

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS EN EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO PARA LA EXPLOTACIÓN DE UNA CANTERA TAJO ABIERTO CAJAMARCA, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas



Autor:
Rosmel Ayay Chilón

Asesor:
Mg. Ing. Oscar Arturo Vásquez Mendoza

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A mi padre a mi madre y a mi hermano porque siempre me apoyaron incondicionalmente, por haberme guiado como la persona que soy en la actualidad.

Rosmel Ayay

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar conmigo en toda mi carrera universitaria. Por permitirme en tener y disfrutar de una familia maravillosa.

Agradezco al Ing. Oscar Vásquez, por brindarme sus conocimientos y apoyo constante para sacar adelante este trabajo de investigación investigación.

Rosmel Ayay.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	19
CAPÍTULO III. RESULTADOS	22
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	35
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de eficiencia E por condiciones de obra.....	15
Tabla 2. Eficiencia Horaria.....	16
Tabla 3. Porcentajes de abundamiento.....	16
Tabla 4. Maquinaria analizada.....	23
Tabla 5. Características del cargador frontal.....	23
Tabla 6. Capacidades de cucharones del cargador frontal.....	23
Tabla 7. Tiempo de ciclo del cargador frontal.....	24
Tabla 8. Resumen tiempo de ciclo del cargador.....	24
Tabla 9. Característica de la excavadora.....	28
Tabla 10. Capacidades de los cucharones de Excavadora 320C.....	28
Tabla 11. Tiempo de ciclo de la Excavadora.....	29
Tabla 12. Resumen tiempo de ciclo de la excavadora.....	29
Tabla 13. Cálculo de la producción para excavadoras según manual Caterpillar.....	31
Tabla 14. Características de Volquete.....	32
Tabla 15. Tiempo de ciclo de acarreo del volquete.....	33
Tabla 16. Tiempo promedio de ciclo de acarreo del volquete.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento del Cargador frontal.....	26
---	----

RESUMEN

La presente tesis titulada. Análisis de rendimientos en equipos de carguío y acarreo para la explotación de una cantera a tajo abierto Cajamarca, 2021. tiene como objetivo Analizar los rendimientos de equipos de carguío y acarreo para la explotación de una cantera tajo abierto Cajamarca, en cuanto al enfoque de investigación es cuantitativa ya que permite medir y cuantificar parámetros. Por lo tanto, esta investigación es de tipo básica-correlacional-cuantitativa, el diseño de investigación es de carácter no experimental para lo cual se realizó la toma de datos para el carguío y acarreo en la cantera. Con los resultados obtenidos en campo se procedió al análisis de rendimientos para ser comparados con los rendimientos establecidos con el fabricante.

Con respecto al análisis de rendimientos Se determinaron los rendimientos de los equipos cargador frontal Cat 950H el cual alcanzo un rendimiento de 67.91 m³/h, para la excavadora Cat 320C se registró un rendimiento de 129.48 m³/h, finalmente el volquete volvo alcanzo un rendimiento de 47.18 m³/h. los cuales son menores a los rendimientos establecidos por el fabricante.

De igual forma se determinaron los ciclos de los equipos de carguío y acarreo para el cargador frontal Cat 950H el ciclo promedio es 2.10 minutos, para la excavadora Cat 320C se registró un ciclo promedio 33.10 segundos, finalmente el volquete volvo se calculó un tiempo promedio de ciclo 15.83 minutos por lo que se concluye que los rendimientos reales alcanzados, son menores a los especificados por el fabricante.

Palabras clave: análisis de rendimientos, equipos de carguío y acarreo, explotación, cantera

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La falta de información de rendimientos con maquinaria pesada en movimiento de tierras u otros materiales, afecta en la etapa de programación, ya que no se puede determinar exactamente la fecha de hitos de entrega del proyecto, en la etapa de ejecución, si ya se tienen fechas de entrega establecidas o estamos atrasados en el proyecto; el no tener un rendimiento real imposibilita el hecho de dimensionar las flotas o grupos a reprogramar para cumplir con plazos ya establecidos. El alto uso de equipos de acarreo vienen siendo afectados por varios factores que reducen las horas totales de trabajo siendo las principales causas los tiempos improductivos, como: espera en cola, cambio de guardia, abastecimiento de combustible, falta de equipo de carguío, inspección de equipo, traslado al frente de trabajo, por voladura, falta de operador, estado de los accesos y las vías, falta de frente de trabajo de operaciones, congestión en los puntos de descarga, etc. Lo cual afecta a la mejora continua en la productividad. (Torres, P. 2016).

Huingo, N. (2013) Evaluación de rendimientos de maquinaria pesada en la ejecución de cierres de mina maqui maqui norte – Cajamarca. Tuvo como objetivo obtener los rendimientos que la maquinaria pesada alcanzó en la ejecución de proyecto Rehabilitaciones finales camino de acarreo norte Maqui maqui-Cajamarca, así mismo la comparación de estos con los rendimientos teóricos. Para la realización de esta investigación se recopilieron datos entre los meses de octubre y diciembre del 2012, mediante observación directa, medición y registro en formatos de reporte diario y de control de equipos, consecuente se obtuvieron los datos para el análisis de un tractor

CAT 08R, un tractor Komat'su 065EX-15EO y una excavadora Komat'su PC 350LC-8; obteniéndose los siguientes resultados: para el tractor CAT 08R un rendimiento de 162.42 m³ /h en la actividad de corte y relleno compensado y 256.18 m³ /h en la actividad de excavación de material común, para el tractor Komat'su 065EX-15EO se registró 112.30 m³ /h en la actividad de corte y relleno compensado, 176.17 m³ /h en la actividad de excavación de material común y 166.08 m³ /h en empuje y extendido de top soil, finalmente la excavadora Komat'su PC350LC-8 alcanzó los 4 7.04 m³ /h en la actividad de excavación de material común. con estos rendimientos se logró confirmar la hipótesis la cual menciona que los rendimientos teóricos son menores a los rendimientos alcanzados en la ejecución del proyecto.

Tal es el caso de Pizán, C. (2013), que realizó su investigación en los minados de Cerro Negro y Carachugo de Cajamarca, Perú; se basó en obtener los rendimientos reales de equipos de maquinaria pesada en el movimiento de tierras, para las actividades de: carguío con excavadora, acarreo con volquetes de 15 m³ y empuje con tractor sobre orugas. La toma de datos se realizó entre abril y noviembre del 2012; estos incluyen resúmenes diarios de control de los equipos, así como los reportes del ingeniero de campo, con el fin de controlar las horas trabajadas. Es así que comparó los rendimientos reales y los rendimientos dados por el fabricante, observando que los dados por el fabricante son mayores; además, en el minado de Carachugo, los rendimientos en equipo de acarreo, carguío y empuje son mayores a los del minado de Cerro Negro. Esta conclusión lo obtuvo gracias a factores del cliente como son: la demora en la fase de voladura, áreas de trabajo poco espaciosos, ruta de acarreo con interferencias, siendo éstas las que disminuyen la productividad; y otros factores como: fallas mecánicas, la no disposición de equipos, tipo de material, antigüedad de la

máquina, mantenimiento. De este estudio se puede destacar la importancia de los equipos en la fase de carguío, acarreo y empuje, ya que de estos depende la producción y además un mal equipo demandaría mayor cantidad de inversión.

Ordoñez (2013), en su estudio denominado “Análisis de la productividad de equipos usados en el “Movimiento de tierras en campamento y accesos principales a Conga 1702 – K82” mediante la herramienta IP: Informe de Productividad de Equipos”; el objetivo fue determinar la productividad de los equipos en el proyecto minero Conga en movimiento de tierras; es una investigación descriptiva, con muestreo no probabilístico intencional; el proyecto se ubica en el departamento de Cajamarca en la provincia de Celendín; se lograron ganancias de US\$ 723 684.66 en el proyecto desglosándose en la construcción de plataformas con una pérdida de US\$ 627 619.73 y en accesos una ganancia de US\$ 1 351 304.39, mitigando las causas de incumplimiento encontraron que no consideraron el aumento de equipos en controles ambientales y factores climáticos; se concluye con el planteamiento del procedimiento que permitió calcular la productividad de los equipos en el proyecto, se plantearon posibles causas que provocaron el aumento en el ratio de productividad y las posibles alternativas de solución.

