

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“IMPLEMENTACIÓN DE KPI’S EN CARGUÍO Y TRANSPORTE
PARA INCREMENTO DE PRODUCCIÓN EN EMPRESA
CHANCADORA DEL NORTE DEL PROYECTO RESERVORIO –
2019”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autor:

Angel Jesus Cerna Vidarte

Asesor:

Mg. Wilson Carlos Gómez Hurtado
<https://orcid.org/0000-0002-3434-3664>
Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

| | | |
|---------------------------|--|-----------------|
| Jurado 1 Presidente(a) | Mag. Ing. Jorge Gonzales Torres | 43703713 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|--|-----------------|
| Jurado 2 | Mag. Ing. Eduardo Noriega Vidal | 43236142 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|--|-----------------|
| Jurado 3 | Mag. Ing. Ronald Alvarado Obeso | 44562630 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

INFORME DE SIMILITUD

Tesis Rev. 2

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTE QUE CONTIENE COINCIDENCIAS

10

Submitted to Universidad Autónoma de Ica
Trabajo del estudiante

<1%

< 1%

★ Submitted to Universidad Autónoma de Ica
Trabajo del estudiante

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 14 words

Excluir bibliografía

Activo

Tabla de contenido

| | |
|---------------------------------------|----|
| JURADO EVALUADOR | 2 |
| INFORME DE SIMILITUD | 3 |
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTO | 5 |
| TABLA DE CONTENIDO | 6 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 7 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 8 |
| ÍNDICE DE ECUACIONES | 9 |
| RESUMEN | 10 |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 11 |
| CAPÍTULO II: MÉTODO | 25 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS | 27 |
| CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 36 |
| REFERENCIAS | 40 |
| ANEXOS | 44 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabla 1. Distribución de tiempos de trabajo por maquinaria.</i> | <i>46</i> |
| <i>Tabla 2. Resumen de factores de utilización.....</i> | <i>47</i> |
| <i>Tabla 3. Resumen de rendimientos de equipos de carguío.</i> | <i>48</i> |
| <i>Tabla 4. Distribución de horas de trabajo transporte</i> | <i>49</i> |
| <i>Tabla 5. Resumen de factores de utilización de equipos de transporte.</i> | <i>50</i> |
| <i>Tabla 6. Resumen de rendimiento del transporte.....</i> | <i>51</i> |
| <i>Tabla 7. Cálculo de producción de equipos de transporte</i> | <i>52</i> |
| <i>Tabla 8. Parámetro de análisis.....</i> | <i>53</i> |
| <i>Tabla 9. Factor de acoplamiento en los frentes.....</i> | <i>54</i> |
| <i>Tabla 10. Cantidad de camiones del proyecto.</i> | <i>55</i> |
| <i>Tabla 11. Cantidad de excavadoras estudiadas.....</i> | <i>56</i> |
| <i>Tabla 12. Producción de equipos de cargío</i> | <i>57</i> |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1. Horas programadas vs Tiempo neto de operaciones de carguío</i> | 27 |
| <i>Figura 2. Producción de la maquinaria de carguío antes de la implementación</i> | 27 |
| <i>Figura 3. Horas programadas vs Tiempo neto de operaciones de transporte</i> | 28 |
| <i>Figura 4. Producción de los volquetes antes de implementación de KPI's</i> | 28 |
| <i>Figura 5. Factor de eficiencia por equipos de carguío</i> | 29 |
| <i>Figura 6. Disponibilidad mecánica vs Utilización de horas operativas</i> | 29 |
| <i>Figura 7. Distribución de tiempos promedio de carguío</i> | 30 |
| <i>Figura 8. Factor de eficiencia del sistema de carguío</i> | 30 |
| <i>Figura 9. Rendimiento efectivo por equipo y material de carguío</i> | 30 |
| <i>Figura 10. Factor de eficiencia del transporte</i> | 31 |
| <i>Figura 11. Disponibilidad mecánica vs Utilización de horas operativas</i> | 32 |
| <i>Figura 12. Distribución de tiempos promedios de transporte</i> | 32 |
| <i>Figura 13. Factor de eficiencia del equipo de transporte</i> | 33 |
| <i>Figura 14. Factores que incrementan el tiempo del ciclo del transporte</i> | 33 |
| <i>Figura 15. Factor de Acoplamiento Real vs Ideal</i> | 34 |
| <i>Figura 16. Producción de carguío después de implementar KPI's</i> | 34 |
| <i>Figura 17. Indicadores de producción de transporte</i> | 35 |
| <i>Figura 18. Gráfica de valores individuales del antes y después de la producción en los Volquetes en estudio</i> | 36 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|---|-----------|
| <i>Ecuación 1. Factor de compatibilidad</i> | <i>58</i> |
| <i>Ecuación 2. Tiempo de ciclo de acarreo</i> | <i>59</i> |
| <i>Ecuación 3. Disponibilidad mecánica</i> | <i>60</i> |
| <i>Ecuación 4. Utilización.....</i> | <i>60</i> |
| <i>Ecuación 5. Rendimiento</i> | <i>60</i> |

