

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería de Minas

“INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN AL APLICAR UN PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO DE CARGUÍO CON PALA HIDRÁULICA 6060 FS EN UNA MINA A TAJO ABIERTO UBICADA EN LA FRANJA METALOGENÉTICA XV”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Bach. Ana María Izquierdo Guevara
Bach. Carlos Orlando Chávez Gamboa

Asesor:

Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán

Cajamarca - Perú

2019

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA DE MINAS, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Izquierdo Guevara Ana María
- Chávez Gamboa Carlos Orlando

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: *"Incremento de la Producción al aplicar un Procedimiento Alternativo de Carguío con Pala Hidráulica 6060 FS en una mina a tajo abierto ubicada en la Franja Metalogenética XV"* para aspirar al título profesional de: Ingeniero de Minas por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: *Izquierdo Guevara Ana María y Chávez Gamboa Carlos Orlando* para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *"Incremento de la Producción al aplicar un Procedimiento Alternativo de Carguío con Pala Hidráulica 6060 FS en una mina a tajo abierto ubicada en la Franja Metalogenética XV"*.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León
Jurado
Presidente

Ing. Rafael Napoleón Ocas Boñón
Jurado

Ing. Oscar Arturo Vásquez
Mendoza
Jurado

DEDICATORIA

Ana María

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi amada madre, pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación. A mi padre, el cual a pesar de haberlo perdido hace diecinueve años, ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo. A mi hermanito Marcelo quien con sus palabras de aliento no me dejaba decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales. A mis hermanos y sobrinos quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos.

Carlos Orlando

Esta tesis la dedico con todo amor y cariño a mi esposa por su apoyo incondicional y por creer en mi capacidad para concluir mi carrera y lograr satisfactoriamente las metas trazadas. A mis hijos: Carlos, Sofía y María Fernanda por ser mi fuente de inspiración y motivación para poder superarme cada día más y así lograr mejores oportunidades en el ámbito profesional, demostrándoles que con esfuerzo, sacrificio y perseverancia todo se puede. A mi madre y hermanos por estar siempre a mi lado motivándome constantemente.

AGRADECIMIENTO

Ana María

A Dios, quien me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado. A mi familia quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio. De igual forma, a la Universidad Privada del Norte por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día. Y para finalizar, también agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

Carlos Orlando

Gracias a Dios por la vida y la oportunidad para poder concluir mi carrera profesional. Gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto trazado, especialmente a mi hijo Carlitos y a mi hermana Jenny por su apoyo y constante orientación. No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, paciencia y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Agradezco también a mis profesores por sus enseñanzas impartidas en las aulas, en especial al Ing. Shonel Cáceres Pérez por estar siempre presto a apoyarme. Por la culminación de la Tesis a nuestro Asesor Ing. Daniel Alva.

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE GRÁFICOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	29
1.3. OBJETIVOS	29
1.4.1. Objetivo general	29
1.4.2. Objetivos específicos	29
1.4. HIPÓTESIS	30
1.5.1. Hipótesis general	30
1.5.2. Hipótesis específica	30
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	30
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	30
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	31
2.2.1. POBLACIÓN	31
2.2.2. MUESTRA	31
2.2.3. UNIDAD DE ESTUDIO	31
2.2.4. MATERIALES, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS	31
2.3. PROCEDIMIENTO	32

CAPÍTULO 3. RESULTADOS	37
3.1. REDUCCIÓN DEL CICLO DE CARGUÍO	39
3.2. INCREMENTO DEL NÚMERO DE CAMIONES CARGADOS	41
3.3. INCREMENTO DEL TONELAJE CARGADO	43
CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	45
4.1. DISCUSIÓN	45
4.2. CONCLUSIONES	45
4.2.1. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS	47
ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: TONELADAS CARGADAS POR LA PALA HIDRÁULICA N° 13	28
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL COSTO EN MINERÍA A CIELO ABIERTO	27
FIGURA 2: FRANJA METALOGENÉTICA XV	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: CARGUÍO - OCTUBRE 2018	39
GRÁFICO 2: CARGUÍO - NOVIEMBRE 2018	39
GRÁFICO 3: CARGUÍO - DICIEMBRE 2018	40
GRÁFICO 4: CARGUÍO OCTUBRE - DICIEMBRE 2018	40
GRÁFICO 5: CAMIONES CARGADOS - OCTUBRE 2018	41
GRÁFICO 6: CAMIONES CARGADOS - NOVIEMBRE 2018	41
GRÁFICO 7: CAMIONES CARGADOS - DICIEMBRE 2018	42
GRÁFICO 8: CAMIONES CARGADOS OCTUBRE - DICIEMBRE 2018	42
GRÁFICO 9: TONELAJE - OCTUBRE 2018	43
GRÁFICO 10: TONELAJE - NOVIEMBRE 2018	43
GRÁFICO 11: TONELAJE - DICIEMBRE 2018	44
GRÁFICO 12: TONELAJE OCTUBRE – DICIEMBRE 2018	44

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo incrementar la producción al aplicar un procedimiento alternativo de carguío con pala hidráulica 6060 FS en una mina a tajo abierto ubicada en la Franja Metalogenética XV, perteneciente a Pórfidos-Skarns de Cu-Mo (Au, Zn) y depósitos de Cu-Au-Fe relacionados con intrusiones del Eoceno-Oligoceno, donde se aplicó una metodología aplicada, tipo experimental con diseño cuasi experimental porque se compararon datos de producción antes y después de la aplicación del procedimiento alternativo de carguío, donde los parámetros analizados fueron el tiempo de ciclo de carguío, el número de camiones cargados y el tonelaje.

El ciclo de carguío se redujo a 1.5 minutos en promedio, el número de camiones cargados se incrementaron de 2 a 4 camiones por hora con el procedimiento alternativo y el tonelaje se incrementó en aproximadamente 960 toneladas por hora.

Palabras claves: Producción, ciclo carguío, camiones, tonelaje.

ABSTRACT

The objective of this research is to increase production by applying an alternative loading procedure with 6060 FS hydraulic shovel in an open-pit mine located in Metallurgical Strip XV, belonging to Cu-Mo's Porphyry-Skarns (Au, Zn) and deposits of Cu-Au-Fe related to Eocene-Oligocene intrusions, where an applied methodology was applied, experimental type with quasi-experimental design because production data were compared before and after the application of the alternative loading procedure, where the parameters analyzed were the loading cycle time, the number of trucks loaded and the tonnage.

The loading cycle was reduced to 1.5 minutes on average, the number of loaded trucks increased from 2 to 4 trucks per hour with the alternative procedure and the tonnage increased by approximately 960 tons per hour.

Keywords: Production, loading cycle, trucks, tonnage.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad a nivel internacional la minería busca optimizar cada uno de sus procesos operativos; uno de éstos es la operación de carguío donde uno de los puntos críticos son los tiempos muertos, los cuales son: tiempo en cola del camión gigante para ser cargado, cuadrado del camión el cual tiene un promedio de 1.5 minutos, además el tiempo que demora en ser cargado, aproximadamente 2.5 minutos en promedio (Salazar, 2018).

En el mundo el carguío y acarreo es un tema muy importante debido a que esta actividad representa el costo más alto en minería ya que emplea equipos gigantes, que comprende el gasto de combustible, llantas y repuestos, este costo representa un 45% aproximado del costo de minado por ello es preciso tomar en cuenta a la optimización de flota como un proceso constante que va modificando según la eficiencia actual de los equipos. La industria minera en general exige mayor productividad y reducción de costos en todos sus procesos productivos.

Actualmente la minería en el Perú tiene una gama de empresas mineras entre las minas de gran escala se puede mencionar; Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, Alto Chicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapacay, Pucamarca, etc. En estas compañías la cantidad de camiones es considerable con respecto a los equipos de carguío y auxiliares.

Según nuestro punto de vista la utilización (U) de los camiones gigantes no sobrepasa el 90% eso es debido a muchos aspectos ya sea a selección de equipos de carguío y/o acarreo, vías en mal estado, tiempos muertos, diseño inadecuado de las vías y bermas, falta de liderazgo, dejadez del proceso debido al buen precio del metal en el mercado, etc. La Franja Metalogenética XV es una de las que tiene mayor potencial minero en el país. Incluyendo unidades mineras que albergan una cartera adicional de proyectos valorizada en US\$ 19.713 millones, más del 33% del total estimado en el ámbito nacional para los próximos años.

En Chile, Barreto (2016), presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil de Minas titulada: *"Criterios de Selección y Reemplazamiento de Equipo para la Construcción de Accesos y Plataformas en la Zona de El Teniente"* a la Universidad Nacional de Chile. Se ha elegido la política de reemplazo más óptimo, así como el tamaño de la maquinaria a utilizar, se busca el mínimo costo de operación. La influencia del costo de producción y sustitución del equipo es una variable sensible para prolongar o acortar el tiempo de sustitución del equipo. Si se incrementa en un 15% anual, la sustitución del equipo se acortará hasta el año 10, caso contrario ocurre cuando disminuye en un 15% anual, la sustitución del equipo se prolongará hasta el año 12.

En Guatemala Ríos (2013), presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero de Civil, titulada: *"Evaluación del Rendimiento de Diferentes Tipos de Rodaduras para la Optimización del Ciclo de Acarreo y Transporte del Material en Tunelería"* a la

Universidad de San Carlos de Guatemala, concluyó que dentro de las operaciones unitarias el acarreo y transporte es la que abarca mayor cantidad de análisis, ya que se encuentran directamente ligadas entre sí a través de un alto costo de ejecución, por lo tanto el dimensionamiento de la flota adecuada considera las dos operaciones unitarias como un conjunto, debiendo recurrir al análisis de distintas combinaciones de equipos. El trabajo respecto al ciclo de cargue y acarreo de material rocoso resultante de una voladura puede ser mejorado a través de la implementación de una carpeta de rodadura y procedimientos que garanticen el buen uso de la maquinaria y equipo. La ejecución de una carpeta de rodadura debe de ir ligada a una capacitación constante con el personal operativo para obtener una reducción de costos considerable, implementando de nuevos conocimientos en el manejo de la maquinaria. El alto costo inicial y el paro de actividades son razones por las cuales no se ejecuta un proyecto que garantice la producción continua, pero estadísticamente es posible optimizar costos de forma ascendente (mientras aumente el número de la flota de camiones y scooptram el ahorro sería mayor) solamente en lo referente a los neumáticos de la maquinaria.

En México Herrera (2013), presentó su Tesina para acreditar la materia de Experiencia Recepcional, titulada: *"Análisis del Desgaste Producido en una Punta de una Excavadora"* a la Universidad Veracruzana, en el cual explicó que las excavadoras son máquinas para trabajo pesado utilizadas para cavar trincheras y agujeros. Aunque en la actualidad gracias a la capacidad que han ido adquiriendo con el paso de los años, también pueden ser usadas para otras tareas tales como: el manejo de material, para hacer trabajos de silvicultura, demoliciones, levantamientos

y colocación de tubos u otros materiales pesados, taladrar el suelo, romper concreto, montaje de accesorios, etc. Dependiendo del tipo de construcción o del trabajo que se requiera realizar será el tamaño de la excavadora que se utilice las de tamaño pequeño (llamada mini excavadora o excavadora compacta), mediano y grande, el tamaño requerido también dependerá del tipo de terreno sobre el cual se va a trabajar. El trabajo primordial del motor de una excavadora es el manejo de bombas hidráulicas, por lo general son tres, las dos bombas principales sirven para suministrar el aceite y la tercera sirve para el control del operador, siendo está de más baja presión que las anteriores. Los componentes básicos de una excavadora incluyen, el tren de aterrizaje el cual incluye una lámina, pistas, marcos de pistas, tracción final la cual tiene un motor hidráulico y engranado a la tracción de las pistas individuales, la cabina del operador, contrapeso, motor, tanques de aceite hidráulico y combustible. Al igual que las mini excavadoras y retroexcavadoras, mayormente los constructores optan mejor por rentar este tipo de maquinarias, ya que el costo se reduce. Claro que esto dependerá del tiempo que requieran usarla, ya que podría darse el caso de que resulte mejor comprarla.

Mauricio (2015), presentó su Tesis para obtener el título de Magister en Ciencias titulada: *"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, Antapacay y Pucamarca"* a la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú. Concluyó que el método Six Sigma de mejoramiento continuo es una herramienta de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de

desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes. 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. Este proyecto se puede usar en toda mina a tajo abierto en operación antes, durante y después con el fin de mejorar un proceso a menor costo operacional, en otras palabras mejora continua es hacer las cosas bien según los estándares.

Marca (2014), presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero de Minas titulada: *“Análisis de la Disponibilidad y Rendimiento de los Equipos de Carguío y Transporte en la Empresa Contratista Smcgsa, Mina Colquijirca de SMBSA”* a la Universidad Nacional Jorge Basadre, Tacna, concluyó que los equipos de carguío compuesto por RE-18, RE- 79AL, RE-86AL y CH-01 arrojaron una producción promedio de: Ruta 01 (53,71 m³/h), Ruta 02 (53,18 m³/h), Ruta 03 (31,79 m³/h), y Ruta 04 (85,92 m³/h), demostrando que en el mes de Setiembre hubo problemas de bajo rendimiento en la Ruta 03. Los equipos de transporte compuesto por camiones Volvo FM 12 (8x4) de 20 m³ y camiones Komatsu de 40 m³, dio como producción de 100% de lo programado, demostrando deficiencia en los meses Agosto y Setiembre, donde la Ruta 01 faltó en cumplir lo calculado en un 22% y 27%.

Olazabal (2014), presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero de Minas titulada: *“Factibilidad del Cambio de Sistema de Control de Mina en la Unidad Minera Toquepala”* a la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, el presente

trabajo justificó la factibilidad y viabilidad económica del cambio tecnológico de pasar de un Sistema de Control de Mina que fue el “Modular” a un sistema de control de mina mucho más interactivo, moderno y con tecnología de punta de nombre Minestar. Las decisiones que motivaron este cambio son básicamente el incremento en la flota de la mina, el cambio de sistema de transporte de mineral mediante fajas, el obsoleto sistema dinámico de distribución de volquetes que tiene el sistema Modular, mala distribución de los volquetes para abastecer combustible, Perforadoras eléctricas perdían señal y conectividad con el GPS y Satélites al perforar especialmente en la parte del fondo de mina (Fase 3), cabe recordar que el Sistema de control de Mina Modular es un sistema de una tecnología 20 años atrás. La tesis consiste en describir el sistema actual y el sistema que se está implementando y dar una justificación económica del cambio tecnológico expresado en producción, productividad y horas hombres, reduciendo costos de minado por tonelada. En Julio del 2013 el sistema Minestar operaba a la par con el sistema oficial que era el “Modular”. En esa etapa se determinó las falencias del programa, cobertura de comunicación en toda la mina y ajustes a las particularidades de la Mina ya sea Trenes, Volquetes Komatsu (ya que es un sistema de Caterpillar se buscó la compatibilidad entre ambos). Desde Enero del 2014 ya se encuentra implementado y en funcionamiento al 100% comandando todos los equipos de la mina.

Martínez (2015), presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial titulada: *“Proponer una gestión de mantenimiento para todos los equipos de línea amarilla de una empresa que brinda servicio en alquiler de maquinaria a Minera Yanacocha”* a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Lima. Se concluye

que la empresa carece de un sistema integral de mantenimiento. Para esto se propuso herramientas específicas como: Reorganización de organigrama, para definir las actividades; Check List, para recolección de datos; Historial de mantenimientos, para hacer seguimiento a las máquinas y lo que interactúa con ellas. Con estas herramientas estamos seguros que la integración de las gestiones de abastecimiento de insumos/repuestos conjunto con las gestiones de Mantenimiento: preventivo, correctivo y predictivo, van a poder integrarse e interactuar dentro de la "Gestión de Mantenimiento".

Chau (2013), presentó su Tesis para obtener el título de Magister titulada: "*Gestión del Mantenimiento de Equipos en Proyectos de Movimiento de Tierras de una empresa Cajamarquina dedicada a la Minería*" a la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú. Se concluyó que la solución a través de software de sistemas integrados tiene que enfocarse a mejorar la gestión administrativa y operativa de activo fijo, mantenimiento, almacenes, compras, finanzas y contabilidad, buscando implementar las mejores prácticas en los procesos propios del software, permitiendo que se tenga la información y procesos con las siguientes características: Unificados (en un solo sistema), Estandarizados (en un mismo formato), Detallados (que puede llegar al nivel de detalle que se requiera), Disponibles (en cualquier momento y lugar y por el usuario indicado a quien pueda requerir), En línea (información actual) y Base para análisis y oportuna toma de decisiones.