Arévalo, L. (2014) en su investigación titulada “Análisis comparativo de especificaciones técnicas y rendimiento en campo de maquinaria para extracción de tierra.” Se recopila y selecciona de manera detallada información de gran relevancia acerca de maquinaria pesada (mini excavadoras, excavadoras - retroexcavadoras) utilizada durante una etapa importante en el transcurso de una obra, como son los trabajos de extracción de tierra, enfatizando en algunos factores técnicos, mediante un comparativo de estas máquinas, manejadas por tres marcas muy recodidas (John

Deere, Caterpillar, Komat´s), con la finalidad de contribuir a una adecuada selección por parte de la persona a cargo del proyecto, acerca del tipo de máquina a emplear para la debida ejecución de las actividades a realizar. De igual forma se presenta una comparación del rendimiento de una mini excavadora, una excavadora, y una retroexcavadora obtenida en campo, con el rendimiento obtenido por medio de cálculo teórico basado en formula. Por otra parte, se complementa con apoyo visual por medio de imágenes cuyo fin es garantizar un alto entendimiento del papel desempeñado por estas máquinas dentro de una obra.

Miranda (2013), en su estudio denominado “Análisis de la productividad de equipos usados en el “Movimiento de tierras en campamento y accesos principales a Conga 1702 – K82” mediante la herramienta IP: Informe de Productividad de Equipos”; el objetivo fue analizar la productividad de la mano de obra y equipos usando la herramienta “Lean Construction” y establecer un método sencillo de control y mejora de la productividad que pueda ser aplicado a cualquier proyecto; su investigación descriptiva, su muestra es no probabilística intencional conformada por 66 equipos y 130 personas en su programa de producción; el proyecto se encuentra en el departamento y provincia de Cajamarca al costado de vía interprovincial Cajamarca – Bambamarca a una altura de 3500msnm; usaron instrumentos de recolección de datos como lista de chequeos; sus resultados muestran en 14 meses la tendencia de la productividad de los equipos, inician con un 48% y culmina con un 104%, la evolución de la productividad de la mano de obra en los 14 meses van desde el 19% hasta el 52%, la evolución del porcentaje del plan completado PPC en 7 meses va desde 26% a un 31%, esto indica la falta de experiencia en el equipo de planificación; se concluye que la aplicación de herramientas de gestión ha sido beneficioso al proyecto estudiado,

gracias a ello se maximizo la productividad de los equipos y con eso se mejoró el flujo de producción, este método se aplica de manera iterativa con la finalidad de que las mejoras sean continuas y se logre disminuir los tiempos muertos de las operaciones.

(Huarocc, P. 2014) Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño. Estudia una metodología para la disminuir de costos en las operaciones básicas de carguío y acarreo de mineral con un incremento sustancial del nivel de producción para el beneficio de la empresa minera y una disminución de los costos de carguío y transporte. Metodología que usó para la demostración de la hipótesis fue descriptiva con la evaluación de indicadores que se fueron evaluando consecutivamente las causas que generaban que este indicador posea un elevado índice cuantitativo, con ello se tomaron las decisiones pertinentes en las operaciones de minado con el objetivo de buscar optimizar y colocar el negocio de las explotaciones mineras en un nivel adecuado de producción. Con esto se proponen soluciones para la reducción de lo que los ingenieros y profesionales evocados a la reducción de los costos dentro de la secuencia de minado y con ello obtener una mayor productividad en la unidad minera.

Así mismo, en su investigación Chávez, E. (2020), menciona que la productividad de los equipos está relacionada con los periodos de parada no programada son las que afectan la disponibilidad mecánica, esto lo evidencia en el monitoreo realizado a la Pala CAT 6060 Fs – 10, donde presentó una diferencia del 53.8% en total con el porcentaje de uso de disponibilidad durante los 5 meses, lo cual generó parada no programados, siendo este uno de los factores que afectan el uso de la disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo, permitiendo obtener como resultado el tiempo total de demoras de la pala CAT 6060 Fs - 12 (959 horas) y a la pala CAT 6060 Fs -

10 (862 horas), siendo esta última la que mayor productividad generó con un total de 297,190.73 TM, pero su disponibilidad de uso fue menor.

(Meza, J. 2011) Desarrollo de un modelo para la aplicación de simulación a un sistema de carguío y acarreo de desmonte en una operación minera a cielo abierto. Esta investigación se enfoca en el desarrollo de un modelo, en el software de simulación Arena 12, que replique un sistema de carguío y acarreo real de una operación minera a tajo abierto el cual ayude planificar escenarios alternativos con el fin de bajar las colas generadas en los frentes de trabajo, bajar las pérdidas asociadas a estos tiempos de espera y aumentar el nivel de producción diario. En este contexto las operaciones unitarias de carguío y acarreo son las que generan el mayor costo de operación. Esto se debe principalmente al consumo de combustible y llantas. Por tal razón, lo que se busca es maximizar la productividad de la flota de equipos y por otro lado minimizar los tiempos muertos e improductivos y finalmente se pueda trasladar la mayor cantidad de material con el menor costo posible.

Igualmente, Meza, L. (2020), que efectuó su investigación en la compañía minera Raura S.A. para mejorar el rendimiento de disponibilidad mecánica en las 10 excavadoras CAT 336 mediante la implementación de un plan preventivo apoyado en el RCM, donde utilizó cuestionarios y fichas de reporte diario en la recolección de datos para su posterior análisis y procesamiento en el paquete estadístico SPSS, obteniendo como resultados que las fallas mecánicas más recurrentes se da en la corona de giro y el motor, además de las encuestas realizadas el 50% señala que las fallas más recurrentes son en la pala y el 25% señala que ocurre en el brazo, con todo lo identificado se logró implementar un plan de mantenimiento preventivo óptimo y adecuado.

Rendimiento de maquinaria: La producción o rendimiento de una máquina es el número de unidades de trabajo que realiza en la unidad de tiempo, generalmente una hora: $\text{Rendimiento} = \text{Unidades de trabajo} / \text{hora}$ (Guevara, 2015)

Chiriboga, G. y Rivera, M, (2013). Cuyo objetivo principal de esta tesis es la de calcular los rendimientos de maquinaria pesada para el proyecto en que se estudió, valiéndose de fórmulas teóricas y aplicándolas a las mediciones hechas en campo, es así como calculan los tiempos de ciclo de las máquinas y sus respectivas capacidades para cada máquina es decir los volúmenes de acarreo o cargue según las dimensiones de las cuchillas, baldes o cucharones, para así calcular el rendimiento a través de fórmulas teóricas de cada máquina, el cual ajustan a factores de corrección o factores ponderados para estimar el rendimiento real para las maquinas estudiadas en el proyecto.

Movimiento de Tierras: Se denomina movimiento de tierras al conjunto de operaciones que se realizan en los terrenos en forma natural, a fin de modificar su relieve y/o extraer materiales para obras civiles a fines. Las operaciones del movimiento de tierras más comunes son: excavación, carga, acarreo, descarga, extendido y compactación. (Tarilonte & González Aguilar, 2016)

Ciclo de trabajo: Se denomina Ciclo de Trabajo a la serie de operaciones que se repiten una y otra vez para llevar a cabo dicho trabajo. Tiempo del Ciclo será el invertido en realizar toda la serie hasta volver a la posición inicial del ciclo. Por ejemplo, en las máquinas de movimiento de tierras el tiempo de un ciclo de trabajo es el tiempo total invertido por una máquina en cargar, trasladarse y/o girar, descargar y volver a la posición inicial. La suma de los tiempos empleados en cada una de estas operaciones por separado determina el tiempo del ciclo. Para un resultado más preciso de la

duración de un ciclo suele tomarse un valor medio, obtenido de la medición de un gran número de ciclos, mientras que un número insuficiente puede llevar a resultados erróneos, debido al cambio en las condiciones externas (material, climatología)

Rendimiento: En la industria de la construcción se utiliza la palabra “producción” con el mismo significado que “rendimiento”, que el diccionario define como “la cantidad o magnitud producida, en un tiempo determinado”. Quizá una mejor definición de estas palabras puede ser, al usarse en la construcción, “el trabajo útil ejecutado”.

Eficiencia Horaria: Se denomina Producción óptima o “Pop” de punta a la mejor producción alcanzable trabajando los 60' de cada hora. En la práctica se trabaja sólo 45' ó 50' a la hora por lo que la producción normal “Pn” será: $P_n = 50/60 \times Pop = 0,83$
 $Pop = E \times Pop$

En lo sucesivo P se referirá siempre a la Producción normal Pn.

La relación (E) entre los minutos trabajados y los 60' de una hora es lo que se denomina eficiencia horaria, tiempo productivo o factor operacional. Los factores de los que depende la producción determinan la eficiencia horaria. Como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1.