RESUMEN

Esta investigación tiene como premisa principal evaluar los tiempos de operaciones de un proyecto de ingeniería de la empresa chancadora del norte, es por ello que se evaluaron distintos aspectos tanto técnicos como de ingeniería; siendo un método cuantitativo, de tipo experimental y de un diseño descriptivo, para ello se consideraron como muestras a la flota específica de 3 excavadoras y de 12 volquetes teniendo como único cubicaje a 4 volquetes ya que todos tienen la misma capacidad de tolva, aplicando el análisis de tablas y gráficos se tiene que la implementación de este estudio hace que la flota de transporte tenga un alza circunstancial en promedio que 23.87% a comparación de la anterior de 15%, todo esto nos demuestra que la implementación de un sistema para el seguimiento de flota es importante, ya que se puede contar con indicadores que nos puedan demostrar que una gestión más eficiente hace que tengamos una sinergia entre dos áreas muy importantes dentro de cualquier empresa que se encarga de este rubro las cuales son mantenimiento y operaciones, esto nos va generar indicadores que nos ayudaran a demostrar que la disponibilidad y utilización van a generar un alza en la producción la cual va hacer muy provechosa en la empresa. Mostraremos que la implementación es necesaria y valiosa para ahorrar tiempo y dinero.

PALABRAS CLAVES: Tiempo de transporte, Operaciones, Gestión.

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto**, por determinación de los propios autores amparados en el Texto Integrado del Reglamento RENATI, artículo 12.

REFERENCIAS

Álvarez (2011). *Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con six sigma*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169522483003>

Apaza, E. (2017). *Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chalarina en minera Shahuindo SAC*. Recuperado de repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo.

Barreto, L. (2017). Optimización del número de camiones 785c CAT y cargador frontal 992k cat mediante el match factor en la ruta mineral – stock pile antapaccay – chancadora tintaya san Martín contratistas generales S.A. Recuperado de Repositorio de la Universidad Nacional San Agustín – Arequipa.

Cárdenas C. (2022). Optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. Mediante Indicadores Claves de desempeño -2019. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Córdoba F. (2019). Determinación de los KPI's de la flota de camiones para la optimización del acarreo de lastre en la mina Pierina 2017. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Cheng, E. (2019). Match factor determination of excavator-truck combination in surface mining: case study of merit pila coalfield, Sarawak. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/331680652_MATCH_FACTOR_DETERMINATION_OF_EXCAVATOR-

TRUCK_COMBINATION_IN_SURFACE_MINING_CASE_STUDY_OF_MERI
T_PILA_COALFIELD_SARAWAK

García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, España:
Ediciones Días de Santos S.A.

Guerra E. & Montes de Oca A. (2018). Relación entre la productividad, en
mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería.
Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/68711>

Gonzales (2014). *Eficiencia en el transporte en minería a cielo abierto. Aplicado a
una cantera de caliza*, Máster universitario en ingeniería energética,
Universidad de Oviedo, España. Guerra, E. & Montes de Oca A. (2018).
*Relación entre la productividad, en mantenimiento y el reemplazo del
equipamiento minero en la gran minería*. Recuperado de
<https://www.redalyc.org/journal/1695/169559150002/html/>

Gallego – Torres, A. (2020). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN EN
INGENIERÍA*. Revista Científica. Recuperado de
<http://www.scielo.org.co/pdf/cient/n29/2344-8350-cient-29-00115.pdf>

Estenoz S., Rodríguez A., Batista N. & Perdomo A. (2011). *Sistema de control y
seguimiento de las operaciones de extracción y transporte en la UB mina de la
empresa comandante Ernesto Che Guevara*. Extraído de congreso minero de
cuba.

Mora, A. (2009). *Mantenimiento, planeación, ejecución y control*. México D.F.,
México: Alfaomega Grupo Editor S.A.

Instituto tecnológico Geominero de España (1ra Ed.) (1995). *Manual de arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto*. Madrid, España: Ministerio de industria Comercio y Turismo, secretaria general de la Energía y Recursos Minerales

Renovalec (2014). *Renovalec y los indicadores de mantenimiento*. Madrid, España.

SEAS, Estudios Superiores Abiertos (2013). *Gestión de mantenimiento I*. Zaragoza, España: El depositario, con autorización expresa de SEAS, S.A.

Machaca, E. (2017). *Selección de equipos de carguío y transporte mediante el factor de acoplamiento para los tres primeros LIFTS de la reconformación del botadero Jesica en la mina Aruntani*. Recuperado de repositorio de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

Vidal, M. (2010). *Estudio del cálculo de flota de camiones para una operación minera a cielo abierto*. Recuperado de repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Universidad Nacional de Piura (2016), *Equipos de acarreo en minería superficial*. Extraído de Facultad de Ingeniería de Minas.

Martínez, (2016). *Incremento de producción a partir de la gestión del tiempo en el 77 transporte de mineral en el sector Nicole, Concesión Minera Esperanza II, Empresa Minera Minecsa, Zaruma-Ecuador*. Recuperado de repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo.

Muñoz D. y Rojas A. (2021). “Influencia de las demoras efectivas y mecánicas en los KPI's de carguío del equipo CAT 374FL, en una mina a tajo abierto en Cajamarca, 2021. Universidad Privada del norte.

López, M. (2008). Análisis y gestión de costos en explotación minera a cielo abierto. Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería de Minas, Chile.

Ramírez, N. (2007). Sistema de Gestión del Tiempo en Operaciones Mineras (1ra ed.; G. Quiquia, Ed.). Lima: Imprenta Gráfica Rocío

Zapata, J. (2009). Logística esbelta aplicada al transporte en el sector minero. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n25/n25a10.pdf>.