Rodríguez (2012), presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial titulada: "*Propuesta de Mejora de la Gestión de Mantenimiento Basado en la Mantenibilidad de Equipos de Acarreo de una Empresa Minera de Cajamarca*" a la Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Se concluyó que, la propuesta de mejora será aplicada en el área involucrada con la gestión de mantenimiento. Al comprobar la factibilidad de la propuesta de mejora con un VAN de \$ 15'402,040.02 siendo mayor que cero, permite afirmar que el proyecto rinde una tasa mayor que la exigida y por ende el proyecto es aceptable luego de haber comparado el ahorro que tendríamos aplicando los indicadores con la situación actual y lo óptimo que tendría que medir la empresa.

Las franjas metalogenéticas representan épocas de mineralización que se extienden a lo largo de sistemas de fallas regionales y litologías que han favorecido la mineralización de depósitos minerales. De esta manera, Quispe *et al.* (2008) definió 23 franjas metalogenéticas. La mayoría de los sistemas de fallas que controlan las franjas metalogenéticas en el centro y sur del Perú, tienen orientaciones principalmente NO-SE. Su origen se les asocia con la disgregación cortical del *rift* Permo-Triásico (Mégard, 1973, 1978; Laubacher, 1978; Noble *et al.*, 1978; Dalmayrac *et al.*, 1980; Kontak *et al.*, 1985; Rosas y Fonboté, 1995; Rosas *et al.*, 1997; Jacay *et al.*, 1999; Carlotto *et al.*, 2000; Carlotto *et al.*, 2004), caracterizado por actividad magmática alcalina del Grupo Mitu y presencia de granitoides de la misma edad en su eje axial (Carlotto *et al.*, 2004). Entre los sistemas de fallas reconocidas como permo-triásicas se puede mencionar a Cerro de Pasco-Ayacucho,

Satipo-Pangoa-San Francisco, Abancay-Andahuaylas-Totos-Licapa, Puyentimari, Tamburco-Patacancha y Urcos-Sicuani-Ayaviri. Otros sistemas de fallas de igual categoría son los que se extienden a lo largo del Batolito de Pataz, relacionados con la tectónica eoherciniana, así como, los sistemas de fallas Punre-Canchis-Magistral y Cordillera Blanca, en el Norte del Perú. En el sector central occidental destacan los sistemas de fallas Chonta, Churín-San Mateo, Tapacocha y Conchao-Cocachacra. Mientras que en el sur del Perú se tienen a los sistemas de fallas Ica-Islay-Ilo, Cincha-Lluta, Incapuquio, Abancay-Condoroma-Caylloma y CuscoLagunillas-Mañazo. Dada la escala regional del mapa metalognético, las 23 franjas metalogenéticas no incluyen depósitos particulares como Tarpuy (Fe alojado en el Complejo Basal de la Costa), Huancapayac (depósitos de Cu-Ni en secuencias del Complejo Marañón), Tapo (Cr-Ni hospedado en rocas ultrabásicas Precámbricas?), Negra Huanusha (Cu-V alojado en capas rojas del Grupo Mitu) y depósitos de uranio (Macusani, Vilcabamba, Chaullay y otros).

El Procedimiento Alternativo, como parte del proceso de autoevaluación institucional, es un instrumento de gestión que se elabora con el fin de que establezca las estrategias para lograr los estándares de calidad de la gestión, que están relacionados con las condiciones que debe proveer una empresa. Se elabora teniendo en cuenta el logro de todos y cada uno de los estándares de gestión. La duración de su implementación es variable, dependiendo de la cantidad de acciones de mejora que se requiera, de la disponibilidad de recursos e incluso de la labor de la empresa.

El procedimiento alternativo integra la decisión estratégica sobre cuáles son los cambios que deben incorporarse a los diferentes procesos de la organización, para que sean traducidos en un mejor servicio percibido. Dicho procedimiento, además de servir de base para la detección de mejoras, debe permitir el control y seguimiento de las diferentes acciones a desarrollar, así como la incorporación de acciones correctoras ante posibles contingencias no previstas.

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).

En el área de carguío es necesario conocer las siguientes consideraciones para mejorar la productividad: A mejor carga útil o payload, mayor productividad (depende del tipo de camión); a mejor uso del equipo (menos demoras) mayor productividad; a menor tiempo de carguío, mayor productividad (depende del tipo de camión); y con mejores condiciones para el cuadrado de camiones (menor tiempo de cuadrado o spot), mayor productividad.

Simultáneamente en el área de acarreo se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones: A mejor carga útil o payload, mayor productividad; a mayor distancia y velocidad, mayor productividad; y a mejor uso del equipo (menos demoras) mayor productividad.

La productividad es un indicador que mide la relación entre los resultados logrados y los recursos utilizados:

El concepto de productividad implica, de una parte, la interacción entre los distintos factores en la estación de trabajo. Por otra parte, la producción obtenida o el resultado logrado está relacionado con la magnitud de los insumos o los recursos utilizados; por ejemplo: la cantidad de horas trabajadas, la cantidad de material utilizado, el capital de trabajo utilizado. Consecuentemente, los índices de productividad están sujetos a la participación de una serie combinada de factores de producción. La utilización de estos factores, corresponden, entre otros a: la cantidad, calidad y especificaciones técnicas de los materiales, la escala de las operaciones, el nivel de utilización de la capacidad efectiva de trabajo, la disponibilidad y calidad de la mano de obra, la gestión y acciones de motivación y capacitación, el diseño de las operaciones y procesos, el control de la puesta en práctica (Marca, 2014).

Refiriéndose al concepto de productividad total, expresan que se puede utilizar para describir la productividad de una organización en su totalidad, o incluso de una nación. En el campo de la minería, la particularidad del trabajo minero en el interior del túnel, exige además de las medidas preventivas del trabajador, también de las disposiciones para la confiabilidad de los procesos que conforman el sistema de producción. La manera de cómo estos factores se relacionan entre sí, tiene un importante efecto sobre la productividad resultante, medida según cualquiera de los índices que le sean aplicables (Marca, 2014).

La producción, el rendimiento, los resultados y el costo son componentes del esfuerzo de productividad. La medición de la productividad se efectúa teniendo en consideración a los propósitos de la medición y también a la disponibilidad de datos fiables. Hay varias formas de medir la productividad, y de allí su clasificación (Marca, 2014): Productividad parcial, cuando la medición relaciona la variable resultado con una variable de entrada o recurso; productividad multifactorial, cuando la variable resultado se relaciona con dos o más recursos de entrada; y la productividad total, cuando la variable resultado se relaciona entre el total de las variables de entrada o de los recursos comprometidos.

Los aumentos en la productividad deben contribuir a una disminución en los costos, con la cual posibilita a la Empresa hacerla más competitiva para el posicionamiento del mercado y la obtención de mayores beneficios.

En los procesos de producción, tanto de bienes o de servicios, los costos mantendrán un comportamiento de su participación según correspondan su pertinencia como costos fijos o costos variables. Así tendremos que aquellos procesos que requieren de mayores inversiones en maquinarias y equipos, como son los procesos mecanizados o automatizados, tendrán que buscar maximizar su producción, para lograr una ventaja competitiva, en consideración a un menor costo fijo por unidad de producción (Marca, 2014).

En cuanto a los equipos involucrados en el proceso de carguío y acarreo, como se mencionó anteriormente, este proceso productivo es el más influyente en los costos de operación, por lo que es de gran importancia garantizar un ambiente de operación apto para lograr los mejores rendimientos de los equipos involucrados, tanto en la parte física (material, equipos, mantención, disponibilidad, insumos, etc.), como en la parte humana (operadores, mantenedores, supervisores de campo y de soporte de personal de Dispatch, etc.) (Ríos, 2013). Estos equipos mineros son: Equipos de carguío: Pala Hidráulica CAT 6060 FS; equipos de acarreo: Camión Komatsu 930E – 4SE; y equipos auxiliares: Tractor CAT D11, Tractor sobre ruedas CAT 844.

En minería a cielo abierto, uno de los equipos de carguío más utilizado es la Pala Hidráulica, ya que son de bajo costo por unidad de producción y requieren de grandes volúmenes de material volado porque tienen poca movilidad para trabajar en varios frentes de carguío al mismo tiempo, son flexibles debido a que puede combinarse con varios modelos de camiones (Ríos, 2013).

El camión corresponde a la unidad de transporte utilizada en explotación de minas a tajo abierto. Los camiones mineros están especialmente diseñados para acarrear tonelajes mayores, hasta 260 Ton. Los equipos de transporte trasladan el material a su destino final, ya sea a botaderos, planta o pad (Ríos, 2013).

Dentro de los factores del tiempo tenemos al tiempo operativo que es, en que el equipo está entregado a su operador y en condiciones de realizar la labor programada. Este tiempo se divide en: Tiempo efectivo que corresponde al tiempo en que el equipo está desarrollando sin inconvenientes la labor programada; tiempo de pérdidas operacionales que corresponde al tiempo en que el equipo, estando operativo, realiza otras labores, tales como traslados, esperas de equipo complementario, etc.; y por último el tiempo de reserva que corresponde al tiempo en que el equipo, estando en condiciones de realizar la labor productiva, no es utilizado, ya sea porque no hay un operador disponible, o bien, simplemente porque no se ha considerado su operación en los programas de producción para el período actual (Olazabal, 2014).

En cuanto a la evaluación económica de carguío y transporte en una operación minera, las etapas de carguío y transporte son las más relevantes desde un punto de vista de costos asociados a la adquisición (inversión) y operación.

En el caso de minas a cielo abierto, significan más del 50% del costo total de extracción. Por lo tanto, cualquier iniciativa tendiente a optimizar los costos de carguío y transporte puede derivar en una mejor gestión de la operación minera.

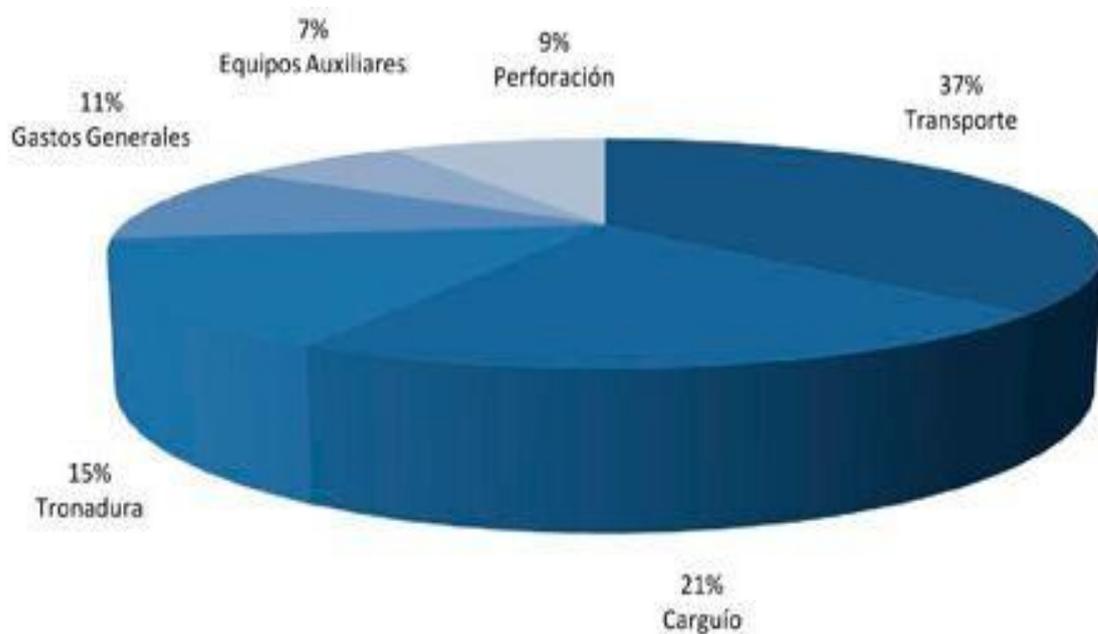


Figura 1

Distribución Porcentual del Costo en Minería a cielo abierto.

Fuente: Codelcoeduca.cl

Detalle de toneladas cargadas por la Pala Hidráulica N° 13 en el periodo comprendido a partir de Enero hasta Octubre del año 2018, en una mina a tajo abierto ubicada en la Franja Metalogenética XV.

TABLA 1

TONELADAS CARGADAS POR LA PALA HIDRÁULICA N° 13

MES	DIA		NOCHE		TOTAL TON	TOTAL CARGAS
	TON	CARGAS	TON	CARGAS		
Enero	609,872	2124	792,999	2,812	1,402,871	4,936
Febrero	540,658	1898	577,142	2010	1,117,799	3908
Marzo	637,921	2200	727,197	2511	1,365,118	4711
Abril	635,633	2139	718,749	2434	1,354,382	4573
Mayo	762,634	2573	751,845	2550	1,514,479	5123
Junio	713,995	2375	750,141	2486	1,464,135	4861
Julio	834,231	2649	793,519	2545	1,627,751	5194
Agosto	778,401	2555	851,418	2827	1,629,819	5382
Setiembre	610,763	1974	725,010	2337	1,335,773	4311

Fuente: Elaboración propia.

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿De qué manera se incrementará la producción al aplicar un procedimiento alternativo de carguío con pala hidráulica 6060 FS en una mina a tajo abierto ubicada en la Franja Metalogenética XV?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Incrementar la producción al aplicar un procedimiento alternativo de carguío con pala hidráulica 6060 FS en las operaciones de una mina a tajo abierto ubicada en la Franja Metalogenética XV.

1.3.2. Objetivos específicos

- Reducir el tiempo del ciclo de carguío en una mina a tajo abierto ubicada en la Franja Metalogenética XV.
- Incrementar el número de camiones cargados por día.
- Incrementar el tonelaje cargado.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

La aplicación de un procedimiento alternativo de carguío con pala hidráulica 6060 FS incrementará la producción en una mina a tajo abierto ubicada en la Franja Metalogenética XV.

1.4.2. Hipótesis específica

La aplicación de un procedimiento alternativo de carguío reducirá los tiempos en el proceso de carguío, incrementará el número de camiones cargados por hora, e incrementará el tonelaje cargado, en una mina a tajo abierto ubicada en la Franja Metalogenética XV.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es aplicada, tipo experimental con diseño cuasi experimental porque se van a comparar datos de producción antes y después de la aplicación del procedimiento alternativo de carguío.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.2.1. Población:

Producción de Carguío de una mina a tajo abierto ubicada en la Franja Metalogenética XV.

2.2.2. Muestra:

Producción de carguío de la pala hidráulica 6060 FS N° 13, durante los meses de octubre a diciembre del 2018 en una mina a tajo abierto ubicada en la Franja Metalogenética XV.

2.2.3. Unidad de Estudio:

Ciclo de carguío en minutos, camiones cargados por hora, tonelaje cargado por hora.

2.2.4. Materiales, Instrumentos y Métodos:

Depuración de Datos: Para seleccionar las actividades de los equipos se depuraron los datos, se hizo mediante el programa Excel.

Aplicación Programa Análisis de Resultados: Se usarán cuadros comparativos entre los resultados de productividad de los equipos de carguío.

Interpretar los Datos: Al comparar datos con los estándares definiremos la varianza de rendimiento en los equipos de carguío.

El método empleado es el análisis sistemático de la información procesada en el programa Excel, y para datos se usará el software MINITAB, en la cual se realizará la tabulación de datos y elaboración de gráficos estadísticos para analizar la información.

2.3. PROCEDIMIENTO

Para la obtención de resultados se realizará un análisis de los datos obtenidos durante el último trimestre del año 2018 correspondiente a la Pala Hidráulica N° 13. Primero se hará un ajuste en el tiempo de espera de cada camión, ya que gracias a este nuevo método es que se podrá aumentar el tonelaje de carguío por día y por ende se logrará cargar más camiones; y por lo tanto se obtendrá una mayor rentabilidad económica.