Factores de eficiencia E por condiciones de obra

CONDICIONES DE TRABAJO	Organización de obra		
	Buena	Promedio	Mala
Buena	0,9	0,75	0,6
Promedio	0,8	0,65	0,5
Mala	0,7	0,6	0,45

Fuente: Manual Caterpillar. Edición 31. (2018)

Si se consideran incentivos a la producción, sobre todo con buenos factores de organización, estos coeficientes se verán incrementados, pero en cualquier caso será

difícil que alcancen valores superiores a 0,90. Por otro lado, en condiciones adversas de trabajo y organización, el tiempo real puede llegar solamente a ser el 50% del tiempo disponible.

Tabla 2.

Eficiencia Horaria.

Incentivo	Organización	Min/hora	E
SI	BUENO	50	0,83
SI	MALA	42	0,70
NO	MALA	30	0,50

Fuente: Manual Caterpillar. Edición 31. (2018)

Factor de abundamiento: Al excavar el material en banco, resulta removido con lo que se provoca un aumento de volumen. Este hecho ha de ser tenido en cuenta para calcular la producción de excavación y dimensionar adecuadamente los medios de transporte necesarios. En todo momento se debe saber si los volúmenes de material que se manejan corresponden al material en banco (Banco) o al material ya excavado (Suelto). Se denomina factor de abundamiento a la relación de volúmenes antes y después de la excavación. El factor de abundamiento será tomado de acuerdo al promedio de lo siguiente:

Tabla 3.

Porcentajes de abundamiento

CLASES DE TIERRA	PORCENTAJE DE ABUNDAMIENTO
ARENA O GRAVA LIMPIA	de 5% a 15%
SUELO ARTIFICIAL	de 10% a 25%
MATERIAL SUELTO	de 10% a 35%
TIERRA COMUN	de 20% a 45%
ARCILLA	de 30% a 60%
ROCA SOLIDA	de 50% a 80%

Fuente: Mecánica de suelos. FICM.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son los rendimientos de los equipos de carguio y acarreo para la explotación de una cantera tajo abierto Cajamarca 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar los rendimientos de equipos de carguio y acarreo para la explotación de una cantera tajo abierto Cajamarca 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar los ciclos de los equipos de carguio y acarreo.
- ✓ Determinar los rendimientos en las condiciones actuales.
- ✓ Comparar los rendimientos obtenidos en campo, con los rendimientos del fabricante

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Mediante el análisis de rendimientos de los equipos de carguio y acarreo se logrará la explotación de una cantera a tajo abierto Cajamarca 2021.

1.4.2. Hipótesis específicas

- ✓ Se determinará los ciclos para los equipos de carguio y acarreo para la explotación de la cantera.
- ✓ Se determinará los rendimientos de los equipos de carguio y acarreo para la explotación de la cantera.
- ✓ Se comparará los rendimientos obtenidos en campo con los rendimientos establecidos por el fabricante

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación según su finalidad es básico porque se usa ciencia y teoría ya existente, para realizar el análisis de rendimientos en equipos de carguío y acarreo en minería a tajo abierto Cajamarca, 2020. Según el alcance es de carácter correlacional porque existe una relación entre las variables, en cuanto al enfoque de investigación es cuantitativa ya que permite medir y cuantificar parámetros. Por lo tanto, esta investigación es de tipo básica-correlacional-cuantitativa. El diseño de investigación es de carácter no experimental y transversal, porque consiste en un estudio sistemático y empírico en que las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido. Asimismo, este tipo de diseño recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único, por lo que su propósito es describir y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Aguilar, Duarte, & Orrantia, 2011).

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

Población: La población para el presente trabajo de investigación está conformada por el material pétreo de la cantera.

Muestra: La muestra para el presente trabajo de investigación serán los 3 equipos de carguío y acarreo.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas

Observación: técnica utilizada para identificar las actividades de los equipos de carguío y acarreo en la cantera.

Análisis documental: Se recolecto información como antecedentes relacionado al tema de investigación.

Estudio de campo: realizamos la evaluación de productividad en el carguío y acarreo en la cantera.

2.3.2. Instrumentos

Instrumentos utilizados para la toma de datos son.

- Tabla de toma de tiempo de ciclo
- Cuaderno de notas
- Registro fotográfico
- Manuales de fabricantes

2.4. Procedimiento

La investigación se desarrolla mediante 3 etapas: las cuales se detallan a continuación.

2.4.1 Etapa de pre campo

Se realiza la búsqueda y revisión de antecedentes, estudios previos, realizados con el tema en estudio, en los diferentes ámbitos, tanto local, nacional como internacional, para lo cual se recurrió a los repositorios virtuales de las distintas universidades, lo cual nos permita tener referencia.

2.4.2 Etapa de Campo

Se realizó la toma de datos de campo como como son los tiempo de ciclo para cada uno de los equipos de carguio y acarreo y así determinar el rendimiento en campo de los equipos para luego ser comparado con el rendimiento establecido por el manual del fabricante haciendo uso de las siguientes fórmulas que nos ayudaron a determinar los rendimientos.

Formula general para el análisis de rendimientos del cargador frontal Cat 950H

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{T * FV}; \frac{m^3}{Hr}$$

Formula general para el análisis de rendimientos de la excavadora Cat 320C.

$$R = \frac{3600 * Q * E * K}{T * FV}; \frac{m^3}{Hr}$$

Formula general para el análisis de rendimientos del volquete volvo

$$R = \frac{Q * 60 * E}{T}; \frac{m^3}{h}$$

2.4.3 Etapa de pos campo

Una vez recolectado la información necesaria en campo se procedió a procesar y tabular de forma digital los datos obtenidos en campo, con los programas Microsoft Word y Microsoft Excel, así mismo se elaboraron cuadros y gráficos de los análisis de los resultados obtenidos para los equipos de carguío y acarreo, en donde se pudo identificar de forma más detallada la diferencia en rendimientos en función a manual de fabricante y rendimiento real en campo.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Equipos a estudiar

El proceso de carguío y acarreo está enfocado específicamente al análisis de los tiempos que le lleva a cabo a la maquinaria realizar los trabajos encomendados para los cual tenemos el siguiente listado de maquinaria.

Tabla 4.

Maquinaria analizada

Equipo	Maquinaria	Características
1	Cargador frontal	Cat 950H C7 con capacidad de 3.5 m ³
1	Excavadora	CAT 320C con capacidad de 1.3 m ³
1	Volquete	Volvo 15 m ³

3.2. Análisis de rendimientos del cargador frontal Cat 950H.

Para determinar el rendimiento del cargador frontal utilizaremos la siguiente formula.

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{T * FV}; \frac{m^3}{Hr}$$

Dónde:

R= Rendimiento en m³/hora (medidos en banco)

E= Eficiencia general

Q=capacidad de carga de la cuchilla en m³

K= coeficiente de carga

FV= factor de abundamiento

T= Tiempo de un ciclo.

3.2.1. Capacidad nominal de cucharón: Este dato será tomado del manual de rendimientos de maquinaria Caterpillar.

Tabla 5.

Características del cargador frontal

N° Equipo	Maquinaria	Características	Capacidad del cucharón. (m3)
1	Cargador Frontal	Cat 950H C7	3.5

Fuente: Manual Caterpillar. Edición 31. (2018)

3.2.3. Capacidades de los cucharones del cargador frontal: Este dato será tomado del manual de rendimientos de maquinaria Caterpillar.

Tabla 6.

Capacidades de cucharones del cargador frontal

Cucharones Cargador 950 H	
Capacidad de los cucharones	2,5 - 3,5 m3
Capacidad máxima	3,5 m3

Fuente: Manual Caterpillar. Edición 31. (2018)

3.2.4. Factor de Llenado: El valor (K) será considerado debido al material que en este caso es un conglomerado. Entonces el valor será calculado de la siguiente forma.

$$k = \frac{1}{1 + \% \text{ Esponjamiento}}$$

$$k = \frac{1}{1 + 0.10}$$

$$k = 0.90$$

3.2.5. Eficiencia: Se toma el valor de 50 min/hora debido a las condiciones de la cantera entonces la eficiencia será E=0.83

3.2.6. Tiempo de ciclo: Una vez obtenidos los datos generales se procedió a realizar los cálculos que reflejan los resultados del estudio.

Tabla 7.

