipos se relaciona directamente con el tiempo de los periodos de parada no programados y no con el uso de la disponibilidad. Lo cual apoya lo señalado por Barrientos (2014) en su tesis denominada: “Análisis de factores operacionales en detenciones y productividad de sistema de carguío y transporte en minería a cielo abierto”, en cuyo trabajo se tiene como objetivo principal encontrar los cambios operacionales que tengan mejores resultados sobre las paradas programadas de cambio de turno y colación, y cómo estas afectan en la productividad diaria del sistema de carguío y transporte. La metodología del estudio corresponde a una recolección de los datos disponibles siguiendo restricciones físicas, luego un análisis exploratorio descriptivo y analítico modelando la relación entre las paradas en estudio y la productividad diaria. Los resultados indicaron que los días de mayor productividad son aquellos que poseen la menor duración de las paradas en estudio. Con los resultados obtenidos se logró encontrar una relación que aumenta la productividad y en consecuencia agregar valor a un sistema ya en funcionamiento, cumpliendo así el principal objetivo del estudio.

4.2 Conclusiones

- Se analizó el porcentaje de uso de la disponibilidad calculada en función de la disponibilidad mecánica de las 3 Palas CAT 6060 Fs, obteniendo como resultado que la Pala 10 es la que menor porcentaje de uso de disponibilidad presentó durante los 5 meses que se realizó el monitoreo en campo.
- Se identificó las causas de los periodos de parada no programados que son uno de los factores que afectan el uso de la disponibilidad, de las cuales se agrupó en 3: Periodos de Demoras, Periodos de equipo malogrado y Periodos de Stand by. Siendo la Pala 12 la que presentó un mayor número de horas (periodo de paradas no programadas) y la Pala 10 el menor.
- En el análisis comparativo entre la productividad de las 3 Palas, se identificó que la Pala 10 presentó la mejor productividad durante los 5 meses de monitoreo con un total de 297,190.73 Tm.
- Se realizó el análisis comparativo entre el uso de la disponibilidad y la productividad de las 3 Palas, la Pala 10 presentó la mayor productividad, pero su porcentaje de disponibilidad de uso fue el menor. Lo cual nos permite concluir que la productividad de los equipos está relacionada directamente con los periodos de parada no programados y no con el uso de la disponibilidad y la disponibilidad mecánica.

REFERENCIAS

Apaza, E. (2017). *“Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chalarina en Minera Shahuindo S.A.C.”*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Barrientos, V. (2014). *“Análisis de factores operacionales en detenciones y productividad de sistema de carguío y transporte en minería a cielo abierto”*. (tesis pre grado). Universidad de Chile. Chile.

Ficha técnica de la Pala CAT 6060 Fs, recuperado de :
https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/hydraulic-mining-shovels/hydraulic-mining-shovels/18313392.html

Ficha técnica del camión KOMATSU 930, recuperado de:
<http://maquqam.com/tecnicas/mineria-11994/komatsu/930e-4.html>

García, E. & Quintana, F. (2005). “Diseño Pre experimental”. Recuperado de :
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-97282013000300043

Marsili, Y. M., Fernández, L. F., & León, M. (2011). *“Análisis de Indicadores y Cálculo de la Efectividad de la Extracción y el Transporte de Mineral en la*

Mina de la Empresa CMDTE. Ernesto Che Guevara”. (trabajo de investigación).

Mauricio, G. (2015). *“Mejoramiento continuo en la gestión del ciclo de acarreo de camiones en minería a tajo abierto en Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cujane, Yanacocha, Alto Chicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapacay y Pucamarca”*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

Saldaña, A. (2013). *“Productividad en el ciclo de carguío y acarreo en el tajo Chaquicocha bajo clima severo - Minera Yanacocha”*. (tesis pre grado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

Parella, S. & Martins, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa*, Florencia, Venezuela. Recuperado de <https://www.docsity.com/es/disenotipo-nivel-y-modalidad-de-parella-y-martins/2733947/>

Rubio, E. (2010). *“Modelo para estimar la productividad de equipos de carguío a cielo abierto”*. (tesis pre grado). Universidad de Chile. Chile.

Vargas, R. (2009). *La Investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Vol. (33), p.161.*