Este proceso se realizará haciendo la comparación en una mina a tajo abierto ubicada en la Franja Metalogenética XV, realizándolo un día con el método tradicional usado en la mina y el día siguiente con el método propuesto, durante todos los meses trabajados y luego compararlo ya de forma global con todos los datos haciendo un análisis anual. La densidad promedio del material donde se trabajó es de 3.3 gr/cm^3 .

Procedimiento Actual (A) - Carguío de Mineral con Pala Hidráulica 6060 FS.

1. No permitir personas o equipos ajenos a la operación a menos de 50 metros del radio de influencia.
2. La distancia de la pala al frente de trabajo no debe ser menor al espacio que ocupa el balde entre la oruga y el pie del talud del frente de carguío.
3. Aproxime la pala hasta que considere, pueda coger el material del frente sin retraer ni extender la herramienta de trabajo hasta sus límites.
4. Comunique que se encuentra ubicado en el frente de trabajo y listo para realizar el carguío.
5. Maniobre y empuje, hasta que los dientes del balde toquen el terreno a minar.
6. Efectúe el llenado del balde por capas de arriba hacia abajo en todo momento cuando sea factible y el terreno lo permita.
7. Llene el balde gradualmente y en función al tipo de material.
8. Cuando haya terminado el llenado, retraiga el mango, para permitir el libre giro, en el frente de trabajo.
9. El camión ingresará cuando el operador de pala presente el balde previa comunicación ida y vuelta, para ambos lados.
10. Manteniendo el balde por encima de la altura de la tolva del camión, controle el giro hasta ubicar el balde para guiar el correcto estacionamiento del camión.
11. Coloque el balde a la altura donde sea posible abrir la mandíbula sin golpear al camión.

12. Retire el balde de encima de la tolva girando en dirección al frente de minado, para iniciar nuevamente el llenado de balde.
13. Para carguío de bolones se realizará en la segunda pasada y manteniendo la comunicación con el operador de camión.
14. Para el Carguío por el lado izquierdo, lado visible tanto para el operador del camión como el operador de la pala, el operador de la pala presentará el balde cargado al camión para que este pueda ingresar. El operador del camión realiza su ingreso en sentido horario a la zona de carguío únicamente si la pala le presenta el balde cargado.
15. El operador de la pala tocará la bocina una vez posicionada el camión para inicio y término de carguío.
16. NUNCA ponga el balde a la altura de la cabina del operador de camión.
17. NUNCA sobrecargue un camión, la carga debe quedar situada en la parte central de la tolva y sin reboses.
18. Se recomienda realizar todo tipo de trabajo en un nivel que más se aproxime a cero, pero si las circunstancias lo requiere se realizará trabajos en un desnivel que no exceda el 0.5° u 8.7% (tomar en cuenta esta recomendación con responsabilidad).
19. En caso de emergencia, dé un toque largo de bocina.
20. El operador debe estar atento a las señales indicadoras del equipo.

Procedimiento Alternativo (B) - Carguío de Mineral con Pala Hidráulica 6060

FS.

1. No permitir personas o equipos ajenos a la operación a menos de 50 metros del radio de influencia.
2. La distancia de la pala al frente de trabajo no debe ser menor al espacio que ocupa el balde entre la oruga y el pie del talud del frente de carguío.
3. Aproxime la pala hasta que considere, pueda coger el material del frente sin retraer ni extender la herramienta de trabajo hasta sus límites.
4. Comunique que se encuentra ubicado en el frente de trabajo y listo para realizar el carguío.
5. Cuando haya terminado el llenado, retraiga el mango, para permitir el libre giro, en el frente de trabajo.
6. El camión ingresará cuando el operador de pala presente el balde previa comunicación ida y vuelta, para ambos lados.
7. Manteniendo el balde por encima de la altura de la tolva del camión, controle el giro hasta ubicar el balde para guiar el correcto estacionamiento del camión.
8. Coloque el balde a la altura donde sea posible abrir la mandíbula sin golpear al camión.
9. Retire el balde de encima de la tolva girando en dirección al frente de minado, para iniciar nuevamente el llenado de balde.

10. Para carguío de bolones se realizará en la segunda pasada y manteniendo la comunicación con el operador de camión.
11. Para el carguío por el lado derecho (lado ciego), tanto para el operador de camión como de la pala. El operador de la pala presentará el balde cargado, el camión realizará su ingreso en sentido horario únicamente cuando la pala presente el balde cargado, puede acercarse en marcha hacia atrás a una distancia prudente de la zona de carguío.
12. Para evitar el acercamiento a la pala debe de guardar distancia guiándose por los conos colgados en el balde.
13. El operador de la pala tocará la bocina una vez posicionado para inicio y término de carguío.
14. La pala descarga el material cuando el camión ya este posicionado,
15. El operador de la pala tocará la bocina una vez posicionada el camión para inicio y término de carguío.
16. NUNCA ponga el balde a la altura de la cabina del operador de camión.
17. NUNCA sobrecargue un camión, la carga debe quedar situada en la parte central de la tolva y sin reboses.
18. En caso de emergencia, dé un toque largo de bocina.
19. El operador debe estar atento a las señales indicadoras del equipo.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

Franja Metalogenética XV

Es una franja de Pórfidos-Skarns de Cu-Mo (Au, Zn) y depósitos de Cu-Au-Fe relacionados con intrusiones del Eoceno-Oligoceno. Se ubica entre la Cordillera Occidental y el Altiplano de las regiones de Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno. La mineralización está relacionada con granitoides dioríticos a granodioríticos del Batolito Andahuaylas-Yauri del Eoceno-Oligoceno, emplazados en condiciones transpresionales (Carlotto, 1999; Perelló *et al.*, 2003) y controlados, por los sistemas de fallas Urcos-Sicuani-Ayaviri, Cusco-Lagunillas-Mañazo, AbancayAndahuaylas-Totos-Chincheros-Licapa y Abancay-Condorama-Caylloma. Los intrusivos intermedios a ácidos están relacionados con la mineralización Cu-Mo (Au) y en el contacto con secuencias carbonatadas del Albiano-Turoniano desarrollan cuerpos de skarn de Cu-Zn. Los intrusivos más básicos están relacionados con las mineralizaciones de Fe-Cu-Au, que se presentan a manera de cuerpos, en el contacto con secuencias carbonatadas del Albiano-Turoniano y vetas principalmente de Au-Cu en los intrusivos. Los depósitos más representativos de esta franja son Tintaya, Kananga, Las Bambas, Cotabambas, Morosayhuas, Antapacay, Haqira, Los Chancas, Antillas, Trapiche, entre otros. Las edades de mineralización están registradas entre 42 y 30 Ma. Es importante mencionar que en el dominio del sistema de fallas Urcos-Sicuani-Ayaviri, se tienen cuencas continentales sin-orogénicas (Carlotto *et al.*, 2005), con mineralización de Cu tipo "Red Bed" alojada en capas rojas del Eoceno-Oligoceno del Grupo San Jerónimo y relacionada con el Batolito Andahuaylas-Yauri (Loza, 2004). Los depósitos más importantes de este género se ubican en las localidades de Tambomachay, Ushpa, Tipon y Anta.

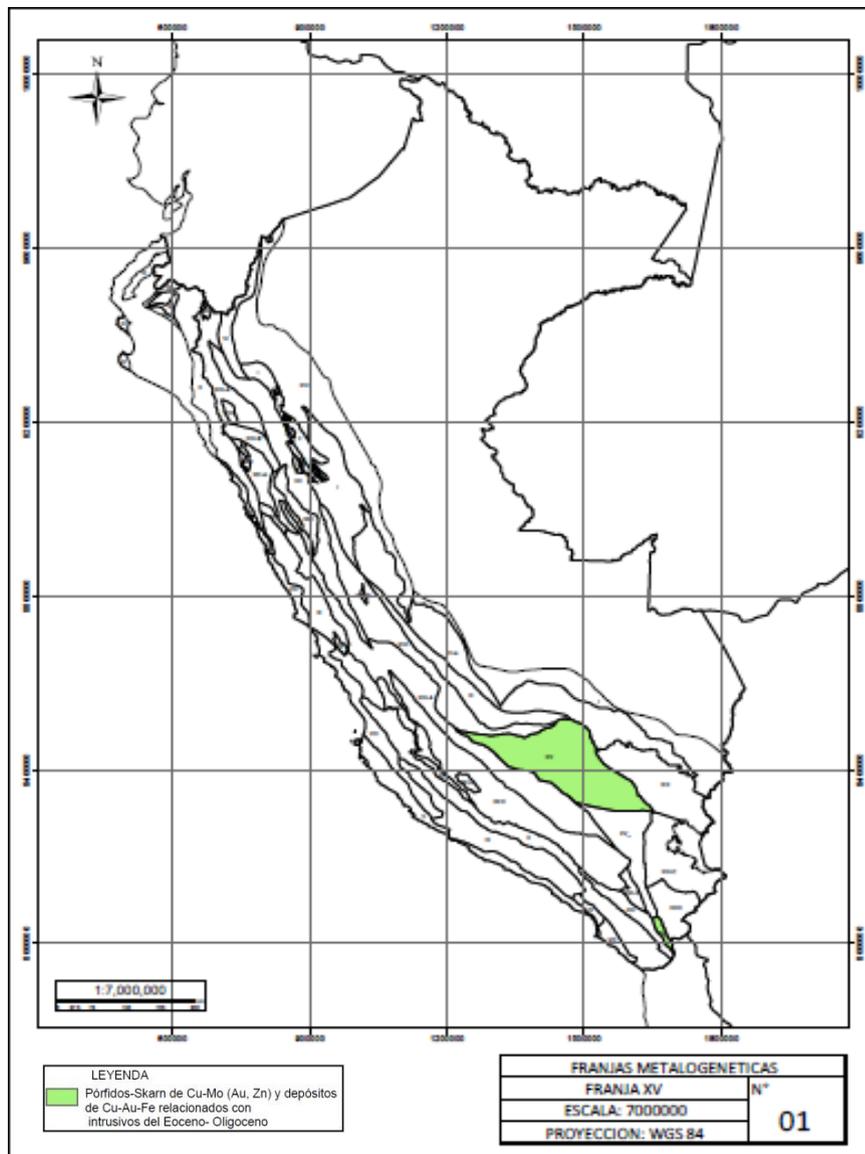


Figura 2

Franja Metalogenética XV.

Fuente: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET

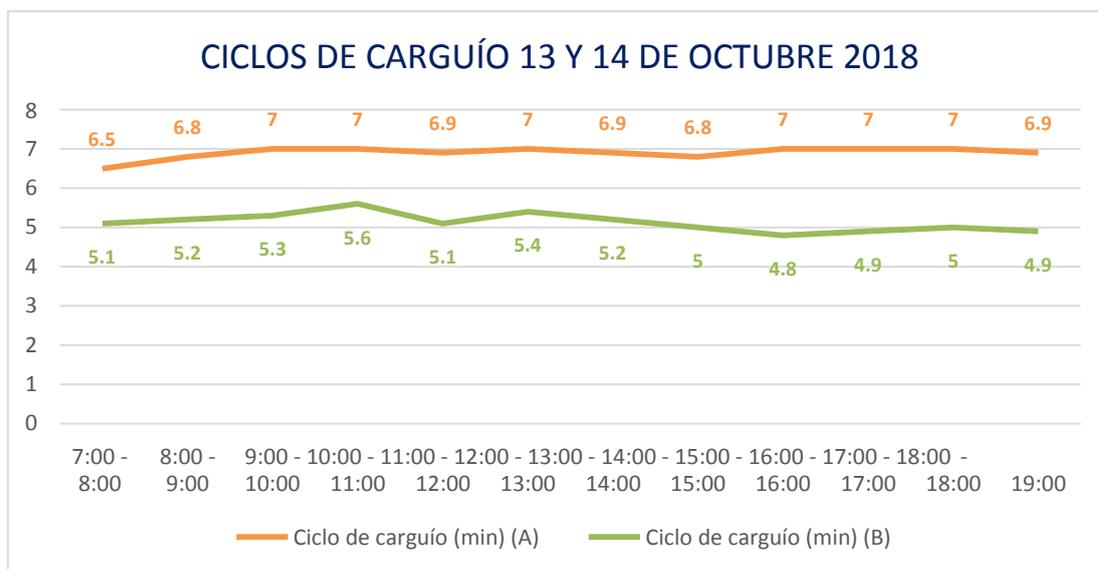
Los equipos que se utilizaron para la obtención de los resultados son:

- Equipo de carguío: Pala Hidráulica CAT 6060 FS.
- Equipo de acarreo: Camión KOMATSU 930E – 4SE.

3.1. REDUCCIÓN DEL CICLO DE CARGUÍO

GRÁFICO 1

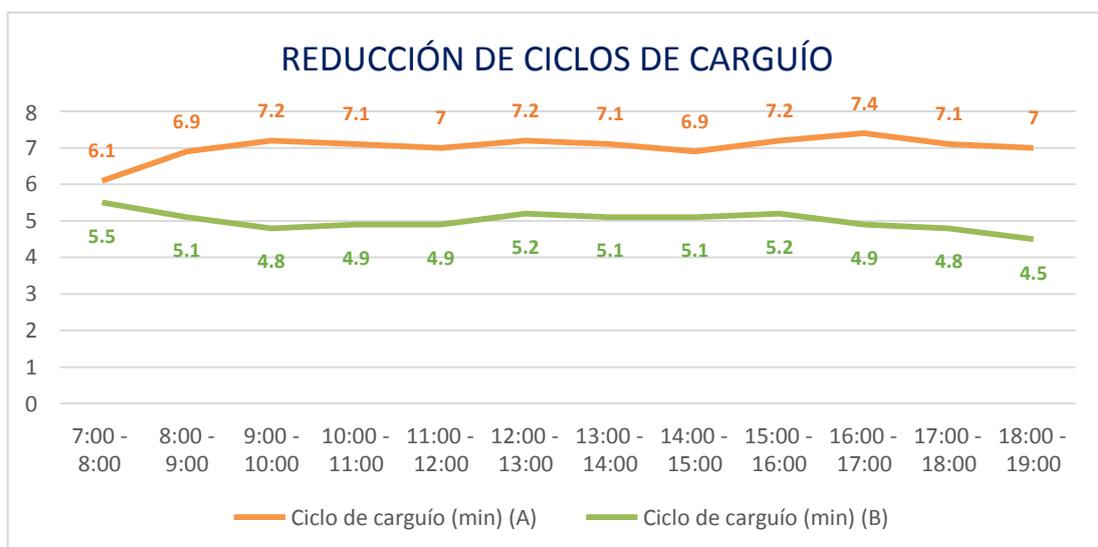
CARGUÍO - OCTUBRE 2018



El ciclo de carguío se reduce en aproximadamente 1.8 minutos.

GRÁFICO 2

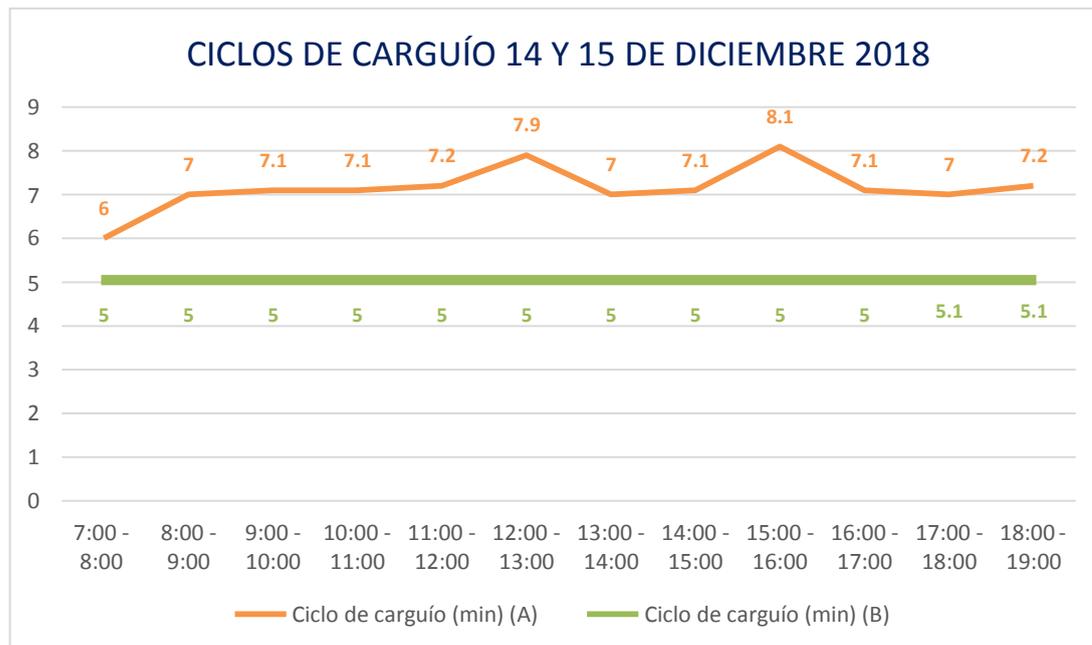
CARGUÍO - NOVIEMBRE 2018



El ciclo de carguío se reduce en aproximadamente 2 minutos.