Tiempo de ciclo del cargador frontal

Equipo	Carga	Transporte	Descarga	Retorno	Tiempo Total(min.)
1	0.35	0.9	0.1	0.7	2.05
2	0.25	0.8	0.07	0.83	1.95
3	0.2	1.5	0.13	0.95	2.78
4	0.32	0.75	0.11	0.65	1.83
5	0.33	0.95	0.09	0.74	2.11
6	0.25	1.1	0.11	0.62	2.08
7	0.23	0.79	0.12	0.45	1.59
8	0.34	0.93	0.13	0.64	2.04
9	0.4	0.96	0.1	0.8	2.26
10	0.35	1.13	0.09	0.6	2.17
11	0.33	1.15	0.15	0.73	2.36
12	0.25	0.85	0.17	0.7	1.97
13	0.23	0.95	0.14	0.65	1.97
14	0.21	1.1	0.09	0.95	2.35
15	0.36	0.75	0.11	0.65	1.87
16	0.32	0.92	0.12	0.72	2.08
17	0.45	0.97	0.13	0.69	2.24
18	0.27	1.1	0.08	0.62	2.07

Tabla 8.

Resumen tiempo de ciclo del cargador

N° Datos	Tiempo de Ciclo (min.)
1	2.05
2	1.95
3	2.78
4	1.83
5	2.11
6	2.08
7	1.59
8	2.04
9	2.26
10	2.17
11	2.36
12	1.97

13	1.97
14	2.35
15	1.87
16	2.08
17	2.24
18	2.07
Promedio =	2.1

El tiempo de ciclo promedio del cargador frontal será de 2.10 minutos

Con todos los datos se calculó el rendimiento del cargador frontal:

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{T * FV}; \frac{m^3}{Hr}$$

Datos: E=0.83; Q= 3.5 m³; K=0.90; T=2.10 min; FV=10%

$$R = \frac{60 * 0.83 * 3.5 * 0.9}{2.10 * 1.10}; \frac{m^3}{Hr}$$

$$R = 67.91; \frac{m^3}{Hr}$$

Según el manual Caterpillar: El tipo de cargador frontal es 950 H con una capacidad del cucharón de 3.5 m³, para conocer el valor de productividad para el cual ingresaremos con el valor de capacidad del cucharón y el número de ciclos por hora especificado en la gráfica columna E, A respectivamente. Con el valor del tiempo promedio en ciclo se calculará los ciclos por hora de la siguiente forma:

Ciclos/hora = minutos efectivos/tiempo del ciclo por hora (en minutos)

Lo que presenta un valor de 28 ciclos/hr. El factor de llenado del cucharón será del 95%.

Pasos para obtener el rendimiento.

A. Ubicar el valor del cucharón requerido columna E, ubicar el valor del factor de llenado del cucharón columna D, trazar una línea que llegue a la columna C (carga útil Requerida).

B. Ubicar el valor en la columna A (ciclos por Hora) y unir los puntos C (Carga Útil Requerida) y A (Ciclos por hora), con ello encontraremos la producción horaria o rendimiento.

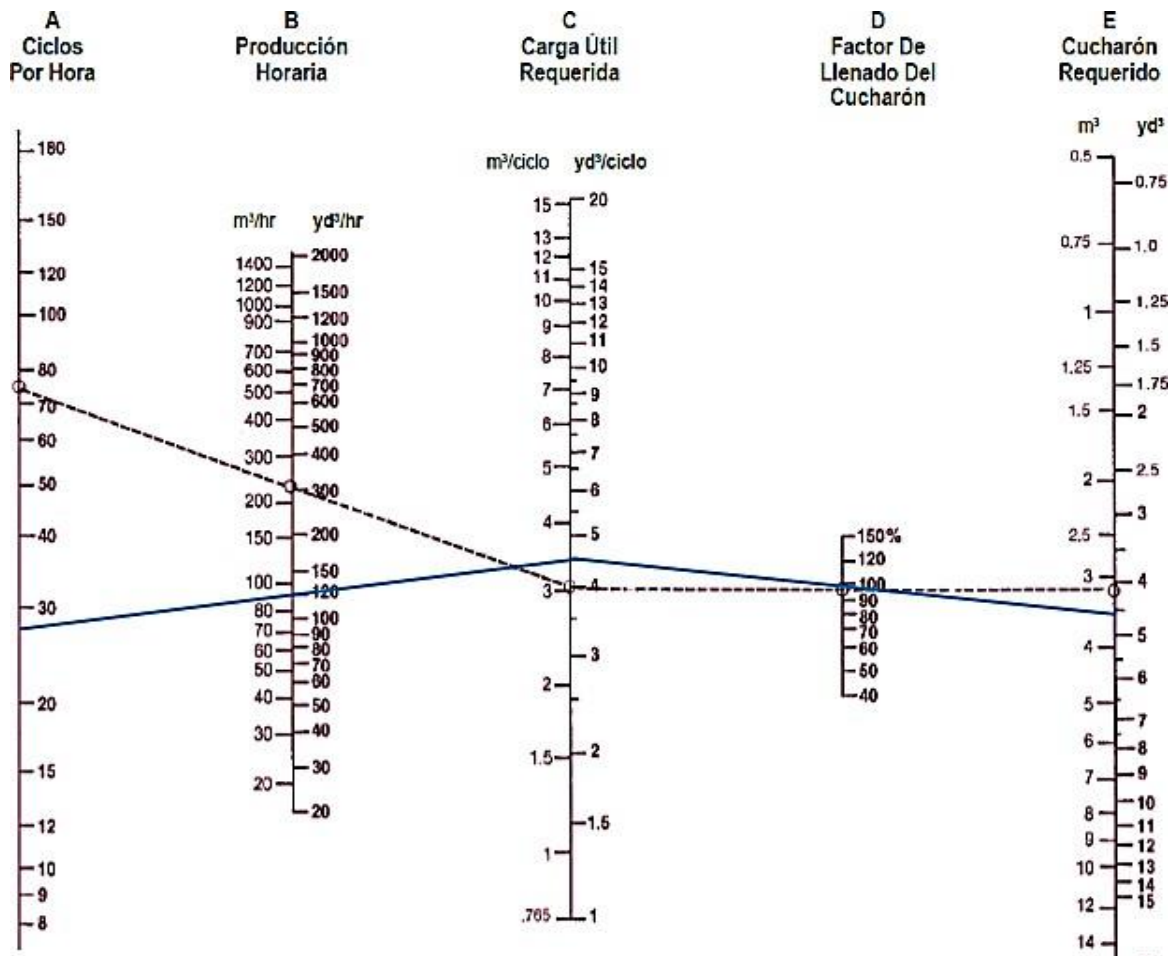


Figura 1: Rendimiento del Cargador frontal.

Fuente: Manual Caterpillar. Edición 31. (2018)

Una vez realizadas las indicaciones pertinentes tenemos el rendimiento del cargador frontal sobre ruedas Caterpillar 950H.

Rendimiento Requerido = 93 m^3/hr

Tiempo del ciclo = 2.10 min

Ciclos por hora = 28 ciclos/hr

Carga Útil requerida = 3.5 m³/ciclo

Factor de llenado del cucharón= 0.95

Capacidad del cucharón = 3.5 m³

3.3. Análisis de rendimientos de la excavadora Cat 320C.

Para el estudio de la excavadora se consideran a los equipos que trabajan con cucharón.

Los factores que se toman en cuenta para el cálculo del rendimiento son el tipo de material, altura del corte, dimensiones del equipo.

Para determinar el rendimiento de esta maquinaria utilizamos la siguiente formula.

$$R = \frac{3600 * Q * E * K}{T * FV}; \frac{m^3}{Hr}$$

Dónde:

R = Rendimiento en m³/hora (medidos en banco)

Q = capacidad o volumen del cucharón en m³

K = factor de llenado del cucharón (depende de las dimensiones y capacidad del Cucharón).

E = factor de rendimiento de la máquina.

T = Tiempo de un ciclo (segundos).

FV= factor de abundamiento.

3.3.1. Capacidad o Volumen del Cucharón (Q): el siguiente dato será tomada del manual de rendimientos de maquinaria Caterpillar.

Tabla 9.

Característica de la excavadora

N° Equipo	Maquinaria	Características	Capacidad del cucharón. (m3)
1	Excavadora	Cat 320 C	1.3

Fuente: Manual Caterpillar. Edición 31. (2018)

A continuación, se muestra las capacidades de los cucharones:

Tabla 10.

