



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“GESTIÓN DE CALIDAD EN EL TRANSPORTE MINERO
PARA LA MINERÍA A CIELO ABIERTO (OPEN PIT), UNA
REVISIÓN SISTEMÁTICA ENTRE LOS AÑOS 2010-2020”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería de Minas

Autor:

Angel Jesús Cerna Vidarte

Asesor:

Ing. Mg. Wilson Carlos Gómez Hurtado

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

A mi esposa e hijo por haber estado conmigo durante todo este proceso que ha sido muy arduo y siempre me dieron el ánimo para estar cada día más motivado a continuar con esta que es mi gran meta.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener a mi familia con buen estado de salud en estos tiempos difíciles por el tema de la pandemia mundial, gracias a la vida porque cada día me demuestra que es justa y me llena de ganas de seguir a delante, gracias a mi hermano Jorge que es muy importante en mi formación académica ya que sin su ayuda no podría a llegar hacer lo que ahora estoy logrando.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS	17
CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	29
BIBLIOGRAFIA	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formato de recolección de datos.....	14
Tabla 2. Numero de Publicaciones por Tipo de Documento	19
Tabla 3. Distribución de Artículos por Años	19
Tabla 4. Distribución de Publicaciones por Institución Científica	20
Tabla 5. Categorización de resultados.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Matriz de riesgo de artículos	17
---	-----------

RESUMEN

La presente tuvo como fin demostrar el sistema de calidad que se podría mejorar en el transporte minero a cielo abierto open pit, el cual tiene muchas falencias con respecto a la calidad, para la realización de este trabajo se encontraron muchos estudios bien establecidos de otras universidades las cuales nos demostraron que el sistema de calidad si se establece con forme a todas las reglas y normativas a nivel de primer mundo sería de mucha eficiencia ya que mejoraría toda la cadena de producción de la empresa a la cual se quiera implementar este sistema, para la aplicación de la misma tenemos que cumplir con ciertas normas y reglas, estas normativas nos lo pueden otorgar organismos internacionales y son las normas ISO 9001 y demás, es por ello que este trabajo investiga ciertos puntos de la calidad en el transporte minero con la finalidad de poder tener un enfoque mas global de lo que es una norma de calidad y una gestión eficiente del transporte. Los artículos y tesis que se estudiaron para este trabajo son aquellas que cumplen con el requerimiento de no menor de 10 años y varían entre los años 2010 – 2019, estos trabajos se obtuvieron mediante una clasificación de acorde a las variables de investigación, se tomaron de fuentes confiables como: Scielo, Repositorios de universidades, revistas científicas, Redalyc y demás.

PALABRAS CLAVES: Gestión de calidad, Transporte de mineral, Gestión y transporte en minera.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La gestión es utilizada en todo tipo de empresas de nuestro país ya que esto nos serviría de mucha ayuda para poder identificar los famosos cuellos de botella, su implementación sirve para mantener una armonía en todas las áreas relacionadas con este servicio. Es por esto por lo que la gestión de la calidad se encuentra entre uno de los estándares más altos a nivel mundial ya que si se implementa de la manera adecuada se puede mejorar en muchos aspectos de la empresa con un flujo mayor de la producción. La implementación del sistema integrado de gestión ISO 9001 es una herramienta que puede beneficiar a muchas empresas a nivel mundial. (Miranda, Chamorro, & Rubio, 2012).

El SIG tiene dentro de su amplia gama a programas que sirven de ayuda de implementación para que las empresas acoplen este servicio y puedan mejorar en su cadena de producción, esto nos demuestra que si una empresa logra poder implementar estas normativas internacionales puede hacer que todas las áreas que están relacionadas tengan una eficiencia más focalizada en ciertos puntos donde se pueden encontrar cuellos de botella, esto nos puede ayudar para que en un futuro se pueda focalizar la falla y poder gestionar un sistema de calidad y poder mejorar toda la cadena de valor de la empresa.