GRÁFICO 3

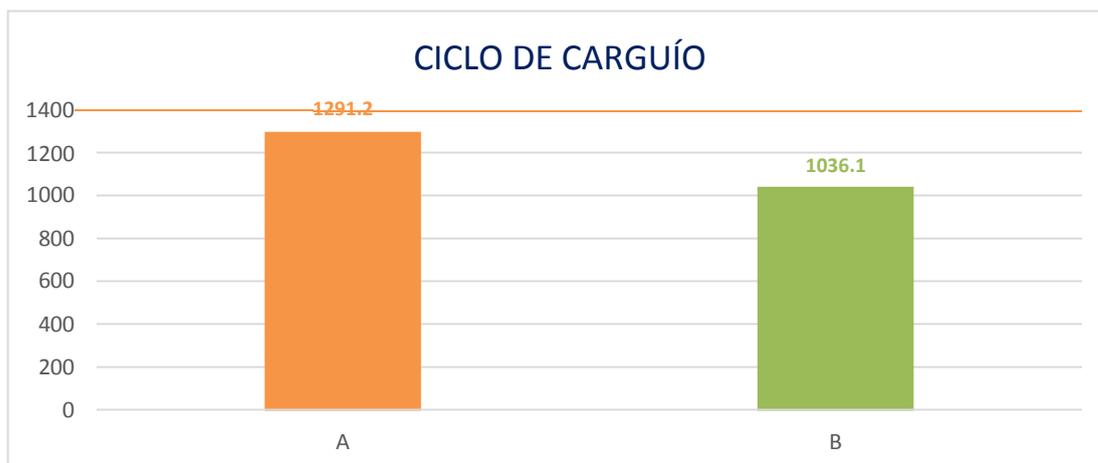
CARGUÍO - DICIEMBRE 2018



El ciclo de carguío se reduce en aproximadamente 1.5 minutos.

GRÁFICO 4

CARGUÍO OCTUBRE – DICIEMBRE 2018

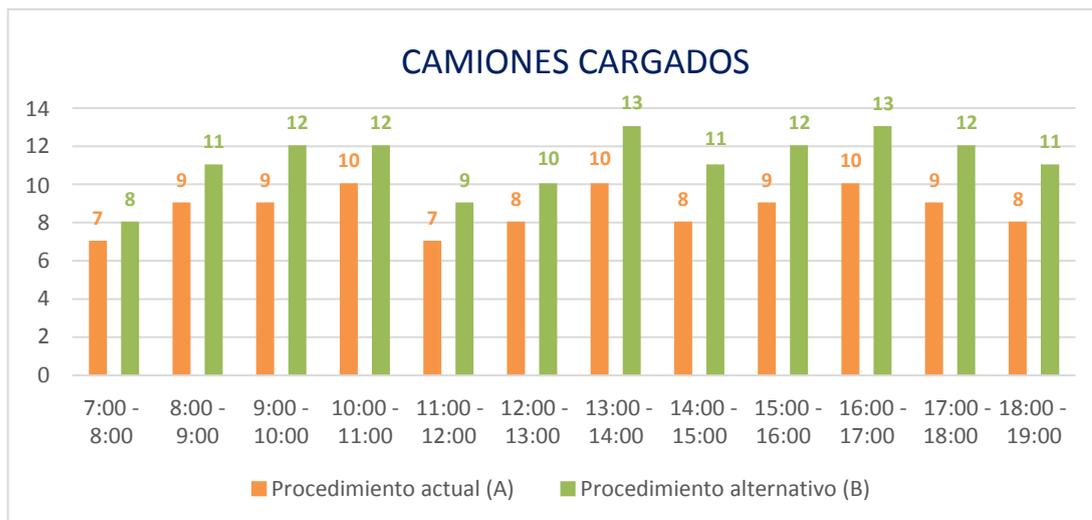


Durante la guardia de 10 días en 12 horas de trabajo el ciclo de carguío se reduce en aproximadamente 200 minutos.

3.2. INCREMENTO DEL NÚMERO DE CAMIONES CARGADOS

GRÁFICO 5

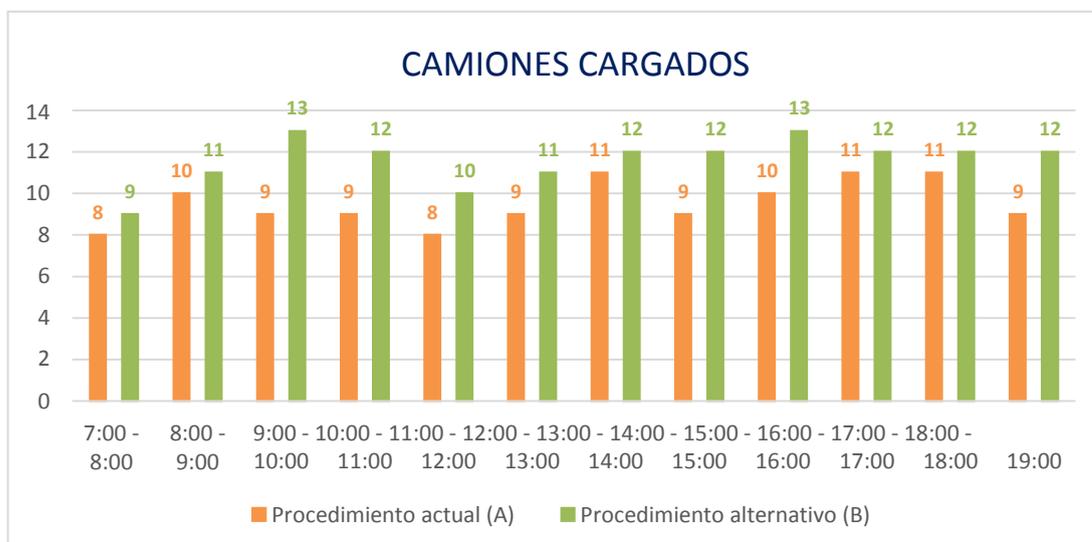
CAMIONES CARGADOS - OCTUBRE 2018



El número de camiones cargados por hora se incrementa de 10 con el procedimiento actual a 13 con el procedimiento alternativo.

GRÁFICO 6

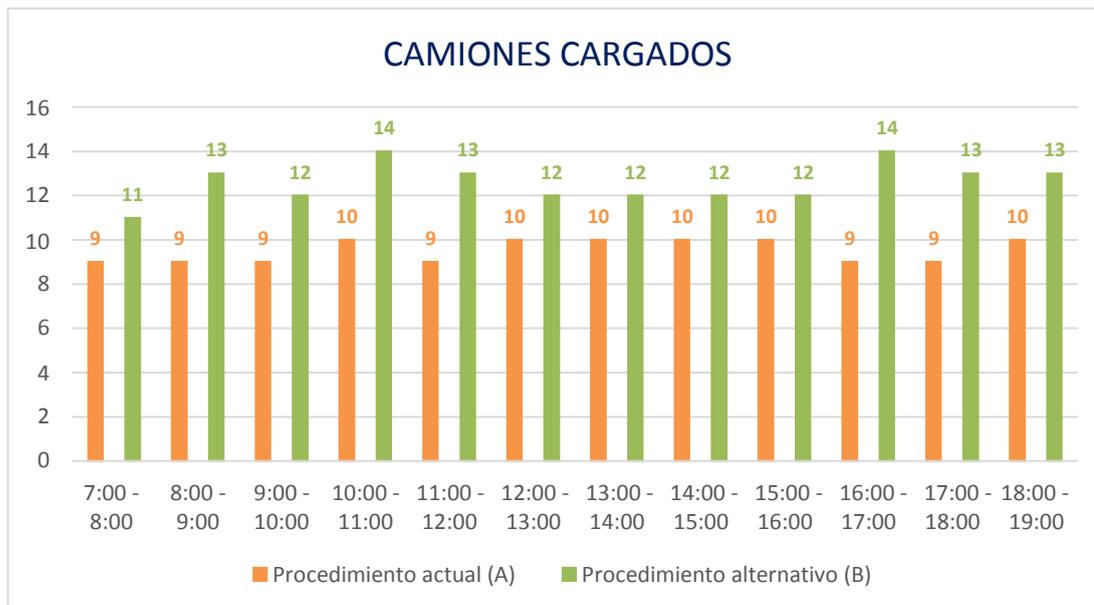
CAMIONES CARGADOS - NOVIEMBRE 2018



El número de camiones cargados por hora se incrementa de 10 con el procedimiento actual a 13 con el procedimiento alternativo

GRÁFICO 7

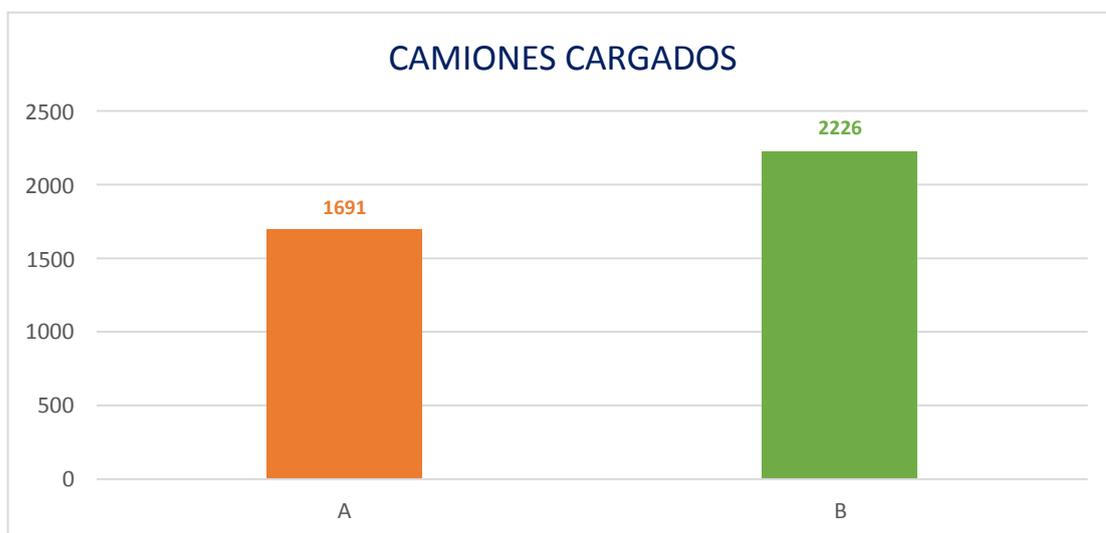
CAMIONES CARGADOS - DICIEMBRE 2018



El número de camiones cargados por hora se incrementa de 10 con el procedimiento actual a 13 con el procedimiento alternativo

GRÁFICO 8

CAMIONES CARGADOS OCTUBRE – DICIEMBRE 2018

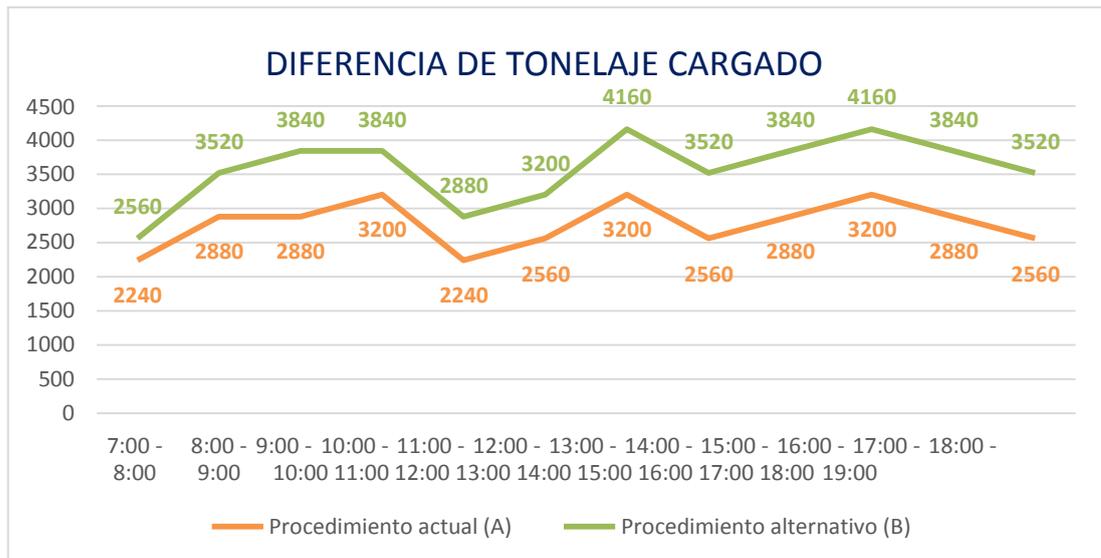


Durante la guardia de 10 días en 12 horas de trabajo se incrementa en aproximadamente 530 el número de camiones cargados.

3.3. INCREMENTO DEL TONELAJE CARGADO

GRÁFICO 9

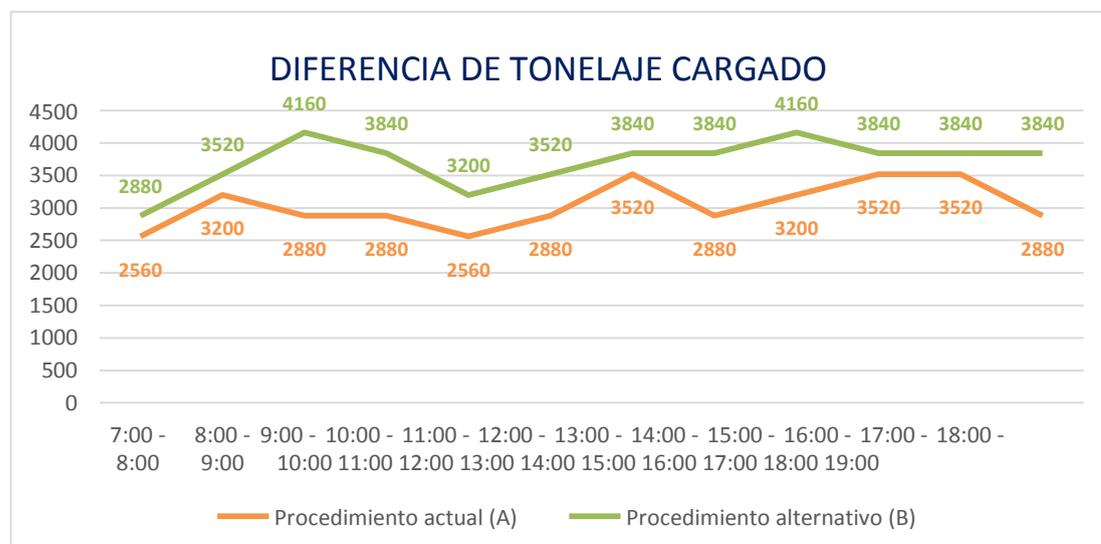
TONELAJE - OCTUBRE 2018



El tonelaje cargado se incrementa en aproximadamente 900 toneladas por hora.