Capacidades de los cucharones de Excavadora 320C

Cucharones de Excavadora Hidráulica 320C/320CL	
Profundidad máxima de excavación	Capacidad de la excavación
7,66 m	1,00 m3
5,84 m	1,30 m3
11,88 m	0,45 m3

Fuente: Manual Caterpillar. Edición 31. (2018)

3.3.2. Factor de llenado del cucharón (K): Será considerado debido al material que en este caso es un conglomerado. Entonces el valor será calculado de la siguiente forma:

$$k = \frac{1}{1 + \% \text{ Esponjamiento}}$$

$$k = \frac{1}{1 + 0.20}$$

$$K = 0.83$$

3.3.3. Eficiencia: Tomaremos el valor regular debido a los tiempos efectivos de trabajo.

$$E=50 \text{ mín. } /60 \text{ mín.}$$

$$E=0.83$$

El factor de abundamiento es $FV=20\%$

3.3.4. Tiempo de Ciclo en minutos (T): Se tomaron tiempos del ciclo de la excavadora para cuando ésta explota el terreno y a la vez llena las volquetas (tiempo de carga con maniobra): A continuación, en la tabla se muestra los tiempos de ciclo.

Tabla 11.

Tiempo de ciclo de la Excavadora

Equipo	Carga del cucharón	Giro con carga	Descarga del cucharón	Giro sin carga	Tiempo de ciclo (seg)
1	0.1	0.11	0.08	0.11	0.4
2	0.12	0.09	0.07	0.09	0.37
3	0.1	0.09	0.06	0.09	0.34
4	0.08	0.11	0.08	0.08	0.35
5	0.09	0.08	0.09	0.05	0.31
6	0.07	0.08	0.05	0.1	0.3
7	0.1	0.09	0.08	0.1	0.37
8	0.08	0.07	0.09	0.09	0.33
9	0.09	0.06	0.07	0.08	0.3
10	0.08	0.07	0.09	0.05	0.29
11	0.08	0.09	0.08	0.08	0.33
12	0.12	0.07	0.09	0.07	0.35
13	0.11	0.1	0.1	0.08	0.39
14	0.09	0.1	0.06	0.05	0.3
15	0.08	0.11	0.08	0.1	0.37
16	0.09	0.09	0.07	0.06	0.31
17	0.07	0.06	0.08	0.05	0.26
18	0.1	0.09	0.08	0.08	0.35

Tabla 12.

Resumen tiempo de ciclo de la excavadora

N° Datos	Tiempo de Ciclo (seg.)
1	0.4
2	0.37
3	0.34
4	0.35

5	0.31
6	0.3
7	0.37
8	0.33
9	0.3
10	0.29
11	0.33
12	0.35
13	0.39
14	0.3
15	0.37
16	0.31
17	0.26
18	0.35
Promedio	0.33

Con todos los datos ya encontrados se calcula el rendimiento de la excavadora para luego ser comparado con el Manual de fabricante.

$$R = \frac{3600 * Q * E * K}{T * FV}; \frac{m^3}{Hr}$$

$$R = \frac{3600 * 1.3 * 0.83 * 0.83}{33.10 * 1.20}; \frac{m^3}{Hr}$$

$$R = 81.17; \frac{m^3}{Hr}$$

Según el manual Caterpillar: Los valores óptimos de rendimiento de la imagen presentada a continuación en la zona sombreada de arriba, se basan en condiciones favorables de trabajo: facilidad de excavación, zanjas de poco fondo, buen operador, etc. Para ingresar a la tabla siguiente tomaremos el valor del tiempo de ciclo= 33.10 seg. y la carga útil del cucharón con lo cual obtenemos:

Tabla 13.

Cálculo de la producción para excavadoras según manual Caterpillar.

Metros cúbicos por hora de 60 minutos*

Tiempos de Ciclo Calculados		CARGA ÚTIL CALCULADA DEL CUCHARÓN** — METROS CÚBICOS SUELTOS																		
Tiempo en																				
Seg.	Min.	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	4,0
10,0	0,17																			
11,0	0,18																			
12,0	0,20	60	90	150	210	270														
13,3	0,22	54	81	135	189	243	297	351	405	459	513	567	621	675	729	783	837	891	945	1080
15,0	0,25	48	72	120	168	216	264	312	360	408	456	504	552	600	648	696	744	792	840	960
17,1	0,29	42	63	105	147	189	231	273	315	357	399	441	483	525	567	609	651	693	735	840
20,0	0,33	36	54	90	126	162	198	234	270	306	342	378	414	450	486	522	558	544	630	720
24,0	0,40	30	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	600
30,0	0,50	24	36	60	84	108	132	156	180	204	228	252	276	300	324	348	372	396	420	480
35,0	0,58	20	31	51	71	92	112	133	153	173	194	214	235	255	275	296	316	337	357	408
40,0	0,67					81	99	177	135	153	171	189	207	225	243	261	279	297	315	360
45,0	0,75									133	148	164	179	195	211	226	242	257	273	312
50,0	0,83																			

Fuente: Manual Caterpillar. Edición 31. (2018)

El valor de rendimiento máximo de acuerdo al manual de fabricante es: $R_{max} = 156$ m³/hr.

La eficiencia de trabajo es de $E = 0.83$

Entonces:

$$\text{Rendimiento} = R_{max} * E$$

$$\text{Rendimiento} = 156 \text{ m}^3/\text{hr} * 0.83$$

$$\text{Rendimiento teórico de la excavadora} = 129.48 \text{ m}^3/\text{hr}$$

3.4. Análisis de rendimientos del volquete Volvo.

Para el análisis de rendimiento del volquete volvo se utilizó la siguiente formula general.

$$R = \frac{Q * 60 * E}{T}; \frac{m^3}{h}$$

Dónde:

R= Rendimiento en m³/hora (medidos en banco)

Q=capacidad de la máquina en m³

E= factor de rendimiento de Trabajo.

T= Tiempo empleado en un ciclo completo (minutos).

Para calcular el tiempo de un ciclo completo lo realizaremos según fórmula.

$$T=T1+T2+T3+T4$$

T1.- Tiempo empleado en maniobras de acomodo.

T2.- Tiempo de Carga.

T3.- Tiempo Empleado en acarrear el material.

T4.- Tiempo empleado por la maquina vacía durante el regreso.

Tabla 14:

Características de Volquete

Nº Equipo	Maquinaria	Características	Capacidad (m ³)
1	Volquete	Volvo FM	15

La capacidad de la máquina está dada por las dimensiones de la tolva en donde se transporta el material excavado, para nuestro estudio se tomó como referencia al volquete de 15 m³, considerando con eficiencia E=0.85.

Tabla 15:

Tiempo de ciclo de acarreo del volquete

Volquete	Posicionamiento del camión para carguío	Tiempo de ida	Tiempo de descarga	Tiempo de vuelta	Tiempo total (min)
1	0.48	9.2	2.13	4.5	16.31
2	0.5	8.5	1.4	5.13	15.53
3	0.54	8.3	1.56	5.4	15.8
4	0.41	9.3	1.46	4.4	15.57
5	0.68	8.2	2.2	5.1	16.18
6	0.69	7.5	1.57	5.2	14.96
7	0.52	9.5	2.15	4.3	16.47
8	0.46	8.4	2.14	4.1	15.1
9	0.5	8.5	1.5	5.2	15.7
10	0.54	7.4	1.7	5.4	15.04
11	0.43	9.1	2.1	3.8	15.43
12	0.68	7.4	2.2	5.5	15.78
13	0.54	8.5	1.54	5.3	15.88
14	0.66	9.5	2.15	4.2	16.51
15	0.46	9.3	2.13	3.8	15.69
16	0.59	8.1	1.4	5.13	15.22
17	0.56	8.2	1.56	5.4	15.72
18	0.41	9.6	1.46	4.4	15.87
19	0.68	7.5	2.4	5.1	15.68
20	0.69	8.4	1.57	5.2	15.86
21	0.54	9.3	1.6	4.5	15.94

Tabla 16.

Tiempo promedio de ciclo de acarreo del volquete

Nº Datos	Tiempo de Ciclo (min.)
1	16.31
2	15.53
3	15.8
4	15.57
5	16.18
6	14.96
7	16.47
8	15.1
9	15.7
10	15.04

Análisis de rendimientos en equipos de carguio y acarreo para la explotación de una cantera tajo abierto Cajamarca 2021.