La gestión si bien es cierto nos va a ayudar a llevar a cabo las responsabilidades sobre un proceso el cual debemos de tener en cuenta, una vez revisado debemos de observar que estén establecidos los parámetros permitidos por los gestores ya que esto nos servirá para encontrar los famosos cuellos de botella, una vez que identificamos estos podemos implementar las distintas estrategias para mitigar el problema y tener la cadena de suministros en armonía (Gilbert, 2009).

El transporte en la minería se sabe que es una cadena de suministro la cual tiene una importancia muy relevante en dicho ámbito ya que ayuda a que este tenga una producción continua y que la cadena no pare, se tiene que tener varios puntos en consideración ya que el transporte es parte fundamental de cualquier empresa minera porque es parte del funcionamiento mina / planta, esto ayuda que el mineral explotado desde la zona de extracción sea transportado hacia la zona de chancado la cual es toda una cadena de suministro que se tiene que considerar en las operaciones mineras como esenciales. (Serna, Montoya, & Uribe, 2011).

En el Perú más del 30% de mineras son formales, dentro de las cuales solo el 10% están consideradas como gran minería, las cuales utilizan todo el implemento de gestión, para así poder determinar estándares internacionales lo cuales conllevan a que sus productos sean bien recibidos en los mercados internacionales, ya que la implementación de estos determina un producto de calidad. Parte de ello es implementar el soporte de calidad al transporte de minería porque así damos un plus más establecido a que el producto se garantice por sí solo. Si se cumplen estos estándares internacionales sabemos que todo es una cadena dentro de la cual está incluida la gestión de calidad que es parte fundamental para que los productos y maquinaria este en óptimas condiciones (Blas, 2018).

En la gran mayoría de empresas en el Perú existe una implementación de gestión, porque gracias a ellas se puede obtener grandes cosas con respecto al valor de producción, sobre todo si es que se maneja en el ámbito de del transporte, ya que la cadena de producción no debe ni puede detener caídas, es por ello por lo que la integración de la gestión de calidad en el transporte minero es esencial para que todo fluya en la cadena de producción. Por lo dicho líneas arriba, el propósito de esta revisión sistemática es

documentar estudios que hayan implementado la gestión de calidad en el transporte minero realizados en un último periodo tomado como punto de referencia 10 años, ya que si bien es cierto la gestión de calidad embarga a una infinidad de cosas con respecto a muchas cosas como la seguridad, en operaciones, el presupuesto y rendimiento de los equipos. Esta revisión se va a basar, en proyectos de investigación, tesis y datos de revistas de gestión, así como también datos que se han recopilado a través del tiempo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La presente es un artículo de revisión teórica y bibliográfica, el cual tiene como objetivo principal sintetizar los resultados alcanzados de los diversos artículos de investigación, acerca del análisis que se empleó en cada uno de los estudios con respecto a la gestión de la calidad en el transporte minero, el cual va a embargar muchos aspectos como los indicadores (KPIs), los cuales nos entregaran datos de, monitoreo, mantenimiento y operaciones en minería superficial donde vamos a enfocarnos, para esto se tomaron en cuenta los siguientes criterios de búsqueda y selección: Bases de datos, así mismo el registro de 10 años desde el 2009 hasta el 2019, las universidades donde fueron elaboradas las investigaciones de indicadores de gestión, la estructura que se tiene es la IMRD y el contenido de las variables seleccionadas (incluyendo todas las estructuras que están dentro de la gestión de la calidad); de forma que se logró conseguir la selección de los estudios a partir de las indicaciones antes mencionadas.

Para los recursos de información se determinaron las siguientes bases de datos de investigación:

- EBSCO Discovery
- Redalyc
- Google académico
- Revista de ciencias académicas
- Congreso cubano de minería
- Libro introducción a la gestión de la calidad
- Repositorio de universidades nacionales:
 - Universidad Nacional del centro de Perú (Huancayo)
 - Universidad Nacional del Altiplano (Puno)

- Universidad Nacional de San Agustín (Arequipa)
- Universidad Nacional de Trujillo (Trujillo)
- Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI (Trujillo)
- Universidad del Centro del Perú (Huancayo)
- Universidad Nacional de San Antonio (Cusco)
- Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (Lima)
- Universidad Nacional de Huancavelica (Huancavelica)
- Repositorio de universidades internacionales:
 - Universidad Nacional de Colombia
 - Instituto superior minero metalúrgico (Cuba)
 - Universidad de Oviedo (España)