GRÁFICO 10

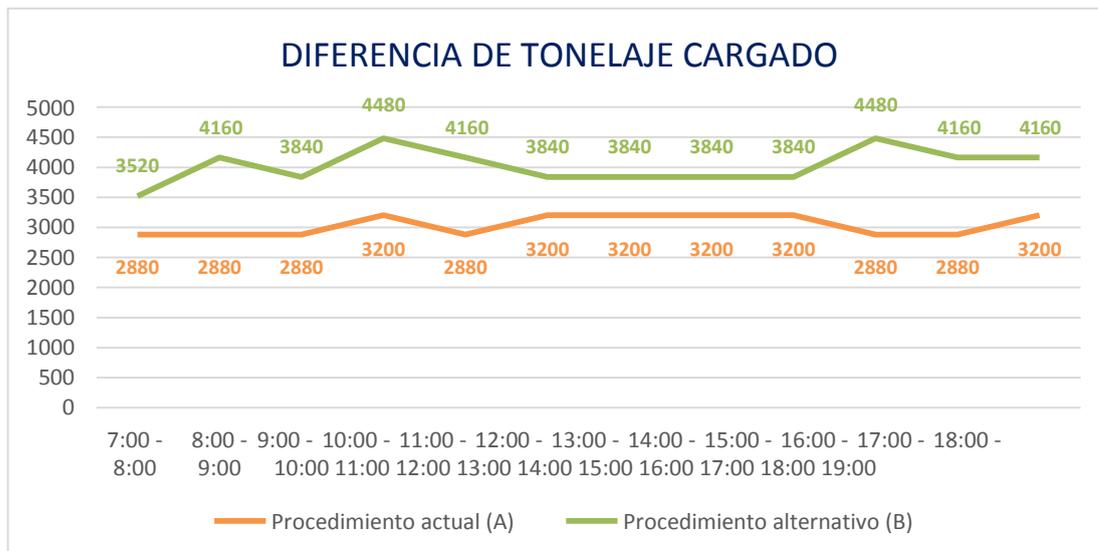
TONELAJE - NOVIEMBRE 2018



El tonelaje cargado se incrementa en aproximadamente 960 toneladas por hora.

GRÁFICO 11

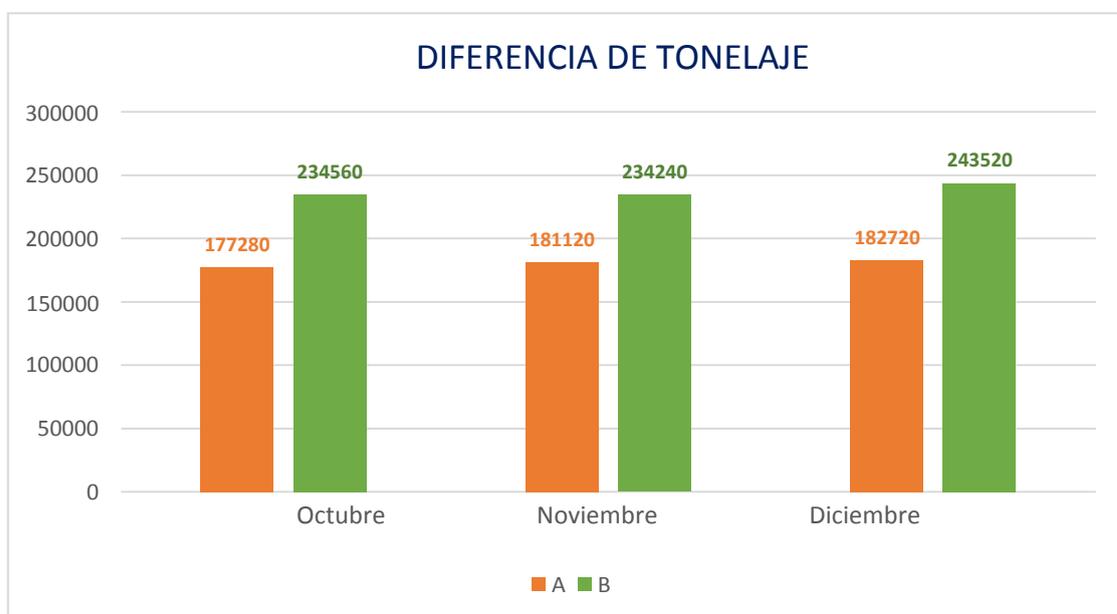
TONELAJE - DICIEMBRE 2018



El tonelaje cargado se incrementa en aproximadamente 950 toneladas por hora.

GRÁFICO 12

TONELAJE OCTUBRE – DICIEMBRE 2018



Durante la guardia de 10 días en 12 horas de trabajo se incrementa en aproximadamente 171000 toneladas cargadas.

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIÓN

Con respecto al trabajo de Mauricio “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, Antapacay y Pucamarca” donde concluye que el método Six Sigma de mejoramiento continuo es una herramienta de gestión combinada con herramientas estadísticas para mejorar el desempeño de un proceso, siendo el sistema despacho-Dispatch una herramienta en la administración de la flota de mina y eje principal y cerebro de la mina, podemos corroborar que siempre existirán puntos críticos que deben ser identificados, corregidos y mejorados como es nuestro caso en aplicar un método alternativo de carguío, gracias al cual la producción de carguío ha sido incrementada en 960 toneladas por hora (Mauricio, 2015).

4.2. CONCLUSIONES

Con la aplicación del Procedimiento Alternativo de Carguío, se obtuvo los siguientes resultados:

- ✓ Se redujo el tiempo del ciclo de carguío en 1.5 minutos en promedio.
- ✓ Se incrementó el número de camiones cargados de 2 a 4 por hora en promedio.
- ✓ Se incrementó las toneladas cargadas en 960 toneladas/hora, teniendo una proyección anual de 8´300,000 toneladas cargadas, aproximadamente.

4.2.1. RECOMENDACIONES:

- Los gerentes de las operaciones mineras deben fomentar este tipo de investigaciones para determinar si se pueden reducir tiempos e incrementar la producción en otros frentes de trabajo.
- Es necesario que se siga investigando, y determinando que otros factores influyen en los costos de carguío, para de esta manera poder así mejorar aún más esta tarea que influye directamente en los resultados de producción de toda la actividad minera.

REFERENCIAS

Apaza, (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”*. Perú: Tesis. Recuperado de: <http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9400>

Murga, Aldo. (2016). *Mejora de la productividad en el ciclo de carguío y acarreo en mina Pucamarca - MINSUR S.A.* Tesis de Grado. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4567>

Bonzy, José. (2016). *Propuestas de Mejora de la Utilización Efectiva en base a disponibilidad de la flota de Carguío y Transporte en Minera Los Pelambres.* Tesis de Grado. Santiago de Chile, Chile. Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139829/Propuestas-de-mejora-de-la-utilizacion-efectiva-en-base-adisponibilidad-de-la-flota-de-carguio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castillo, Frank. (2016). *Optimización de la producción en carguío y acarreo mediante la utilización del sistema Jigsaw – Leica en minera Toquepala S.R.L.* Tesis de Grado. Cajamarca Perú: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/11035>

- Arango, Félix. (2015). *Rendimiento de maquinarias en acarreo y transporte de minerales en la Cia. Minera Huancapetí S.A.C.* Tesis de Grado. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/607>
- Orosco, Wáter. (2015). *Gestión y Mejora del Sistema de Minado Mina Lagunas Norte.* Tesis de Grado. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2176>
- Mauricio. (2015). *Mejoramiento Continuo en la Gestión del Ciclo de Acarreo de Camiones en Minera a Tajo Abierto en Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, Alto Chicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapacay y Pucamarca.* Tesis Magistral en Ciencias. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2181>
- Marín, C. (2015). *Incremento de la Productividad en el Carguío y Acarreo en Frentes que Presentan Altos Contenidos de Arcillas al Utilizar un Diseño de Lastre Adecuado, Minera Yanacocha.* Tesis de Grado. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream>
- Marca, W. (2014). *Análisis de la Disponibilidad y Rendimiento de los Equipos de Carguío y Transporte en la Empresa Contratista Smcgsa, Mina Colquijirca de SMBSA.* Tesis de Grado. Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre. Obtenido de <http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/U>

A N E X O S

Anexo 1. FORMATO DE REGISTRO DE TIEMPO DE CARGUÍO

Producción Carguío - Octubre 2018													
Procedimiento actual (A)						Procedimiento alternativo (B)							
FECHA	HORA	en cola	cuadrado	cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado	FECHA	HORA	en cola	cuadrado	cargando	
	7:00 - 8:00								7:00 - 8:00				
	8:00 - 9:00								8:00 - 9:00				
	9:00 - 10:00								9:00 - 10:00				
	10:00 - 11:00								10:00 - 11:00				
	11:00 - 12:00								11:00 - 12:00				
	12:00 - 13:00								12:00 - 13:00				
	13:00 - 14:00								13:00 - 14:00				
	14:00 - 15:00								14:00 - 15:00				
	15:00 - 16:00								15:00 - 16:00				
	16:00 - 17:00								16:00 - 17:00				
	17:00 - 18:00								17:00 - 18:00				
	18:00 - 19:00								18:00 - 19:00				

Anexo 2. PROCEDIMIENTO CARGUÍO - 13, 14, 15 Y 16 DE OCTUBRE

Producción Carguío - Octubre 2018															
Procedimiento actual (A)						Procedimiento alternativo (B)									
FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado	FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado
13/10/2018	7:00 - 8:00	2.5	1.5	2.5	6.5	7	2240	14/10/2018	7:00 - 8:00	1.8	0.8	2.5	5.1	8	2560
	8:00 - 9:00	2.8	1.5	2.5	6.8	9	2880		8:00 - 9:00	1.9	0.8	2.5	5.2	11	3520
	9:00 - 10:00	3	1.5	2.5	7	9	2880		9:00 - 10:00	2	0.8	2.5	5.3	12	3840
	10:00 - 11:00	3	1.5	2.5	7	10	3200		10:00 - 11:00	2.3	0.8	2.5	5.6	12	3840
	11:00 - 12:00	2.9	1.5	2.5	6.9	7	2240		11:00 - 12:00	1.8	0.8	2.5	5.1	9	2880
	12:00 - 13:00	3	1.5	2.5	7	8	2560		12:00 - 13:00	2.1	0.8	2.5	5.4	10	3200
	13:00 - 14:00	2.9	1.5	2.5	6.9	10	3200		13:00 - 14:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160
	14:00 - 15:00	2.8	1.5	2.5	6.8	8	2560		14:00 - 15:00	1.7	0.8	2.5	5	11	3520
	15:00 - 16:00	3	1.5	2.5	7	9	2880		15:00 - 16:00	1.5	0.8	2.5	4.8	12	3840
	16:00 - 17:00	3	1.5	2.5	7	10	3200		16:00 - 17:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
15/10/2018	17:00 - 18:00	3	1.5	2.5	7	9	2880	17:00 - 18:00	1.7	0.8	2.5	2.5	12	3840	
	18:00 - 19:00	2.9	1.5	2.5	6.9	8	2560	18:00 - 19:00	1.6	0.8	2.5	2.5	11	3520	
	7:00 - 8:00	2.4	1.5	2.5	6.4	8	2560	7:00 - 8:00	1.5	0.8	2.5	4.8	9	2880	
	8:00 - 9:00	2.9	1.5	2.5	6.9	10	3200	8:00 - 9:00	1.6	0.8	2.5	4.9	14	4480	
	9:00 - 10:00	3	1.5	2.5	7	10	3200	9:00 - 10:00	1.6	0.8	2.5	4.9	14	4480	
	10:00 - 11:00	3	1.5	2.5	7	10	3200	10:00 - 11:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160	
	11:00 - 12:00	3	1.5	2.5	7	8	2560	11:00 - 12:00	2	0.8	2.5	5.3	12	3840	
	12:00 - 13:00	4	1.5	2.5	8	9	2880	12:00 - 13:00	2.3	0.8	2.5	5.6	12	3840	
	13:00 - 14:00	2.8	1.5	2.5	6.8	10	3200	13:00 - 14:00	1.5	0.8	2.5	4.8	13	4160	
	14:00 - 15:00	3.1	1.5	2.5	7.1	9	2880	14:00 - 15:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160	
16/10/2018	15:00 - 16:00	5	1.5	2.5	9	9	2880	15:00 - 16:00	1.9	0.8	2.5	2.5	12	3840	
	16:00 - 17:00	3.4	1.5	2.5	7.4	9	2880	16:00 - 17:00	1.8	0.8	2.5	2.5	13	4160	
	17:00 - 18:00	4	1.5	2.5	8	10	3200	17:00 - 18:00	1.7	0.8	2.5	2.5	14	4480	
	18:00 - 19:00	3	1.5	2.5	7	9	2880	18:00 - 19:00	1.5	0.8	2.5	4.8	12	3840	

Anexo 3. PROCEDIMIENTO CARGUÍO - 17, 18, 19 Y 20 DE OCTUBRE

Producción Carguío - Octubre 2018															
Procedimiento actual (A)						Procedimiento alternativo (B)									
FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado	FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado
17/10/2018	7:00 - 8:00	3.1	1.5	2.5	7.1	8	2560	18/10/2018	7:00 - 8:00	1.7	0.8	2.5	5	10	3200
	8:00 - 9:00	2.9	1.5	2.5	6.9	9	2880		8:00 - 9:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840
	9:00 - 10:00	3.5	1.5	2.5	7.5	10	3200		9:00 - 10:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160
	10:00 - 11:00	3.6	1.5	2.5	7.6	9	2880		10:00 - 11:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160
	11:00 - 12:00	3.5	1.5	2.5	7.5	9	2880		11:00 - 12:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160
	12:00 - 13:00	3.5	1.5	2.5	7.5	10	3200		12:00 - 13:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160
	13:00 - 14:00	3.7	1.5	2.5	7.7	10	3200		13:00 - 14:00	1.8	0.8	2.5	5.1	14	4480
	14:00 - 15:00	3.9	1.5	2.5	7.9	9	2880		14:00 - 15:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
	15:00 - 16:00	4	1.5	2.5	8	10	3200		15:00 - 16:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
	16:00 - 17:00	2.9	1.5	2.5	6.9	10	3200		16:00 - 17:00	1.6	0.8	2.5	4.9	12	3840
19/10/2018	17:00 - 18:00	2.8	1.5	2.5	6.8	10	3200	17:00 - 18:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840	
	18:00 - 19:00	4.2	1.5	2.5	8.2	9	2880	18:00 - 19:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840	
	7:00 - 8:00	2.5	1.5	2.5	6.5	8	2560	7:00 - 8:00	1.9	0.8	2.5	5.2	11	3520	
	8:00 - 9:00	3.6	1.5	2.5	7.6	10	3200	8:00 - 9:00	2.1	0.8	2.5	5.4	13	4160	
	9:00 - 10:00	2.6	1.5	2.5	6.6	10	3200	9:00 - 10:00	2.1	0.8	2.5	5.4	12	3840	
	10:00 - 11:00	2.9	1.5	2.5	6.9	9	2880	10:00 - 11:00	2	0.8	2.5	5.3	12	3840	
	11:00 - 12:00	3.5	1.5	2.5	7.5	9	2880	11:00 - 12:00	1.5	0.8	2.5	4.8	11	3520	
	12:00 - 13:00	3.6	1.5	2.5	7.6	9	2880	12:00 - 13:00	1.9	0.8	2.5	5.2	11	3520	
	13:00 - 14:00	3.4	1.5	2.5	7.4	10	3200	13:00 - 14:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160	
	14:00 - 15:00	3.4	1.5	2.5	7.4	10	3200	14:00 - 15:00	1.7	0.8	2.5	5	13	4160	
20/10/2018	15:00 - 16:00	2.9	1.5	2.5	6.9	10	3200	15:00 - 16:00	1.7	0.8	2.5	5	14	4480	
	16:00 - 17:00	2.8	1.5	2.5	6.8	10	3200	16:00 - 17:00	1.9	0.8	2.5	5.2	12	3840	
	17:00 - 18:00	2.8	1.5	2.5	6.8	10	3200	17:00 - 18:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160	
	18:00 - 19:00	3.1	1.5	2.5	7.1	9	2880	18:00 - 19:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840	