ANEXOS

Anexo N° 01: Ficha técnica de la Pala CAT 6060 Fs

ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO PARA 6060/6060 FS	
USO	
Rendimiento del motor: SAE J1985	2236 kW
Carga útil del cucharón	61.2 t
Peso en orden de trabajo	990 t
Nota	Las especificaciones anteriores se aplican a la configuración de la pala frontal. También están disponibles las configuraciones de la retroexcavadora y sin la parte delantera.
SISTEMA HIDRÁULICO CON SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE LA BOMBA	
Presión máxima de desplazamiento	370 bar
Presión máxima: bombas de rotación	370 bar
Presión máxima: accesorio	320 bar
Flujo máximo de aceite: bombas de rotación	4 x 352 L/min (4 x 93 gal EE.UU./min)
Flujo de aceite máximo: bombas principales	4 x 1300 L/min (4 x 343 gal EE.UU./min)
Bombas de rotación	4 x bombas de placa oscilante reversibles
Capacidad del tanque hidráulico: aproximada	7100 l
Volumen total de aceite hidráulico: aproximado	9400 l
Características (1)	Corte de presión de las bombas principales
Bombas principales	4 x bombas de doble placa oscilante
Filtros	<ul style="list-style-type: none"> - Filtros de alta presión de flujo completo (100 µm) para las bombas principales instalados directamente detrás de cada bomba - Filtros de alta presión (200 µm) para el circuito de rotación cerrado - Filtros de flujo completo (10 µm) para todo el circuito de retorno - Filtros de presión (40 µm y 6 µm) para el

	<p>servocircuito</p> <ul style="list-style-type: none"> - Filtros de presión (40 µm) para las bombas de alimentación del circuito de rotación cerrado - Filtros de aceite de la transmisión (40 µm)
El sistema de administración de la bomba contiene:	<ul style="list-style-type: none"> - Control de límite de carga electrónico - Flujo según la demanda de bombas principales, según la posición de la palanca universal - Regulación automática de las bombas principales a flujo cero sin demanda - Reducción automática de rpm de la velocidad del motor durante los descansos - Reducción del flujo de aceite de las bombas principales ante alta temperatura del aceite hidráulico o alta temperatura del motor
Características (2)	Enfriamiento del aceite para engranaje de la transmisión de la bomba
ENFRIAMIENTO DE ACEITE HIDRÁULICO	
Características (1)	Sistema de enfriamiento completamente independiente de todos los circuitos principales; es decir, que la capacidad de enfriamiento controlado está disponible siempre que el motor está en funcionamiento
Características (3)	Eficiencia de enfriamiento extremadamente alta para garantizar una óptima temperatura del aceite
Flujo de aceite de las bombas de enfriamiento	4 × 488 L/min (4 × 129 gal EE UU /min)
Díámetro: ventilador	4 × 1.170 mm (4 × 46")
Componentes	Bombas de enfriamiento de engranajes para suministro de aceite de alto volumen y de baja presión hacia los ventiladores y enfriadores de aluminio
Características (2)	La velocidad del ventilador y el flujo de aceite a los enfriadores se controlan termostáticamente
CABINA DEL OPERADOR	
Componentes (11)	Escalera deslizante de emergencia (tipo descendente) con jaula

Componentes (3)	Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado montado debajo del techo
Dimensiones Internas de la cabina: ancho	1600 mm
Nivel de visión del operador: aproximado	7.6 m
Componentes (3)	Parabrisas con limpia/avaparabrisas intermitente paralelo
Dimensiones Internas de la cabina: longitud	2200 mm
Componentes (8)	Asiento auxiliar plegable con cinturón de seguridad
Componentes (13)	Persianas de rodillo en todas las ventanas
Componentes (1)	Asiento con amortiguación neumática y ajustes múltiples con soporte lumbar, cinturón de seguridad, apoyacabeza y apoyabrazos
Componentes (9)	Controles de palanca universal integrados en consolas del asiento ajustables de forma independiente
Componentes (8)	Interruptor en el cojín del asiento para neutralizar automáticamente los controles hidráulicos cuando el operador deja el asiento
Componentes (12)	Acceso a la máquina a través de la escalera de acceso, ángulo de la escalera retráctil de aproximadamente 45°, operado hidráulicamente
Componentes (4)	Vidrio de seguridad completo, parabrisas blindado y ventana lateral deslizante
Dimensiones Internas de la cabina: altura	2150 mm
Componentes (7)	Protectores solares externos en las ventanas laterales y traseras
Componentes (5)	Protector para el operador (protector superior aprobado según la norma ISO 10362:1998)
Sistema de panel de control (BCS III)	<p>Monitoreo electrónico, registro de datos y sistema de diagnóstico para observar los signos vitales y los datos de servicio de los motores, el sistema hidráulico y el sistema de lubricación, que tiene lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Panel de instrumentos resistente con pantalla táctil grande a color (12") para una manipulación intuitiva - Documentación en PDF en pantalla (por ejemplo, instrucciones de operación, manual técnico, catálogo de piezas de repuesto, diagrama de circuito eléctrico)