Para poder garantizar la calidad de búsqueda de este proyecto de investigación se utilizaron los siguientes términos descriptores: Gestión de la calidad en el transporte minero, gestión de la calidad minero, transporte minero, gestión aplicada a la minería, minería y sus tipos de gestión, la gestión de la calidad minera, ISO 9001 en la minería, ¿Cuál es la gestión de la calidad minera?, ¿Cuántos tipos de transporte hay en minería?, ¿Cómo afecta la emisión de polvo en el transporte minero? También se realizó búsquedas en inglés con los siguientes términos: Quality management, Quality management and mining transport.

En esta revisión sistemática, se aceptaron algunas publicaciones científicas, tesis de grados aprobados en español e inglés, estas respondieron a la pregunta de investigación presentada en el informe, así mismo se han encontrado dentro de los años de estudio y además contenían las variables que se había hecho sobre el estudio con la metodología establecida. En conclusión, se obtuvieron 158 artículos de investigación donde se excluyeron 68 porque estaban duplicados y hasta en algunos casos triplicados, 25 porque

no estaban dentro del plazo establecido de los diez años, 20 porque no respondían la pregunta de investigación, 10 porque los artículos o tesis estaban incompletos y no correspondía, 7 porque no eran investigaciones en minería y 7 artículos de investigación que fueron descartados porque tenían acceso restringido para realizar su descarga. Finalmente, de todos los artículos revisados e investigados a nivel nacional e internacional, seleccione un total de 20 artículos de investigación para el desarrollo de la presente revisión sistemática.

Para la selección de estos datos se realizó un proceso largo de investigación de los artículos académicos, el objetivo principal de todo esto era de escoger los que más se acercaban a la respuesta con respecto a la pregunta del problema planteado, dentro de los cuales se escogieron 20 artículos de investigación así mismo 1 libro el cual habla fundamentalmente de la introducción a la gestión de la calidad como se menciona anteriormente y los cuales serán mostrados a continuación en la siguiente tabla de contenido 1.

Tabla 1. Formato de recolección de datos

Título	País	Revista – Repositorio	Tipo de estudio	Años
Optimización de equipos de carguío y transporte para el incremento de producción en la CIA Minera Antapaccay Espinar – Cusco	Perú	Repositorio de la UNSAAC	Experimental	2019
Influencia de la aplicación de estándares de diseño de vías en la optimización de transporte de material en la unidad minera corihuarmi.	Perú	Repositorio de la UNAP	No Experimental	2019
Evaluación de las operaciones de carguío y transporte para el mejoramiento de la productividad en la unidad minera tacazo – ciemza.	Perú	Repositorio de la UNCP	Experimental	2014
Análisis de optimización de costos de transporte convencional y mecanizado en minería.	Perú	Repositorio de la UNAP	No Experimental	2019
Diseño para maximizar el transporte de mineral a través de skips en piques inclinados para minería.	Perú	Repositorio de la UCT	No Experimental	2019
Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería.	Colombia	Revista	No Experimental	2019
La implementación de un sistema de gestión de calidad es posible para las pequeñas y medianas empresas.	Colombia	Revista UAC	No Experimental	2011
Propuesta para la mejora del proceso de transporte de concentrado de cobre de la minera las bombas hacia la estación ferroviaria kilómetro 99 chasqui pampa Arequipa.	Perú	Repositorio UPC	Experimental	2017
Selección de equipos de carguío y transporte mediante el factor de	Perú	Repositorio UNAP	Experimental	2016