Anexo 4. PROCEDIMIENTO CARGUÍO - 21 Y 22 DE OCTUBRE

Producción Carguío - Octubre 2018															
		Procedimiento actual (A)						Procedimiento alternativo (B)							
FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado	FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado
21/10/2018	7:00 - 8:00	2.2	1.5	2.5	6.2	8	2560	22/10/2018	7:00 - 8:00	1.9	0.8	2.5	5.2	11	3520
	8:00 - 9:00	2.6	1.5	2.5	6.6	9	2880		8:00 - 9:00	1.7	0.8	2.5	5	13	4160
	9:00 - 10:00	2.9	1.5	2.5	6.9	9	2880		9:00 - 10:00	1.5	0.8	2.5	4.8	13	4160
	10:00 - 11:00	3.1	1.5	2.5	7.1	10	3200		10:00 - 11:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160
	11:00 - 12:00	3.1	1.5	2.5	7.1	8	2560		11:00 - 12:00	1.5	0.8	2.5	4.8	14	4480
	12:00 - 13:00	3.3	1.5	2.5	7.3	9	2880		12:00 - 13:00	1.9	0.8	2.5	5.2	12	3840
	13:00 - 14:00	3.3	1.5	2.5	7.3	9	2880		13:00 - 14:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840
	14:00 - 15:00	3.5	1.5	2.5	7.5	10	3200		14:00 - 15:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160
	15:00 - 16:00	3.3	1.5	2.5	7.3	10	3200		15:00 - 16:00	1.6	0.8	2.5	4.9	12	3840
	16:00 - 17:00	3.2	1.5	2.5	7.2	10	3200		16:00 - 17:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
	17:00 - 18:00	3.2	1.5	2.5	7.2	10	3200		17:00 - 18:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
	18:00 - 19:00	2.9	1.5	2.5	6.9	10	3200		18:00 - 19:00	1.7	0.8	2.5	5	12	3840

Anexo 5. PROCEDIMIENTO CARGUÍO - 02, 03, 04 Y 05 DE NOVIEMBRE

Producción Carguío - Noviembre 2018														
FECHA	HORA	Procedimiento actual (A)					FECHA	HORA	Procedimiento alternativo (B)					
		En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados			Tonelaje cargado	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados
02/11/2018	7:00 - 8:00	2.1	1.5	2.5	6.1	8	03/11/2018	7:00 - 8:00	2.2	0.8	2.5	5.5	9	2880
	8:00 - 9:00	2.9	1.5	2.5	6.9	10		8:00 - 9:00	1.8	0.8	2.5	5.1	11	3520
	9:00 - 10:00	3.2	1.5	2.5	7.2	9		9:00 - 10:00	1.5	0.8	2.5	4.8	13	4160
	10:00 - 11:00	3.1	1.5	2.5	7.1	9		10:00 - 11:00	1.6	0.8	2.5	4.9	12	3840
	11:00 - 12:00	3	1.5	2.5	7	8		11:00 - 12:00	1.6	0.8	2.5	4.9	10	3200
	12:00 - 13:00	3.2	1.5	2.5	7.2	9		12:00 - 13:00	1.9	0.8	2.5	5.2	11	3520
	13:00 - 14:00	3.1	1.5	2.5	7.1	11		13:00 - 14:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840
	14:00 - 15:00	2.9	1.5	2.5	6.9	9		14:00 - 15:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840
	15:00 - 16:00	3.2	1.5	2.5	7.2	10		15:00 - 16:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160
	16:00 - 17:00	3.4	1.5	2.5	7.4	11		16:00 - 17:00	1.6	0.8	2.5	4.9	12	3840
04/11/2018	17:00 - 18:00	3.1	1.5	2.5	7.1	11	17:00 - 18:00	1.5	0.8	2.5	4.8	12	3840	
	18:00 - 19:00	3	1.5	2.5	7	9	18:00 - 19:00	1.2	0.8	2.5	4.5	12	3840	
	7:00 - 8:00	2.5	1.5	2.5	6.5	9	7:00 - 8:00	2	0.8	2.5	5.3	10	3200	
	8:00 - 9:00	3	1.5	2.5	7	9	8:00 - 9:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160	
	9:00 - 10:00	3.1	1.5	2.5	7.1	10	9:00 - 10:00	1.7	0.8	2.5	5	13	4160	
	10:00 - 11:00	3.2	1.5	2.5	7.2	11	10:00 - 11:00	1.9	0.8	2.5	5.2	12	3840	
	11:00 - 12:00	3.2	1.5	2.5	7.2	9	11:00 - 12:00	2.2	0.8	2.5	5.5	13	4160	
	12:00 - 13:00	2.8	1.5	2.5	6.8	10	12:00 - 13:00	2.4	0.8	2.5	5.7	13	4160	
	13:00 - 14:00	3	1.5	2.5	7	10	13:00 - 14:00	1.6	0.8	2.5	4.9	11	3520	
	14:00 - 15:00	3.2	1.5	2.5	7.2	10	14:00 - 15:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840	
05/11/2018	15:00 - 16:00	3.2	1.5	2.5	7.2	10	15:00 - 16:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160	
	16:00 - 17:00	3.3	1.5	2.5	7.3	10	16:00 - 17:00	1.7	0.8	2.5	5	12	3840	
	17:00 - 18:00	2.9	1.5	2.5	6.9	10	17:00 - 18:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160	
	18:00 - 19:00	2.9	1.5	2.5	6.9	10	18:00 - 19:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160	

Anexo 6. PROCEDIMIENTO CARGUÍO - 06, 07, 08 Y 09 DE NOVIEMBRE

Producción Carguío - Noviembre 2018															
Procedimiento actual (A)							Procedimiento alternativo (B)								
FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado	FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado
06/11/2018	7:00 - 8:00	3.2	1.5	2.5	7.2	9	2580	07/11/2018	7:00 - 8:00	2.1	0.8	2.5	5.4	9	2580
	8:00 - 9:00	3.1	1.5	2.5	7.1	10	3200		8:00 - 9:00	1.9	0.8	2.5	5.2	12	3840
	9:00 - 10:00	3.3	1.5	2.5	7.3	9	2580		9:00 - 10:00	1.5	0.8	2.5	4.8	13	4160
	10:00 - 11:00	2.9	1.5	2.5	6.9	9	2580		10:00 - 11:00	1.5	0.8	2.5	4.8	12	3840
	11:00 - 12:00	2.9	1.5	2.5	6.9	10	3200		11:00 - 12:00	1.6	0.8	2.5	4.9	12	3840
	12:00 - 13:00	3	1.5	2.5	7	9	2580		12:00 - 13:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160
	13:00 - 14:00	3.4	1.5	2.5	7.4	10	3200		13:00 - 14:00	1.7	0.8	2.5	5	13	4160
	14:00 - 15:00	3.2	1.5	2.5	7.2	9	2580		14:00 - 15:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
	15:00 - 16:00	3.1	1.5	2.5	7.1	9	2580		15:00 - 16:00	1.5	0.8	2.5	4.8	14	4480
	16:00 - 17:00	4.1	1.5	2.5	8.1	10	3200		16:00 - 17:00	1.8	0.8	2.5	5.1	14	4480
	17:00 - 18:00	3.9	1.5	2.5	7.9	9	2580		17:00 - 18:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160
	18:00 - 19:00	3.7	1.5	2.5	7.7	9	2580		18:00 - 19:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160
08/11/2018	7:00 - 8:00	3	1.5	2.5	7	8	2560	09/11/2018	7:00 - 8:00	2	0.8	2.5	5.3	10	3200
	8:00 - 9:00	3.2	1.5	2.5	7.2	9	2580		8:00 - 9:00	1.9	0.8	2.5	5.2	12	3840
	9:00 - 10:00	3.5	1.5	2.5	7.5	10	3200		9:00 - 10:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840
	10:00 - 11:00	3.5	1.5	2.5	7.5	9	2580		10:00 - 11:00	1.5	0.8	2.5	4.8	12	3840
	11:00 - 12:00	3.6	1.5	2.5	7.6	10	3200		11:00 - 12:00	1.6	0.8	2.5	4.9	11	3520
	12:00 - 13:00	2.9	1.5	2.5	6.9	9	2580		12:00 - 13:00	1.5	0.8	2.5	4.8	11	3520
	13:00 - 14:00	3.6	1.5	2.5	7.6	10	3200		13:00 - 14:00	1.5	0.8	2.5	4.8	13	4160
	14:00 - 15:00	3.4	1.5	2.5	7.4	10	3200		14:00 - 15:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
	15:00 - 16:00	3.2	1.5	2.5	7.2	8	2560		15:00 - 16:00	1.4	0.8	2.5	4.7	13	4160
	16:00 - 17:00	3.2	1.5	2.5	7.2	9	2580		16:00 - 17:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160
	17:00 - 18:00	3.1	1.5	2.5	7.1	9	2580		17:00 - 18:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160
	18:00 - 19:00	3.2	1.5	2.5	7.2	9	2580		18:00 - 19:00	1.7	0.8	2.5	5	13	4160

Anexo 7. PROCEDIMIENTO CARGUÍO - 10 Y 11 DE NOVIEMBRE

Producción Carguío - Noviembre 2018															
		Procedimiento actual (A)						Procedimiento alternativo (B)							
FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado	FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado
10/11/2018	7:00 - 8:00	2.8	1.5	2.5	6.8	8	2560	11/11/2018	7:00 - 8:00	2	0.8	2.5	5.3	10	3200
	8:00 - 9:00	3	1.5	2.5	7	9	2880		8:00 - 9:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160
	9:00 - 10:00	3.1	1.5	2.5	7.1	10	3200		9:00 - 10:00	1.5	0.8	2.5	4.8	13	4160
	10:00 - 11:00	3.1	1.5	2.5	7.1	8	2560		10:00 - 11:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840
	11:00 - 12:00	3.2	1.5	2.5	7.2	10	3200		11:00 - 12:00	1.5	0.8	2.5	4.8	13	4160
	12:00 - 13:00	3.2	1.5	2.5	7.2	10	3200		12:00 - 13:00	1.6	0.8	2.5	4.9	12	3840
	13:00 - 14:00	3.3	1.5	2.5	7.3	10	3200		13:00 - 14:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
	14:00 - 15:00	2.9	1.5	2.5	6.9	9	2880		14:00 - 15:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
	15:00 - 16:00	3.2	1.5	2.5	7.2	9	2880		15:00 - 16:00	2	0.8	2.5	5.3	12	3840
	16:00 - 17:00	3.3	1.5	2.5	7.3	10	3200		16:00 - 17:00	2	0.8	2.5	5.3	13	4160
11/11/2018	17:00 - 18:00	3.1	1.5	2.5	7.1	10	3200	17:00 - 18:00	1.9	0.8	2.5	5.2	12	3840	
	18:00 - 19:00	3.5	1.5	2.5	7.5	9	2880	18:00 - 19:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840	

Anexo 8. PROCEDIMIENTO CARGUÍO - 12, 13, 14 Y 15 DE DICIEMBRE

Producción Carguío - Diciembre 2018															
Procedimiento actual (A)						Procedimiento alternativo (B)									
FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado	FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado
12/12/2018	7:00 - 8:00	2.2	1.5	2.5	6.2	8	2560	13/12/2018	7:00 - 8:00	1.5	0.8	2.5	4.8	10	3200
	8:00 - 9:00	3	1.5	2.5	7	9	2880		8:00 - 9:00	1.8	0.8	2.5	5.1	10	3200
	9:00 - 10:00	3.1	1.5	2.5	7.1	10	3200		9:00 - 10:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160
	10:00 - 11:00	2.9	1.5	2.5	6.9	10	3200		10:00 - 11:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840
	11:00 - 12:00	3	1.5	2.5	7	10	3200		11:00 - 12:00	1.8	0.8	2.5	5.1	10	3200
	12:00 - 13:00	2.8	1.5	2.5	6.8	10	3200		12:00 - 13:00	1.8	0.8	2.5	5.1	11	3520
	13:00 - 14:00	3	1.5	2.5	7	10	3200		13:00 - 14:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840
	14:00 - 15:00	4	1.5	2.5	8	10	3200		14:00 - 15:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840
	15:00 - 16:00	4.1	1.5	2.5	8.1	8	2560		15:00 - 16:00	1.8	0.8	2.5	5.1	14	4480
	16:00 - 17:00	3	1.5	2.5	7	10	3200		16:00 - 17:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840
	17:00 - 18:00	2.9	1.5	2.5	6.9	10	3200		17:00 - 18:00	1.5	0.8	2.5	4.8	12	3840
	18:00 - 19:00	2.8	1.5	2.5	6.8	10	3200		18:00 - 19:00	1.7	0.8	2.5	5	13	4160
14/12/2018	7:00 - 8:00	2	1.5	2.5	6	9	2880	15/12/2018	7:00 - 8:00	1.7	0.8	2.5	5	11	3520
	8:00 - 9:00	3	1.5	2.5	7	9	2880		8:00 - 9:00	1.7	0.8	2.5	5	13	4160
	9:00 - 10:00	3.1	1.5	2.5	7.1	9	2880		9:00 - 10:00	1.7	0.8	2.5	5	12	3840
	10:00 - 11:00	3.1	1.5	2.5	7.1	10	3200		10:00 - 11:00	1.7	0.8	2.5	5	14	4480
	11:00 - 12:00	3.2	1.5	2.5	7.2	9	2880		11:00 - 12:00	1.7	0.8	2.5	5	13	4160
	12:00 - 13:00	3.9	1.5	2.5	7.9	10	3200		12:00 - 13:00	1.7	0.8	2.5	5	12	3840
	13:00 - 14:00	3	1.5	2.5	7	10	3200		13:00 - 14:00	1.7	0.8	2.5	5	12	3840
	14:00 - 15:00	3.1	1.5	2.5	7.1	10	3200		14:00 - 15:00	1.7	0.8	2.5	5	12	3840
	15:00 - 16:00	4.1	1.5	2.5	8.1	10	3200		15:00 - 16:00	1.7	0.8	2.5	5	12	3840
	16:00 - 17:00	3.1	1.5	2.5	7.1	9	2880		16:00 - 17:00	1.7	0.8	2.5	5	14	4480
	17:00 - 18:00	3	1.5	2.5	7	9	2880		17:00 - 18:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160
	18:00 - 19:00	3.2	1.5	2.5	7.2	10	3200		18:00 - 19:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160

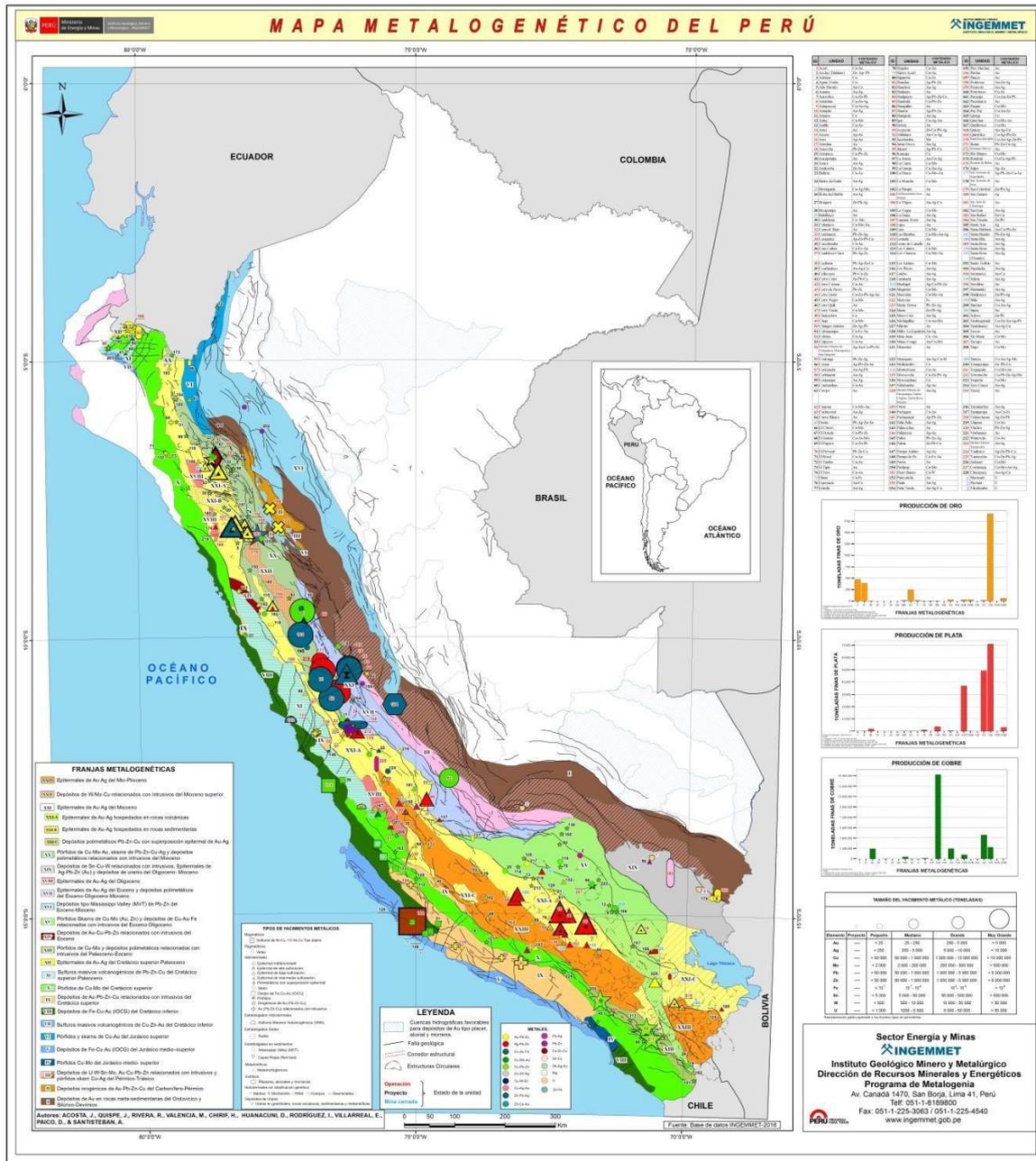
Anexo 9. PROCEDIMIENTO CARGUÍO - 16, 17, 18 Y 19 DE DICIEMBRE