11	15.43
12	15.78
13	15.88
14	16.51
15	15.69
16	15.22
17	15.72
18	15.87
19	15.68
20	15.86
21	15.94
Promedio =	15.83

Con el tiempo promedio de ciclo procedemos a calcular el rendimiento del volquete.

$$R = \frac{Q * 60 * E}{T}; \frac{m^3}{h}$$

$$R = \frac{15 * 60 * 0.83}{15.83}; \frac{m^3}{h}$$

$$R = 47.18; \frac{m^3}{h}$$

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Huingo, N. (2013) Evaluación de rendimientos de maquinaria pesada en la ejecución de cierres de mina maqui maqui norte – Cajamarca. Tuvo como objetivo obtener los rendimientos que la maquinaria pesada alcanzó en la ejecución de proyecto Rehabilitaciones finales camino de acarreo norte Maqui maqui-Cajamarca, así mismo la comparación de estos con los rendimientos teóricos. Obteniéndose los siguientes resultados: para el tractor CAT 08R un rendimiento de 162.42 m³ /h en la actividad de corte y relleno compensado y 256.18 m³ /h en la actividad de excavación de material común, para el tractor Komat'su 065EX-15EO se registró 112.30 m³ /h en la actividad de corte y relleno compensado, 176.17 m³ /h en la actividad de excavación de material común y 166.08 m³ /h en empuje y extendido de top soil, finalmente la excavadora Komat'su PC350LC-8 alcanzó los 47.04 m³/h en la actividad de excavación de material común. con estos rendimientos se logró confirmar la hipótesis la cual menciona que los rendimientos teóricos son menores a los rendimientos alcanzados en la ejecución del proyecto. En la presente investigación se determinaron los rendimientos de los equipos de carguio y acarreo para la explotación de la cantera cargador frontal Cat 950H alcanzo un rendimiento de 67.91 m³/h, para la excavadora Cat 320C se registró un rendimiento de 129.48 m³/h, finalmente el volquete volvo alcanzo un rendimiento de 47.18 m³/h.

Ayllón, P (2016). Nos dice que, en toda obra con equipamiento mecanizado, un problema de suma importancia es el cálculo de la producción de las máquinas. El primer paso para estimar la producción es calcular un valor teórico que luego es ajustado a las condiciones reales de la obra, de acuerdo a cifras obtenidas en experiencias anteriores o en trabajos similares; Para el cálculo de la productividad teórica, se dispone de la información que proporcionan los fabricantes, de acuerdo a las características particulares de cada máquina; estos valores deben ajustarse de acuerdo con los elementos operativos, las condiciones geológicas, topográficas, climáticas, etc. que prevalecerán en la obra. En la presente tesis se determinaron tiempo de ciclo promedio para cada uno de los equipos de carguio y acarreo para el cargador frontal Cat 950H el ciclo promedio es 2.10 minutos, para la excavadora Cat 320C se registró un ciclo promedio 33.10 seg, finalmente el volquete volvo se calculó un tiempo promedio de ciclo 15.83 minutos.

4.2 Conclusiones

Se determinaron los ciclos de los equipos de carguio y acarreo para el cargador frontal Cat 950H el ciclo promedio es 2.10 minutos, para la excavadora Cat 320C se registró un ciclo promedio 33.10 seg, finalmente el volquete volvo se calculó un tiempo promedio de ciclo 15.83 minutos.

Se determinaron los rendimientos de los equipos cargador frontal Cat 950H el cual alcanzo un rendimiento de 67.91 m³/h, para la excavadora Cat 320C se registró un rendimiento de 129.48 m³/h, finalmente el volquete volvo alcanzo un rendimiento de 47.18 m³/h.

Finalmente se concluye que los rendimientos alcanzados por los equipos en campo son menores a los rendimientos establecidos por el fabricante.

REFERENCIAS

- Cadena, V. (2013). *Análisis de costos de productividad y su influencia en el movimiento de tierras por métodos mecánicos*. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1409>
- Caterpillar. (2018). *Caterpillar para Latinoamérica*. Recuperado el 09 de 11 de 2019, de Caterpillar para Latinoamérica
- Calderón, N. (2014). *Mejora del Tiempo de Operatividad de Camiones Volquetes en Proyectos de Mantenimiento Vial, utilizando Teoría de Confiabilidad en un Sistema Simulado. Tesis para optar el Título Profesional de Licenciada en Investigación Operativa*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream>.
- Checya, D. (2015). *Gestión de la Operación de equipos de movimiento de tierras para mejorar el rendimiento de carguio y acarreo en la mina Antapaccay* (tesis para optar el título de ingeniero de minas). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Recuperado de: [B2-M-18330.pdf \(unsa.edu.pe\)](#)
- Chiriboga, M. (2015). *Rendimiento de equipo pesado para la explotación de una cantera a cielo abierto*. (tesis pregrado). Escuela Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- Chávez, E. (2020). *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* Universidad Privada del Norte.

- García, I. (2014). *Análisis del rendimiento de maquinaria pesada en labores de encauzamiento y descolmatación de los ríos Yucaes, Pongora y Llamocctacid, Ayacucho, Huancavelica 2013*. tesis para optar el título profesional de ingeniero agrícola, Ayacucho.
- Guevara, F. (2015). *Análisis y ejecución de movimiento de tierras en una obra empleando el diagrama de curva masa*. Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial, Universidad de Piura, Lima.
- Malpica, C. (2014). *Evaluación de rendimientos de equipos en las operaciones de movimiento de tierras en el minado cerro negro Yanacocha*. (tesis pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú
- 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 pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Meza, L. (2020). *Plan de mantenimiento preventivo apoyado en el RCM para mejorar el rendimiento de disponibilidad mecánica maquinaria pesada excavadora CAT 336 – Compañía Minera Raura S. A. 2019*. Universidad Continental. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8061>
- Miranda, S (2013). *Análisis de productividad de mano de obra y equipos en la construcción de un PAD de Lixiviación PAD La Quinoa 8A Minera Yanacocha Cajamarca: Productividad de equipos*. Tesis Ing. Civil. Cajamarca, PE UNC Universidad Nacional de Cajamarca.

- Ordoñez B (2013). *Análisis de la productividad de equipos usados en el - Movimiento de tierras en campamento y accesos principales a Conga 1702 – K82- mediante la herramienta IP: Informe de Productividad de Equipos*. Tesis Ing. Civil. Cajamarca, PE. UNC (Universidad Nacional de Cajamarca).
- Pizán, C. (2013). *Evaluación de rendimientos en el movimiento de tierras con maquinaria pesada para los minados Cerro Negro y Carachugo en Yanacocha - Cajamarca* (tesis para optar el título de ingeniero de minas). Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/554>
- Pizarro, Y. (2019). *Carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño (KPIs) en CIA minera los quenuales S.A., Yauliyacu, Lima-2018* (tesis para optar el título de ingeniero de minas). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Recuperado de: <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/821>
- Riveros, J. (2016). *Cálculo de la productividad máxima por hora de los volquetes en el transporte minero subterráneo en la unidad minera Arcata*. (tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Vidal, L. (2017). *Estudio del cálculo de flota de camiones para una operación minera a cielo abierto*. (tesis pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos

Equipo	Posicionamiento del camión para carguío	Tiempo de ida	Tiempo de descarga	Tiempo de vuelta	Tiempo total (min)
---------------	--	----------------------	---------------------------	-------------------------	---------------------------

Anexo 2. Especificaciones técnicas de la excavadora 330CL



330C L
Excavadora Hidráulica



Motor		
Modelo del Motor	C9 Caterpillar®	
Potencia al Volante	184 kW	247 hp
Peso en Operación	35.100 kg	77.400 lb

Motor

Modelo del Motor	CAT C9	
Potencia al Volante	184 kW	247 hp
ISO 9249	184 kW	247 hp
SAE J1349	182 kW	244 hp
EEC 90/1269	184 kW	247 hp
Diámetro	112 mm	4.41 pul
Carrera	149 mm	5.87 pul
Cilindrada	8.8 L	537 pol ³

Pesos

Peso de Operación – Tren de Rodaje Largo	35 100 kg	77,400 lb
--	-----------	-----------

- Pluma de 6,5 m (21'4"), brazo de 3,9 m (12'10"), cucharón 1.9 m³ y zapatas de 750 mm (30")

Capacidades de Llenado

Tanque de Combustible	618 L	163 gal
Sistema de Enfriamiento	38 L	10 gal
Aceite del Motor	36 L	9.4 gal
Mando de Giro	19 L	5 gal
Mando Final (cada uno)	15 L	4 gal
Sistema Hidráulico (incluyendo el tanque)	410 L	108 gal
Tanque Hidráulico	175 L	46 gal

Desempeño Sonoro

Desempeño	ANSI/SAE J1166
-----------	----------------

- El nivel del ruido "Leq" (nivel del presión sonora equivalente) medido según los procedimientos de ciclo de trabajo especificados en los estándares ANSI/SAE J1166 de octubre de 1998 es 74 dB(A), para la cabina ofrecida por Caterpillar, cuando adecuadamente instalada y mantenida y testada con las puertas y ventanas cerradas.
- Puede ser necesario el uso de protección auricular cuando la máquina esté operando con cabina abierta (o con un puesto del operador que no sea mantenido adecuadamente, o con puertas/ventanas abiertas) por largos periodos o en ambientes con altos niveles de ruido.