ACCESORIOS	
Todos los cucharones (FS y BH) están equipados con un paquete de desgaste que consta de lo siguiente: (2)	<ul style="list-style-type: none"> - Cubiertas protectoras del ala en las paredes laterales - Cubiertas protectoras de talones en los bordes inferiores
Tipo (3)	Paquetes de desgaste especiales para materiales altamente abrasivos a pedido
Todos los cucharones (FS y BH) están equipados con un paquete de desgaste que consta de lo siguiente: (1)	<ul style="list-style-type: none"> - Material de revestimiento especial que cubre las áreas de desgaste principales dentro y fuera del cucharón - Cubiertas protectoras del labio entre los dientes
Tipo (5)	Los procedimientos de soldadura permiten una contrasoldadura interna (soldadura de doble preparación) en donde sea posible
Tipo (1)	Pasarelas con guías en las plumas
Tipo (3)	Bajada sin presión de la pluma (FS y BH) y del brazo (FS) mediante una válvula de flotación
Tipo (7)	Las plumas y los brazos son resistentes a la torsión y tienen un diseño de caja soldada de acero de alta tensión con fundiciones de acero de gran tamaño en las áreas de pivote
Tipo (6)	Se han aliviado los esfuerzos en las plumas y los brazos después de la soldadura
Accesorio de pala con cinemática TriPower exclusiva que permite garantizar las siguientes características principales: (3)	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento constante de la pluma en todo el arco de levantamiento - Asistencia de fuerza de avance
Tipo (4)	Orificios de inspección en las plumas (FS y BH) y el brazo (FS)
Accesorio de pala con cinemática TriPower exclusiva que permite garantizar las siguientes características principales: (1)	<ul style="list-style-type: none"> - Limitador de retroceso automático para evitar demases de material - Ayuda cinemática para fuerzas hidráulicas
Tipo (2)	Protectores de los cilindros de pala (FS)
Accesorio de pala con cinemática TriPower exclusiva que permite garantizar las siguientes características principales: (2)	<ul style="list-style-type: none"> - Orientación horizontal automática de ángulo constante del cucharón - Orientación vertical automática de ángulo constante del cucharón

Cilindrada	58.6 l
Emisiones	Cumplimiento de normas de emisiones equivalentes a Tier 2 de la EPA de EE.UU.
Capacidad del tanque de combustible	13000 l
Componentes (5)	Ventilador del radiador impulsado hidráulicamente con velocidad del ventilador controlada electrónicamente
Componentes (3)	Filtros de aire de servicio pesado
Marca/modelo	2 x 3512C Cat
Carrera	215 mm
Componentes (2)	Filtro de combustible de dos etapas con separador de agua
Número de cilindros: cada motor	12
Calibre	170 mm
Alternadores	2 x 150 A
Componentes (1)	Separador de agua adicional de alta capacidad
Componentes (4)	Administración del motor microprocesada
Aspiración	Con turbocompresor y enfriador del aire a presión
Velocidad nominal	1.800 min ⁻¹ (1.800 rpm)
Altitud máxima sin reducción de potencia	3.500 m (11.500 pies) sobre el nivel del mar
Potencia neta: ISO 9249	2215 kW
Potencia bruta: SAEJ1995	2236 kW
Potencia neta: SAE J1349	2209 kW
MOTOR:	
Modelo de motor	2 x Cat® 3512C
Potencia bruta: SAEJ1995	2236 kW
Potencia neta: SAE J1349	2209 kW

FORMACIÓN DEL CARGUÍO	
CUCHARÓN	
Capacidad del cucharón: pala frontal (colmada de 2:1)	34 m ³
Capacidad del cucharón: retroexcavadora (colmada de 1:1)	34 m ³
ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	
Peso en orden de trabajo: pala frontal	590 t
SISTEMA ELÉCTRICO	

Fuente: Página web de CAT.

Anexo N° 02: Ficha técnica del camión KOMATSU 930

Vertedera

■ Ángulo de descarga	45 grados
■ Tiempo de elevación	21 seg.
■ Tiempo de bajada	23 seg.
■ Carga útil nominal	291659.9 kg
■ Capacidad de carga al ras del borde	171 m3
■ Capacidad de carga colmado	211 m3

Transmisión

■ Velocidad máxima	64.5 km/h
--------------------	-----------

Peso

■ Peso sin carga	210187 kg
■ Distribución del peso frontal sin carga	47 %
■ Distribución del peso trasero sin carga	53 %
■ Distribución del peso frontal con carga	33 %
■ Distribución del peso trasero con carga	67 %

Explotación	
■ Volumen de combustible	4542 l.
■ Volumen del fluido del sistema refrigerante	594 l.
■ Volumen del fluido del sistema de dirección	947 l.
■ Volumen del fluido del sistema hidráulico	1325 l.
■ Tamaño del neumático	53/80R63

Dimensiones	
■ Longitud Total	15600 mm
■ Anchura Total	8690 mm
■ Altura de gálibo	7370 mm
■ Eje de ruedas	6350 mm
■ Despeje sobre el suelo	940 mm
■ Altura de descarga	14020 mm
■ Despeje sobre el suelo de descargas	1550 mm

Fuente: Página web KOMATSU.

Anexo N° 03: Fotografías – evidencia del trabajo de campo



Foto 1: Pala CAT 6060 Fs en el frente de extracción.



Foto 2: Pala CAT 6060 Fs en proceso de carguío.



Foto 3: Pala CAT 6060 Fs Fs en mantenimiento programado.