Producción Carguío - Diciembre 2018															
Procedimiento actual (A)							Procedimiento alternativo (B)								
FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado	FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado
16/10/2018	7:00 - 8:00	3	1.5	2.5	7	10	3200	17/10/2018	7:00 - 8:00	1.8	0.8	2.5	5.1	9	2880
	8:00 - 9:00	3.9	1.5	2.5	7.9	10	3200		8:00 - 9:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160
	9:00 - 10:00	3	1.5	2.5	7	10	3200		9:00 - 10:00	1.6	0.8	2.5	4.9	12	3840
	10:00 - 11:00	4	1.5	2.5	8	10	3200		10:00 - 11:00	1.6	0.8	2.5	4.9	12	3840
	11:00 - 12:00	4	1.5	2.5	8	9	2880		11:00 - 12:00	1.6	0.8	2.5	4.9	12	3840
	12:00 - 13:00	3.2	1.5	2.5	7.2	9	2880		12:00 - 13:00	1.6	0.8	2.5	4.9	12	3840
	13:00 - 14:00	3	1.5	2.5	7	9	2880		13:00 - 14:00	1.6	0.8	2.5	4.9	12	3840
	14:00 - 15:00	3.3	1.5	2.5	7.3	10	3200		14:00 - 15:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
	15:00 - 16:00	3	1.5	2.5	7	9	2880		15:00 - 16:00	1.6	0.8	2.5	4.9	12	3840
	16:00 - 17:00	3.4	1.5	2.5	7.4	9	2880		16:00 - 17:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
17/10/2018	17:00 - 18:00	3.5	1.5	2.5	7.5	9	2880	17:00 - 18:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160	
	18:00 - 19:00	3	1.5	2.5	7	10	3200	18:00 - 19:00	1.7	0.8	2.5	5	14	4480	
	7:00 - 8:00	3	1.5	2.5	7	9	2880	7:00 - 8:00	1.9	0.8	2.5	5.2	10	3200	
	8:00 - 9:00	3.1	1.5	2.5	7.1	10	3200	8:00 - 9:00	2	0.8	2.5	5.3	13	4160	
	9:00 - 10:00	2.9	1.5	2.5	6.9	9	2880	9:00 - 10:00	2	0.8	2.5	5.3	13	4160	
	10:00 - 11:00	3	1.5	2.5	7	10	3200	10:00 - 11:00	2	0.8	2.5	5.3	13	4160	
	11:00 - 12:00	3.2	1.5	2.5	7.2	10	3200	11:00 - 12:00	2	0.8	2.5	5.3	13	4160	
	12:00 - 13:00	3.5	1.5	2.5	7.5	10	3200	12:00 - 13:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160	
	13:00 - 14:00	3.4	1.5	2.5	7.4	9	2880	13:00 - 14:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160	
	14:00 - 15:00	3	1.5	2.5	7	9	2880	14:00 - 15:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160	
18/10/2018	15:00 - 16:00	3	1.5	2.5	7	9	2880	15:00 - 16:00	1.8	0.8	2.5	5.1	14	4480	
	16:00 - 17:00	3	1.5	2.5	7	9	2880	16:00 - 17:00	1.8	0.8	2.5	5.1	14	4480	
	17:00 - 18:00	3	1.5	2.5	7	10	3200	17:00 - 18:00	1.8	0.8	2.5	5.1	12	3840	
	18:00 - 19:00	3.1	1.5	2.5	7.1	10	3200	18:00 - 19:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160	

Anexo 10. PROCEDIMIENTO CARGUÍO - 20 Y 21 DE DICIEMBRE

Producción Carguío - Diciembre 2018															
		Procedimiento actual (A)						Procedimiento alternativo (B)							
FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado	FECHA	HORA	En cola	Cuadrado	Cargando	Ciclo de carguío (min)	Camiones cargados	Tonelaje cargado
20/12/2018	7:00 - 8:00	3	1.5	2.5	7	9	2880	21/12/2018	7:00 - 8:00	1.8	0.8	2.5	5.1	11	3520
	8:00 - 9:00	3	1.5	2.5	7	10	3200		8:00 - 9:00	1.8	0.8	2.5	5.1	14	4480
	9:00 - 10:00	3	1.5	2.5	7	10	3200		9:00 - 10:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160
	10:00 - 11:00	3.2	1.5	2.5	7.2	10	3200		10:00 - 11:00	1.5	0.8	2.5	4.8	13	4160
	11:00 - 12:00	3.3	1.5	2.5	7.3	9	2880		11:00 - 12:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
	12:00 - 13:00	3.1	1.5	2.5	7.1	9	2880		12:00 - 13:00	1.9	0.8	2.5	5.2	13	4160
	13:00 - 14:00	3.2	1.5	2.5	7.2	9	2880		13:00 - 14:00	1.8	0.8	2.5	5.1	13	4160
	14:00 - 15:00	4	1.5	2.5	8	9	2880		14:00 - 15:00	1.8	0.8	2.5	5.1	14	4480
	15:00 - 16:00	4	1.5	2.5	8	9	2880		15:00 - 16:00	1.6	0.8	2.5	4.9	14	4480
	16:00 - 17:00	4	1.5	2.5	8	9	2880		16:00 - 17:00	1.6	0.8	2.5	4.9	13	4160
21/12/2018	17:00 - 18:00	3.2	1.5	2.5	7.2	10	3200	17:00 - 18:00	1.6	0.8	2.5	4.9	14	4480	
	18:00 - 19:00	3	1.5	2.5	7	10	3200	18:00 - 19:00	1.9	0.8	2.5	5.2	14	4480	

Anexo 11. MAPA METALOGENÉTICO DEL PERU



Anexo 12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PALA HIDRÁULICA 6060 FS

Especificaciones de la Pala Hidráulica 6060/6060 FS

Sistema hidráulico con sistema de administración de la bomba		Enfriamiento de aceite hidráulico	
Bombas principales	4 x bomba de doble placa oscilante	Flujo de aceite de las bombas de enfriamiento	4 x 485 L/min 4 x 129 gal EE.UU./min
Versión diesel	4 x bomba de pistones axiales de flujo variable	Diámetro de los ventiladores	4 x 1170 mm 4 x 46"
Versión de CA	4 x bomba de pistones axiales de flujo variable	Sistema de enfriamiento (complemento) la eficiencia de todos los circuitos principales, es decir, que la capacidad de enfriamiento controlado está disponible siempre que el motor está en funcionamiento	
Flujo máximo de aceite	4 x 1.300 L/min 4 x 343 gal EE.UU./min	Bomba de enfriamiento de engranajes para suministro de aceite de alto volumen y de baja presión hacia los ventiladores y enfriadores de aluminio	
Versión de CA	4 x 933 L/min 4 x 246 gal EE.UU./min	La velocidad del ventilador y el flujo de aceite a los enfriadores se controlan termostáticamente	
Presión máxima del accesorio	320 bar 4.640 lbf/pulg ²	El sistema de enfriamiento a la de enfriamiento para garantizar una óptima temperatura del aceite	
Presión máxima de desplazamiento	370 bar 5.365 lbf/pulg ²	Sistema de giro	
Bombas de rotación	4 x bombas de placa oscilante reversible	Mandos de la rotación	4 transmisoras planetarias compactas con motores de pistones axiales
Versión diesel	3 x bombas de plato oscilante reversible	Frenos de estacionamiento	Freno de discos múltiples sumergidos, cargado por resorte y de liberación hidráulica
Versión de CA	3 x bombas de plato oscilante reversible	Velocidad máxima de giro	3,8 rpm
Flujo máximo de aceite	4 x 355 L/min 4 x 99 gal EE.UU./min	Anillo de rotación	Cojinete de rodillo de triple pista con engranajes internos soldados
Versión de CA	3 x 491 L/min 3 x 131 gal EE.UU./min	Circuito de rotación cerrado con control de par	
Presión máxima de las bombas de rotación	370 bar 5.365 lbf/pulg ²	Pensado hidráulico del movimiento de rotación mediante control de torqueo para permitir que los engranajes de rotación reciban el suministro de aceite de liberación controlada	
Volumen total del aceite hidráulico	9.400 L 2.486 gal EE.UU.	Limpieza de suciedad en el anillo de rotación para evitar la acumulación de escombros entre el anillo de rotación y el bastidor principal	
Versión diesel, aproximada	7.000 L 1.876 gal EE.UU.	Estación de servicio retráctil	
Versión CA, aproximada	7.000 L 1.876 gal EE.UU.	Estación de servicio retráctil instalada debajo del módulo del motor y de fácil acceso.	
Versión diesel, aproximada	5.100 L 1.329 gal EE.UU.	Equipada con:	
Versión CA, aproximada	5.100 L 1.329 gal EE.UU.	- Acopladores de conexión rápida para:	
- El sistema de administración de la bomba consiste lo siguiente:		- Combustible diesel	
- Flujo proporcional a la demanda de las bombas principales, según la posición de la palanca universal		- Refrigerante del motor izquierdo/derecha	
- Regulación automática de las bombas principales según flujo cero		- Aceite del motor izquierdo/derecha	
- Regulación automática de las rpm de la velocidad del motor durante los procesos de trabajo		- Aceite de engranaje de la transmisión de la bomba: izquierda/derecha	
- Corte de presión de las bombas principales		- Recipiente de grasas	
- Enfriamiento del aceite para engranaje de la transmisión de la bomba		- Finchule de arranque auxiliar Cat	
- Filtros de flujo pleno y de alta presión (100 µm) para las bombas principales, instalados directamente detrás de cada bomba		- Luces indicadores del tanque de combustible izquierdo/derecho lleno y recipiente de grasas lleno	
- Filtros de alta presión (200 µm) para el circuito de rotación cerrado			
- Filtros de flujo pleno (10 µm) para el circuito de retorno completo			
- Filtros de presión (40 µm y 6 µm) para el servocircuito			
- Filtros de presión (40 µm) para las bombas de alimentación del circuito de control			
- Filtros de aceite de la transmisión (40 µm)			

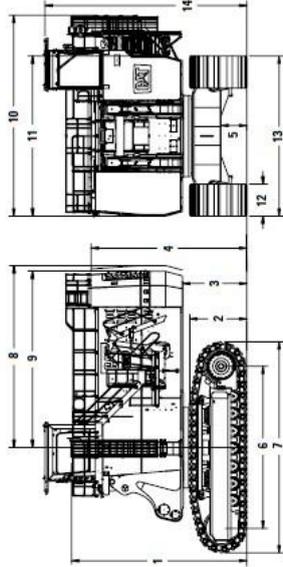
Especificaciones de la Pala Hidráulica 6060/6060 FS

Motores diesel		Motores diesel	
Marca y modelo	2 x Cat 3312C (Tier 2)	Marca y modelo	2 x Cat 3312C (Tier 2)
Potencia nominal neta total ISO 3046†	2.240 kW 3.000 hp 1.800 min ⁻¹	Potencia nominal neta total ISO 3046†	2.240 kW 3.000 hp 1.800 min ⁻¹
Potencia neta nominal total SAE J1349	2.240 kW 3.000 hp 1.800 min ⁻¹	Potencia neta nominal total SAE J1349	2.240 kW 3.000 hp 1.800 min ⁻¹
Potencia bruta nominal total SAE J1995	2.240 kW 3.000 hp 1.800 min ⁻¹	Potencia bruta nominal total SAE J1995	2.240 kW 3.000 hp 1.800 min ⁻¹
Número de cilindros (cada motor)	12	Número de cilindros (cada motor)	12
Calibre	170 mm 6.69"	Calibre	170 mm 6.69"
Carrera	215 mm 8.46"	Carrera	215 mm 8.46"
Cilindrada	38,6 L 3,574 pulg ³	Cilindrada	38,6 L 3,574 pulg ³
Aplicación	Con turbocompresor y enfriador del aire a presión	Aplicación	Con turbocompresor y enfriador del aire a presión
Altitud máxima sin reducción de potencia	3.000 m 9.800'	Altitud máxima sin reducción de potencia	3.000 m 9.800'
Emisiones	EPA de EE.UU. flexible	Emisiones	EPA de EE.UU. flexible
Capacidad del tanque de combustible	13.000 L 3.432 gal EE.UU.	Capacidad del tanque de combustible	13.000 L 3.432 gal EE.UU.
Ventilador del radiador impulsado hidráulicamente con velocidad del ventilador controlada electrónicamente		Ventilador del radiador impulsado hidráulicamente con velocidad del ventilador controlada electrónicamente	
Administración del motor microprocesada		Administración del motor microprocesada	
Filtro de aire de servicio pesado		Filtro de aire de servicio pesado	
Filtro de combustible de dos etapas con separador de agua		Filtro de combustible de dos etapas con separador de agua	
Separador de agua adicional de alta capacidad		Separador de agua adicional de alta capacidad	
Motor eléctrico: 6060 AC/6060 AC FS		Motor eléctrico: 6060 AC/6060 AC FS	
Tipo	Motor de inducción con jaula de ardilla	Tipo	Motor de inducción con jaula de ardilla
Soldado	1.800 kW	Soldado	1.800 kW
Voltaje	6,6 kV ± 10% (otras a pedido)	Voltaje	6,6 kV ± 10% (otras a pedido)
Corriente nominal I _L	194 A @ 6,6 kV	Corriente nominal I _L	194 A @ 6,6 kV
Frecuencia	50 Hz (60 Hz a pedido)	Frecuencia	50 Hz (60 Hz a pedido)
Revoluciones	1.500 min ⁻¹ (1.800 min ⁻¹ a 60 Hz)	Revoluciones	1.500 min ⁻¹ (1.800 min ⁻¹ a 60 Hz)
Corriente de arranque	300% de I _L (opcional) (197% de I _L opcional)	Corriente de arranque	300% de I _L (opcional) (197% de I _L opcional)
Sistema eléctrico (mando diesel)		Sistema eléctrico (mando diesel)	
Voltaje del sistema	24 V	Voltaje del sistema	24 V
Baterías de instalación en serie	6 x 210 Ah; 12 voltios cada uno 630 Ah; 24 voltios en total	Baterías de instalación en serie	6 x 210 Ah; 12 voltios cada uno 630 Ah; 24 voltios en total
Relés e interruptores de aislamiento de la batería		Relés e interruptores de aislamiento de la batería	
Interruptores de parada de emergencia que se pueden acceder a nivel del suelo y en el módulo del motor		Interruptores de parada de emergencia que se pueden acceder a nivel del suelo y en el módulo del motor	
12 reflectores de trabajo de alto brillo LED		12 reflectores de trabajo de alto brillo LED	
2 reflectores de trabajo de alto brillo LED		2 reflectores de trabajo de alto brillo LED	
2 para el extremo trasero		2 para el extremo trasero	
2 reflectores de acceso de alto brillo LED		2 reflectores de acceso de alto brillo LED	
16 luces de servicio LED		16 luces de servicio LED	
Datos generales		Datos generales	
Peso en orden de trabajo	627 toneladas EE.UU.	Peso en orden de trabajo	627 toneladas EE.UU.
Pala frontal	569 toneladas métricas	Pala frontal	569 toneladas métricas
Retrocavadora	570 toneladas métricas	Retrocavadora	570 toneladas métricas
Soldado del motor SAE J1995	2.240 kW 3.000 hp	Soldado del motor SAE J1995	2.240 kW 3.000 hp
Capacidad del cubo en estándar	34,0 m ³ 44,5 yd ³	Capacidad del cubo en estándar	34,0 m ³ 44,5 yd ³
Retrocavadora (colmada de H)	34,0 m ³ 44,5 yd ³	Retrocavadora (colmada de H)	34,0 m ³ 44,5 yd ³
Características		Características	
Asesorio de pala TriPower		Asesorio de pala TriPower	
Sistema de enfriamiento de aceite independiente		Sistema de enfriamiento de aceite independiente	
Sala de máquinas con gran espacio para caminar		Sala de máquinas con gran espacio para caminar	
Sistema hidráulico de 5 circuitos		Sistema hidráulico de 5 circuitos	
Sistema electrónico incorporado; plataforma de control y monitoreo (CAMP)		Sistema electrónico incorporado; plataforma de control y monitoreo (CAMP)	
Sistema de par en circuito de rotación de circuito cerrado		Sistema de par en circuito de rotación de circuito cerrado	
Control de velocidad en control automático		Control de velocidad en control automático	
Luz de trabajo LED		Luz de trabajo LED	
Peso en orden de trabajo		Peso en orden de trabajo	
6060 FS	1.400 mm 4 7"	6060 FS	1.400 mm 4 7"
Peso en orden de trabajo	568.500 kg 1.254.200 lb	Peso en orden de trabajo	568.500 kg 1.254.200 lb
Presión sobre el suelo	25,4 N/cm ² 36,8 lbf/pulg ²	Presión sobre el suelo	25,4 N/cm ² 36,8 lbf/pulg ²
6060	1.400 mm 4 7"	6060	1.400 mm 4 7"
Peso en orden de trabajo	570.300 kg 1.257.280 lb	Peso en orden de trabajo	570.300 kg 1.257.280 lb
Presión sobre el suelo	25,3 N/cm ² 37,0 lbf/pulg ²	Presión sobre el suelo	25,3 N/cm ² 37,0 lbf/pulg ²
6060 AC FS	1.400 mm 4 7"	6060 AC FS	1.400 mm 4 7"
Peso en orden de trabajo	546.300 kg 1.204.370 lb	Peso en orden de trabajo	546.300 kg 1.204.370 lb
Presión sobre el suelo	24,4 N/cm ² 35,4 lbf/pulg ²	Presión sobre el suelo	24,4 N/cm ² 35,4 lbf/pulg ²
6060 AC	1.400 mm 4 7"	6060 AC	1.400 mm 4 7"
Peso en orden de trabajo	547.700 kg 1.207.460 lb	Peso en orden de trabajo	547.700 kg 1.207.460 lb
Presión sobre el suelo	24,5 N/cm ² 35,6 lbf/pulg ²	Presión sobre el suelo	24,5 N/cm ² 35,6 lbf/pulg ²
Otros pesos de cadena disponibles a pedido.		Otros pesos de cadena disponibles a pedido.	