acoplamiento para los tres primeros lifts de la reconfiguración del botadero Jesica en la mina aruntani.				
Rendimiento de maquinarias en acarreo y transporte de minerales en la Cia. Minera Huancapeti SAC.	Perú	Repositorio UNH	Experimental	2015
Aplicación de sistemas integrados de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional en la ejecución de servicios complementarios en la unidad minera san Rafael.	Perú	Repositorio de la UNSA	Experimental	2015
Cálculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte - unidad minera arcata.	Perú	Repositorio de la UNSA	Experimental	2014
Perdida de carga durante el transporte en régimen laminar de pulpas de cieno carbonatado.	Cuba	Revista ISSN	No Experimental	2014
Eficiencia en el transporte en minería a cielo abierto.		Repositorio		
Aplicación a una cantera de caliza.	España	Universidad Oviedo	Experimental	2014
Financiamiento y rentabilidad en las empresas de servicios de transporte liviano en minera.	Perú	Repositorio UNCP	Experimental	2013
Determinación del nivel de riesgo a la seguridad durante el transporte de Diesel B5 mediante camiones cisterna en el trayecto Lima - unidad minera iscaycruz.	Perú	Repositorio UNT	Experimental	2012
Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con Six Sigma.	Colombia	Redalyc	No Experimental	2011
Sistema de control y seguimiento de las operaciones de extracción y transporte en la UB mina de	Cuba	Repositorio ISMM	Experimental	2011

la empresa comandante Ernesto che Guevara. Logística esbelta aplicada al transporte en el sector minero.	Colombia	Repositorio UNC	Experimental	2009
Estudio del cálculo de flota de camiones para una operación minera a cielo abierto.	Perú	Repositorio PUCP	No Experimental	2011

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Ilustración 1. Matriz de riesgo de artículos

Figura 1. MATRIZ DE REGISTRO DE ARTÍCULOS

N°	BASE DE DATOS	Autor / Autores	Año	Título de artículo de investigación
1	Repositorio UNAP	Br. Fredy Miranda Colca	2019	Análisis de optimización de costos de transporte convencional y mecanizado en minería
2	Repositorio UNSA	Br. Jesus Alberto Condori	2015	Aplicación de sistemas integrados de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional en la ejecución de servicios complementarios en la unidad minera san rafael
3	Repositorio UNSA	Virgilio Oswaldo Alvarez	2014	Cálculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte - unidad minera arcata
4	Repositorio UNT	Br. Gilmer Alcalde Alayo	2012	Determinación del nivel de riesgo a la seguridad durante el transporte de diesel B5 mediante camiones cisterna en el trayecto Lima - unidad minera iscaycruz
5	Repositorio UCT	Br. Carlos Antonio Fernandez, Br. Anderson Stward Garcia	2019	Diseño para maximizar el transporte de mineral a través de skips en piques inclinados para minería
6	Universidad de Oviedo	Pablo Gonzales Pernia	2013	Eficiencia en el transporte en minería a cielo abierto. Aplicación a una cantera de caliza
7	Repositorio UNAP	Br. Renzo Escarcena Guzman	2019	Evaluación de las operaciones de carguío y transporte para el mejoramiento de la productividad en la unidad minera tacaza - ciemza
8	Repositorio UNCOP	Br. Abraham Ferred Montes	2013	Financiamiento y rentabilidad en las empresas de servicios de transporte liviano en minería
9	Redalyc	M. Arango, R. Gomez, K. Alvarez.	2011	Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con Six Sigma
10	Repositorio UNAP	Juan Carlos Morocco	2019	Influencia de la aplicación de estándares de diseño de vías en la optimización de transporte de material en la unidad minera corihuarmi