Sistema Hidráulico

Sistema del Implemento Principal – Caudal Máximo (2x)	280 L/min	74 gal/min
Presión máxima – Implementos (Todo el tiempo)	34 300 kPa	4,974 psi
Presión máxima – Desplazamiento	34 300 kPa	4,974 psi
Presión máxima – Rotación	27 900 kPa	4,046 psi
Sistema Piloto – Fluxo máximo	37 L/min	10 gal/min
Sistema Piloto – Caudal Presión máxima	4120 kPa	597 psi
Cilindro de la Pluma – Diámetro	150 mm	5.91 pulg
Cilindro de la Pluma – Carrera	1440 mm	57 pulg
Cilindro del Brazo – Diámetro	170 mm	6.69 pulg
Cilindro del Brazo – Carrera	1738 mm	68 pulg
Cilindro del Cucharón de la Familia D – Diámetro	150 mm	5.91 pulg
Cilindro del Cucharón de la Familia D – Carrera	1156 mm	46 pulg
Cilindro del Cucharón de la Familia E – Diámetro	160 mm	6.3 pulg
Cilindro del Cucharón de la Familia E – Carrera	1356 mm	53 pulg

Mando

Fuerza Máx.Tracción en la Barra de Tiro	294 kN	66,094 lb
Máx. Velocidad de Desplazamiento	5 km/h	3.1 mph

Mecanismo de Rotación

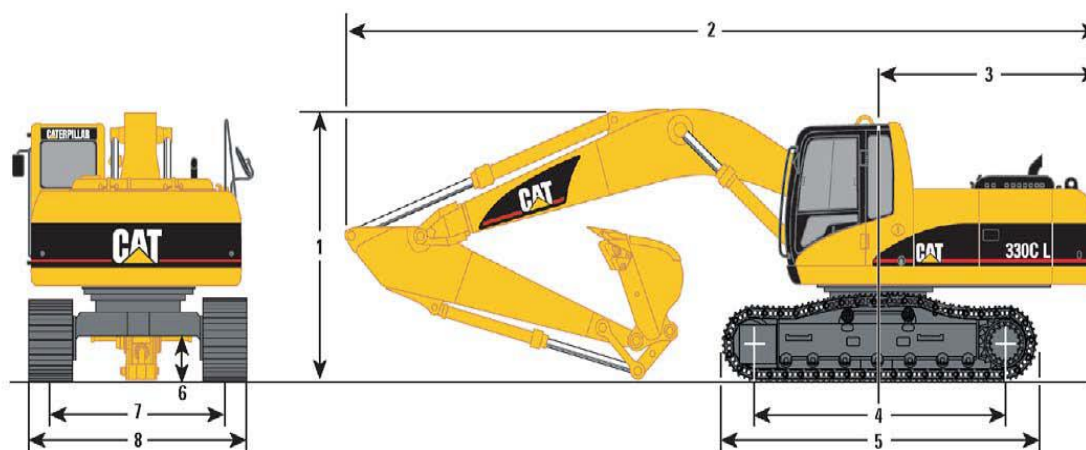
Velocidad de Rotación	10 rpm	
Par de Rotación	108 kN•m	79.657 lb pés

Cadena

Rodaje Largo – Zapatas de triple garra	750 mm	30 pulg
Optativo –	850 mm	34 pulg
Optativo – Servicio pesado	750 mm	30 pulg
Optativo – Servicio pesado	600 mm	24 pulg

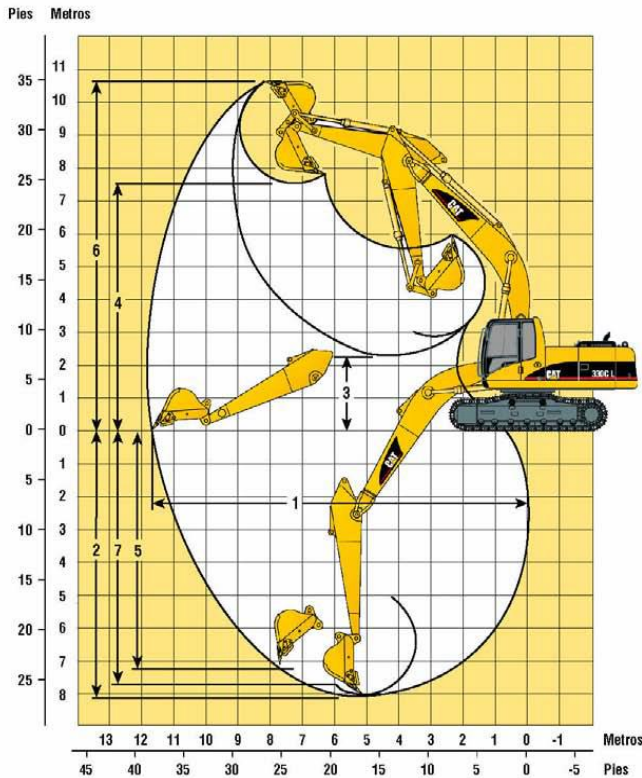
Dimensiones

Todas las dimensiones son aproximadas.



Opciones de Plumas	Alcance — 6.5 m (21'4")	Alcance — 6.5 m (21'4")	Volumen — 6.18 m (20'3")
Opciones de Brazos	R3.9D m (12'10")	R3.2D m (10'6")	M2.55E (8'4")
1 Altura para el embarque	3730 mm (12'3")	3350 mm (11'0")	3490 mm (11'5")
2 Longitud para el embarque	11 190 mm (36'9")	11 140 mm (36'7")	10 840 mm (35'7")
3 Radio de rotación de la parte trasera	3500 mm (11'6")	3500 mm (11'6")	3500 mm (11'6")
4 Longitud hasta el centro de los rodillos	4040 mm (13'3")	4040 mm (13'3")	4040 mm (13'3")
5 Longitud de la cadena	5020 mm (16'6")	5020 mm (16'6")	5020 mm (16'6")
6 Altura libre sobre el terreno	510 mm (1'8")	510 mm (1'8")	510 mm (1'8")
7 Entrevía de la cadena	2590 mm (8'6")	2590 mm (8'6")	2590 mm (8'6")
8 Ancho del transporte con zapatas de 600 mm (24")	3190 mm (10'6")	3190 mm (10'6")	3190 mm (10'6")
Ancho del transporte con zapatas 750 mm (30")	3340 mm (10'11")	3340 mm (10'11")	3340 mm (10'11")
Ancho del transporte con zapatas de 850 mm (34")	3440 mm (11'3")	3440 mm (11'3")	3440 mm (11'3")
Peso de Operación			
Pluma de 750 mm (30")	34 382 kg (75.800 lb)	34 252 kg (75.513 lb)	35 180 kg (77.576 lb)
Pluma de 850 mm (34")	35 108 kg (77.400 lb)	34 978 kg (77.113 lb)	35 400 kg (78.000 lb)

Gamas de Trabajo



Pesos de los Principales componentes

Plumas: incluyendo tuberías, cilindros de la pluma, cilindros del brazo y luz lateral

	kg	lb
Alcance	3880	8550
Gran Volume	3950	8700

Brazos: incluyendo el cilindro y varillaje del cucharón

	kg	lb
R3.9 m	1950	4300
R3.2 m	1815	4000
M2.55 m	1960	4320

Contra peso 6020 13,300

	Pluma de Alcance 6,5 m (21'4")	Pluma de Alcance 6,5 m (21'4")	Pluma Masiva 6,18 m (20'3")
Longitud del Brazo	R3,9 (12'10")	R3,2 (10'6")	M2,55E (8'4")
Cucharón	1,4 m² (1,8 jd³)	1,4 m² (1,8 jd³)	2,2 m² (3,0 jd³)
1 Máximo Alcance al Nivel del Suelo	11,64 m (38'2")	10,92 m (35'10")	10,21 m (33'6")
2 Máxima Profundidad de Excavación	8,09 m (26'7")	7,39 m (24'3")	6,60 m (21'8")
3 Mínima Altura de Carga	2,01 m (6'7")	2,71 m (8'11")	2,97 m (9'9")
4 Máxima Altura de Carga	7,64 m (25'1")	7,20 m (23'7")	6,67 m (21'11")
5 Máxima Profundidad de Excavación en Pared Vertical	7,35 m (24'1")	6,49 m (21'4")	5,85 m (19'2")
6 Máxima Altura de Corte	10,81 m (35'6")	10,34 m (33'11")	10,17 m (33'4")
7 Máxima Profundidad de Excavación con Fondo Plano de 2440 mm (8')	7,74 m (25'5")	7,04 m (23'1")	6,19 m (20'4")