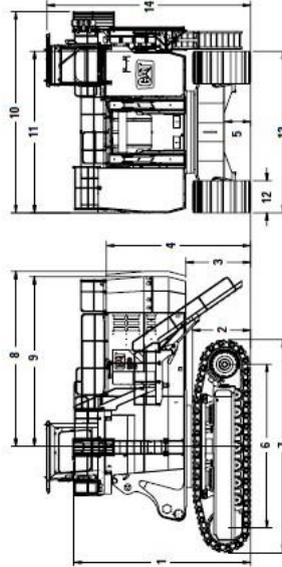
Especificaciones de la Pala Hidráulica 6060/6060 FS

Dimensiones

Todas las dimensiones son aproximadas.



Unidad básica 6060/6060 FS	
1	7.600 mm
2	2.500 mm
3	2.790 mm
4	6.460 mm
5	1.120 mm
6	7.090 mm
7	9.230 mm
8	7.955 mm
9	7.700 mm
10	8.730 mm
11	7.000 mm
12	1.400 mm
13	7.000 mm
14	8.790 mm



Unidad básica 6060 AC/6060 AC FS	
1	7.600 mm
2	2.500 mm
3	2.790 mm
4	6.200 mm
5	1.120 mm
6	7.090 mm
7	9.230 mm
8	7.800 mm
9	7.550 mm
10	8.730 mm
11	7.000 mm
12	1.400 mm
13	7.000 mm
14	8.730 mm

Especificaciones de la Pala Hidráulica 6060/6060 FS

Sistema de lubricación automática

- Capacidad del recipiente de grasa: 1.000 L - 264 gal EE.UU.
- Sistema de doble circuito con bombas de servicio pesado impulsadas hidráulicamente y control del reloj de tiempo electrónico para ajustar los tiempos de pasada/lubricación
- Los siguientes elementos están conectados al sistema de lubricación:
 - Canales del cojinete de rodillo de rotación
 - Dos pivotes de engrase para los engranajes internos del anillo de rotación
 - Puntos de pivote del accesorio, el cucharón y los cilindros
 - Rodillos inferiores del tren de rodaje
 - Si las plumas se mueven en el sistema de panel de control
 - Filtro de 200 micras para el aceite de servicio y el recipiente, así como directamente detrás de la bomba de engrase.

Accesorios

- 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
- Los procedimientos de soldadura permiten contraoaladura interna (soldadura de doble preparación) en donde sea posible
- Las plumas y los brazos presentan alivio de esfuerzo después de la soldadura
- Plumetas con gatas en las plumas
- Protección de los cilindros hidráulicos (FS y BH) y el brazo (FS)
- Bajada sin presión de la pluma (FS y BH) y del brazo (FS) mediante una válvula de flotación
- Accesorio de pala con dimensión Trifwter exclusiva que permite garantizar las siguientes características principales:
 - Orientación vertical automática de ángulo constante del cucharón
 - Inclinador de retroceso automático para evitar derrames de material
 - Motor hidráulico para la hidráulica
 - Motor de la pluma en todo el arco de levantamiento
 - Fuerza de ataque de asistido
- Todos los cucharones (FS y BH) están equipados con un paquete de desgaste que consta de lo siguiente:
 - Material de revestimiento especial que cubre las áreas de desgaste principales dentro y fuera del cucharón
 - Cubiertas protectoras de labio entre los dientes
 - Cubiertas protectoras de ala en las periferias laterales
 - Cubiertas protectoras en los bordes inferiores
 - Paquetes especiales de desgaste para materiales altamente abrasivos a pedrío

Cabina del operador

- Nivel de visión del operador: 7,6 m - 24' 11"
- aproximadamente
- Dimensiones internas de la cabina
 - Longitud: 2.200 mm - 7' 3"
 - Ancho: 1.600 mm - 5' 3"
- Altura: 2.150 mm - 7' 1"
- Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado montado debajo del techo
- Asiento con amortiguación resorbible y ajustes múltiples con soporte lumbar, control de seguridad, apoyo de brazos y apoyapiesas
- Control de seguridad del operador para evitar el arranque automático
- Los controles hidráulicos cuando el operador deja el asiento
- Controles de palanca universal integrados en consolas del asiento ajustables de forma independiente
- Asiento auxiliar plegable con cinturón de seguridad
- Armario FOPS (Falling Object Protective Structure, Estructura de Protección contra Objetos Caídos) integrado en la estructura de la cabina
- Norma DIN ISO 5409 integrada en la estructura de la cabina
- Vidrio de seguridad a todo alrededor, parabrisas blindado y ventana lateral deslizante
- Parabrisas con limpiaparabrisas intermitente paralelo
- Presenales de rodillo en todas las venanas
- Protección de los cilindros hidráulicos (FS y BH) y el brazo (FS)
- El sólido panel de instrumentos incluye una pantalla BCS a color de gran tamaño con tecnología transactiva
- Sistema de panel de control (BCS) y sistema de registro de datos de signos vitales y datos de servicio de motores, sistema hidráulico y sistema de lubricación
- Acceso a la máquina a través de la escotera de acceso, ángulo de la escotera
- Escalera deslizante de emergencia (opcional) con jaula

Tren de rodaje

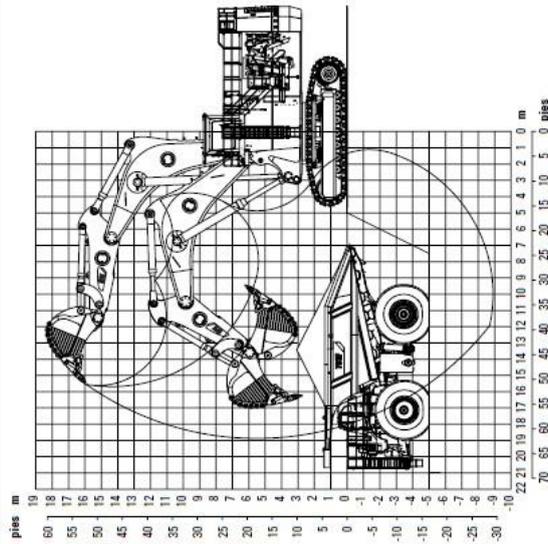
- Velocidades de desplazamiento (2 etapas)
 - Primera etapa: máxima 1,4 km/h - 0,87 mph
 - Segunda etapa: máxima 2,0 km/h - 1,24 mph
- Fuerza de tracción máxima 2.956 kN - 664.300 lbf
- Rendimiento en pendientes de los mandos 52 % de desplazamiento: máximo
- Piones de cadena (cada lado) 42
- Rodillos inferiores (cada lado) 7
- Rodillos de soporte (cada lado) 2 más una placa deslizante intermedio
- Mandos de desplazamiento (cada lado) 1 transmisión planetaria con 2 mandos de pistones a vitales de dos etapas
- Frenos de estacionamiento
 - Frenos de discos
 - Frenos de discos de aplicación mediante resorte y liberación hidráulica

- Elaborados de soporte combinados de gata doble fundida con bujes conectados por pasadores completamente forjados y molibdenos
- Todas las superficies de funcionamiento de las ruedas motrices, ruedas locas, rodillos y elaborones de soporte, así como las áreas de contacto de los dientes de la rueda motriz y de los elaborones de soporte, están endurecidas
- Los rodillos inferiores están conectados al sistema de lubricación automática
- Sistema de tensión de cadena completamente hidráulico y de ajuste automático con acumulador de membrana
- Válvulas de retroalimentación hidráulico automático para evitar exceso de velocidad en desplazamiento cuesta abajo
- Alarma de desplazamiento acústica

Especificaciones de la Pala Hidráulica 6060/6060 FS

Alcance de trabajo: accesorio de retroexcavadora (BH)

Todas las dimensiones son aproximadas.



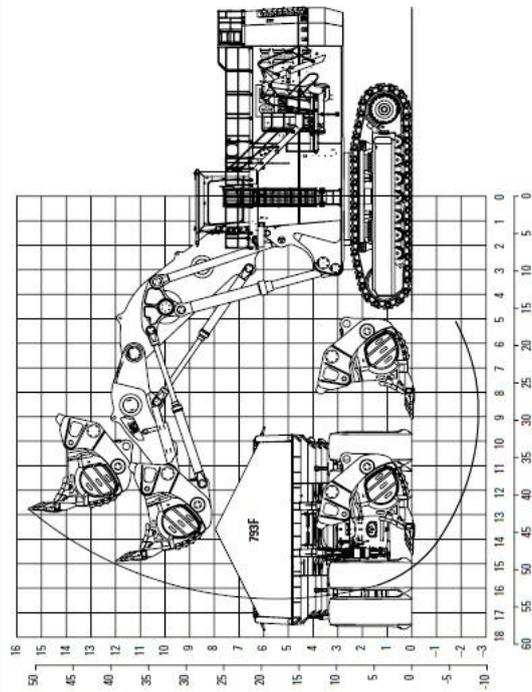
Pluma	105,5 m	34,5'	Alcance de trabajo	15,9 m	52,2'
Brzo	5,0 m	16,5'	Alcance máximo de excavación	18,9 m	62,0'
Fuerza de excavación	1.220 kN	274.170 lbf	Profundidad máxima de excavación	8,9 m	29,2'
Máxima fuerza de desgarr	1.240 kN	278.070 lbf			
Fuerza de desprendimiento máxima					

Retroexcavadoras		Cucharon para rocas pesadas	Cucharon para rocas estándar
Tipo		25,0 m ³ (32,7 yd ³)	28,0 m ³ (36,0 yd ³)
Capacidad cobrada de 1:1		22,2 m ³ (29,0 yd ³)	24,6 m ³ (32,3 yd ³)
Capacidad cobrada de 2:1		19,3 m ³ (25,3 yd ³)	21,2 m ³ (27,7 yd ³)
Capacidad al ras		4,360 mm (14' 4")	4,360 mm (14' 4")
Ancho total		4,035 mm (13' 3")	4,300 mm (14' 1")
Ancho interior		6	6
Cantidad de dientes		32,200 kg (71.430 lb)	34,400 kg (75.800 lb)
Peso incluido el paquete de desgaste		2,4 t/m ³ (4.050 lb/yd ³)	2,2 t/m ³ (3.710 lb/yd ³)
Densidad máxima del material (suelto)			1,8 t/m ³ (3.030 lb/yd ³)

Especificaciones de la Pala Hidráulica 6060/6060 FS

Alcance de trabajo: accesorio de pala frontal TriPower (FS)

Todas las dimensiones son aproximadas.



Pluma	8,0 m	26,2'	Alcance de trabajo	13,5 m	50' 10"
Brzo	5,1 m <th>16' 9"</th> <td>Alcance máximo de excavación</td> <td>16,4 m <td>53' 10"</td> </td>	16' 9"	Alcance máximo de excavación	16,4 m <td>53' 10"</td>	53' 10"
Fuerza de excavación	2.250 kN	505.640 lbf	Profundidad máxima de excavación	2,7 m <td>8' 10"</td>	8' 10"
Máxima fuerza de desgarr	2.100 kN	471.920 lbf	Alcance máximo de desgarra	11,6 m <td>38' 1"</td>	38' 1"
Fuerza de desprendimiento máxima	1.740 kN	391.020 lbf	Distancia de ataque a nivel	5,5 m <td>18' 1"</td>	18' 1"

Pala frontal		Pala para mineral de hierro	Pala para rocas pesadas	Pala para rocas estándar
Tipo		24,5 m ³ (32,0 yd ³)	26,5 m ³ (34,7 yd ³)	32,5 m ³ (42,5 yd ³)
Capacidad cobrada de 1:1		21,0 m ³ (27,5 yd ³)	23,0 m ³ (30,1 yd ³)	28,0 m ³ (36,0 yd ³)
Capacidad cobrada de 2:1		4,800 mm (15' 9")	4,800 mm (15' 9")	4,800 mm (15' 9")
Ancho total		4,300 mm (14' 1")	4,300 mm (14' 1")	5,100 mm (16' 9")
Ancho interior		2,600 mm (8' 6")	2,600 mm (8' 6")	2,600 mm (8' 6")
Cantidad de dientes		6	6	6
Peso incluido el paquete de desgaste		44,900 kg (98.990 lb)	44,300 kg (97.660 lb)	45,400 kg (100.000 lb)
Densidad máxima del material (suelto)		3,0 t/m ³ (5.060 lb/yd ³)	2,6 t/m ³ (4.380 lb/yd ³)	2,2 t/m ³ (3.710 lb/yd ³)
				1,8 t/m ³ (3.030 lb/yd ³)

ANEXO 13. REPORTE FOTOGRÁFICO



Muestra el procedimiento actual (carguío por el lado izquierdo).



Presentación del cucharón para cuadrado por el lado derecho (procedimiento alternativo).



Carguío por el lado derecho (procedimiento alternativo).



**Muestra los camiones en cola y la aplicación del procedimiento alternativo
(carguío por el lado derecho).**