Anexo 3. Especificaciones técnicas del cargador frontal Cat 950H



Motor	
Modelo de motor	Caterpillar® C7 con tecnología ACERT™
Potencia bruta SAE J1995	161 kW 216 hp
Potencia neta - ISO 9249	147 kW 197 hp
* Motor Caterpillar con tecnología ACERT™ - Cumple con EPA Tier III, Etapa III de la UE	
Cucharones	
Capacidades de los cucharones	2,5-3,5 m³ 3,25-4,5 yd³
Pesos	
Peso en orden de trabajo	18.338 kg 40.435 lb
* Para cucharón de uso general de 3,1 m³ (4,0 yd³) con cuchilla empernable	
Especificaciones de operación	
Carga límite de equilibrio estático, a pleno giro - Cucharón	10.915 kg 24.068 lb
* Para cucharón de uso general de 3,1 m³ (4,0 yd³) con cuchilla empernable	

Motor

Modelo de motor	Caterpillar C7 con tecnología ACERT™	
Potencia bruta – SAE J1995	161 kW	216 hp
Potencia neta – ISO 9249	147 kW	197 hp
Potencia neta – SAE J1349	145 kW	195 hp
Potencia neta – 80/1269/EEC	147 kW	197 hp
Par máximo (neto) 1.400 rpm	907 N-m	669 lb-pie
Aumento total de par	54%	
Calibre	110 mm	4,33 pulg
Carrera	127 mm	5 pulg
Cilindrada	7,2 L	439 pulg ³

- Motor Caterpillar con tecnología ACERT™ – Cumple con EPA Tier III, Etapa III de la UE
- Estas clasificaciones se aplican a 1.800 rpm cuando se hace la prueba en las condiciones normales especificadas.
- Clasificación para potencia neta anunciada basada en la potencia disponible cuando el motor está equipado con alternador, filtro de aire, silenciador y mando de ventilador hidráulico a petición a la máxima velocidad del ventilador.

Pesos

Peso en orden de trabajo	18.338 kg	40.435 lb
--------------------------	-----------	-----------

- Para cucharón de uso general de 3,1 m² (4,0 yd²) con cuchilla empernable

Cucharones

Capacidades de los cucharones	2,5-3,5 m ²	3,25-4,5 yd ²
Capacidad máx. del cucharón	3,5 m ²	4,5 yd ²

Especificaciones de operación

Fuerza de desprendimiento	165 kN	37.125 lb
Carga límite de equilibrio estático, a pleno giro – Cucharón	10.915 kg	24.068 lb
Carga límite de equilibrio estático, a pleno giro – Horquillas	4.273 kg	9.421 lb

- Para cucharón de uso general de 3,1 m² (4,0 yd²) con cuchilla empernable
- Para horquillas de paletas de acoplamiento rápido de 1.829 mm (72 pulg)

Transmisión

Avance 1	6,9 kph	4,3 mph
Avance 2	12,7 kph	7,9 mph
Avance 3	22,3 kph	13,9 mph
Avance 4	37 kph	23 mph
Retroceso 1	7,6 kph	4,7 mph
Retroceso 2	13,9 kph	8,6 mph
Retroceso 3	24,5 kph	15,2 mph
Retroceso 4	40 kph	24,9 mph

- Máximas velocidades de desplazamiento (neumáticos 23.5-25).

Sistema hidráulico

Sistema de cucharón/herramienta – Salida de la bomba	270 L/min	71 gal/min
Tipo de bomba del sistema de la dirección	Pistón	
Tiempo de ciclo hidráulico – Subir	6,2 Segundos	
Tiempo de ciclo hidráulico – Descargar	1,3 Segundos	
Tiempo de ciclo hidráulico – Bajar, vacío, descenso libre	2,5 Segundos	
Tiempo de ciclo hidráulico – Total	10 Segundos	

- Sistema del accesorio (estándar), bomba de pistones – A 2.100 rpm y 1.000 lb/pulg² (6.900 kPa).
- Tiempo del ciclo con carga útil nominal

Frenos

Frenos	Cumple con las normas requeridas.	
--------	-----------------------------------	--

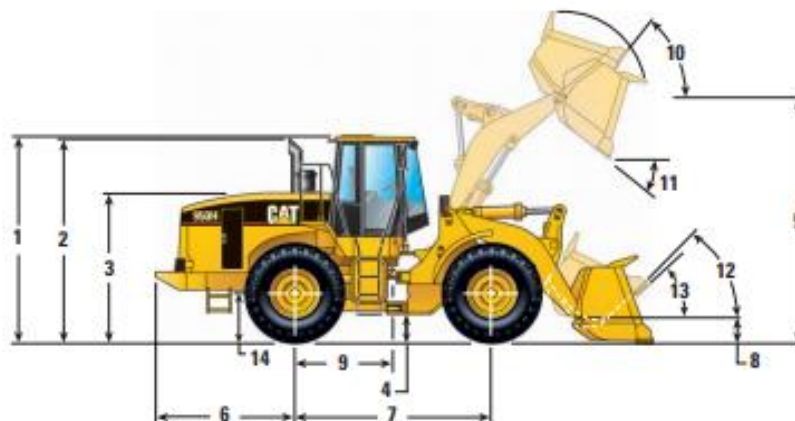
- Cumple con las normas de OSHA, SAE J1473 OCT90 y ISO 3450-1985.

Ejes

Delanteros	Parte delantera fija	
Traseros	Oscilación ± 13°	
Subida y bajada máximas de una sola rueda	470 mm	18,5 pulg

Dimensiones

Todas las dimensiones son aproximadas.



1	Altura a parte sup. de ROPS	3.452 mm	11'4"
2	Altura a parte sup. de tubo de escape	3.369 mm	11'1"
3	Altura a parte sup. de capó	2.462 mm	8'1"
4	Espacio libre sobre el suelo con 23.5R25 (vea otros neumáticos en la tabla de Opciones de neumáticos)	412 mm	1'4"
5	Altura del pasador del cuch. – estándar	3.992 mm	13'1"
	Altura del pasador del cuch. – lev. alto	4.490 mm	14'9"
6	Línea de centro del eje trasero al borde del contrapeso	1.955 mm	6'5"
7	Distancia entre ejes	3.350 mm	11'0"

8	Altura del pasador del cuch. en acarreo – estándar	455 mm	1'6"
	Altura del pasador del cuch. en acarreo – lev. alto	591 mm	1'11"
9	Línea de centro del eje trasero al enganche	1.675 mm	5'6"
10	Inclin. atrás a lev. máx.	59,5°	
11	Ángulo de descarga a lev. máx.	48,2°	
12	Inclin. atrás en acarreo	45°	
13	Inclin. atrás en el suelo	38,5°	
14	Altura hasta la línea de centro del eje	748 mm	2'5"

Neumáticos

El ancho de la banda de rodadura para 23.5-25 es de 2.140 mm (7'0")

	Ancho con neumáticos		Cambio en las dimensiones verticales		Cambio en el peso en orden de trabajo		Cambio en la carga límite de equilibrio estático	
	mm	pulg	mm	pulg	kg	lb	kg	lb
23.5R25 VSW BS L2 radiales	2.862	113	6	0,2	20	44	14	31
23.5R25 VUT D2A BS L2 radiales	2.866	113	10	0,4	-41	-90	-29	-64
23.5R25 XTLA MX L2 radiales	2.801	110	7	0,3	-112	-247	-79	-174
23.5R25 VMT BS L3 radiales	2.851	112	3	0,1	124	273	88	194
23.5R25 XHA MX L3 radiales	2.784	110	0	0,0	0	0	0	0
23.5R25 XMINÉ MX L5 radiales	2.807	111	26	1,0	872	1.923	619	1.365
750/65R25 XLD MX L3 radiales	2.879	113	7	0,3	460	1.014	326	719
23.5-25 SGGI FS L2 telas sesgadas	2.834	112	14	0,6	-472	-1.041	-335	-739

Anexo 4. Galería fotográfica