11	Revista ciencias Adm.	C. Severino, F. Mujica, P. Llave, D. Vazquez.	2018	La implementacion de un sistema de gestion de calidad es posible para las pequeñas y medianas empresas
12	Redalyc	M. Arango, H. Gil, J. Zapata.	2009	Logistica esbelta aplicada al transporte en el sector minero
13	Repositorio UNSA cusco	Br. Gilmer Amau Torres	2019	Optimizacion de equipos de carguio y transporte para el incremento de produccion en la Cia minera Antapaccay Espinar - Cusco
14	Redalyc	R. Martinez, R. Izquierdo, M. Pompa	2014	Perdida de carga durante el transporte en regimen laminar de pulpas de cieno cabonatado
15	Repositorio UPC	L. Portugal, M. Alberto, M. Suclla, R. Gerardo, P. Mamani, p. Benavente.	2017	Propuesta para la mejora del proceso de transporte de concentrado de cobre de la minera las bambas hacia la estacion ferroviaria kilometro 99 chasquipampa arequipa
16	Instituto superior minero, cuba	Luis Yamiel Padilla Bartomeo	2010	Proyeccion del sistema de transporte para la mina de cromo victoria - 1
17	Revista UNC Colombia	E. Guerra, A. Montes	2018	Relacion entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran mineria
18	Repositorio UNH	Br. Arango Taipe Felix, Br. Bellido Canales, Wilder	2015	Rendimiento de maquinarias en acarreo y transporte de minerales en la Cia. Minera Huancapeti SAC
19	Repositorio UNAP	Br. Elson Edy Machaca Cuba	2017	Selección de equipos de carguio y transporte mediante el factor de acoplamiento para los tres primeros lifts de la reconformacion del botadero jesica en la mina aruntani
20	Congreso minero cubano	S. Estenoz, A. Rodriguez, N. Bautista, A. Perdomo	2011	Sistema de control y seguimiento de las operaciones de extraccion y transporte en la ub mina de la empresa comandante ernesto che guevara
21	Libro de gestion	F. Miranda, A. Chamorro, S. Rubio	2007	Introduccion a la gestion de calidad

Figura 1. Se observa en el siguiente cuadro cuales fueron los articulos seleccionados para la revision sistematica, estos articulos nos van a servir para poder elaborar estructuralmente nuestro trabajo.

Tabla 2. Numero de Publicaciones por Tipo de Documento

Tipo de documento	F	%
Artículo de revista	5	24
Tesis Profesional	13	62
Tesis de Maestría	1	5
Libro	1	5
Congresos	1	5
Total	21	100

Fuente: Elaboración propia

La tabla 2 nos muestra que la mayor variedad de publicaciones que hablan sobre el estudio que se está haciendo, son la gran mayoría en las tesis profesionales con un 62% en comparación a los artículos de revistas con un 24% y los libros, tesis de maestría y congresos con un 5% cada uno respectivamente.

Tabla 3. Distribución de Artículos por Años

Años	F	%
2007	1	4.7
2009	1	4.7
2010	1	4.7
2011	2	10
2012	1	4.7
2013	2	10
2014	2	10
2015	2	10
2017	2	10
2018	2	10
2019	5	24
Total	21	100

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 3 nos muestra que en el año 2019 se realizaron la mayor cantidad de estudios con respecto al tema en mención con un 24%, con respecto a los años anteriores se ve que no se tiene un parámetro establecido ya que el estudio por año fluctúa más entre 1 y 2 estudios.

Tabla 4. Distribución de Publicaciones por Institución Científica

Institución	F	%
Congresos	1	4.7
Instituto superior cubano	1	4.7
Libro de gestión	1	4.7
Redalyc	3	14
Repositorio UCT	1	4.7
Repositorio UNAP	4	19
Repositorio UNCP	1	4.7
Repositorio UNH	1	4.7
Repositorio UNSA	2	10
Repositorio UNSA cusco	1	4.7
Repositorio UNT	1	4.7
Repositorio UPC	1	4.7
Revista ciencia administrativa	1	4.7
Revista UNC Colombia	1	4.7
Universidad de Oviedo	1	4.7
Total	21	100

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 4 se observa que la UNAP tiene un 19%, Redalyc tiene un 14% y la UNAS tienen un 10% de estudios relacionados a este tema, tanto en operaciones como gestión de flota, así mismo podemos observar que los repositorios, libros y congresos cuentan con pocos estudios que se vinculan con el tema en mención.

Tabla 5. Categorización de resultados

CATEGORIAS	APORTES
OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE CARGUIO	<p>Los chequeos que se emplean en la optimización de tiempos de carguío son para un mejor manejo de la calidad en la cadena de suministro todo esto tiene un fin común, el cual es disminuir los tiempos de carga de los camiones. Preferentemente para la selección de equipos adecuados es recomendable ver que tengan una correcta eficiencia en lo que es cargado de material, para esto siempre se debe de mantener una relación entre los equipos y mantenimiento esto va a ayudar que la utilización de los equipos sean los correctos y así poder tener una armonía entre operaciones y mantenimiento, también tener la calidad en el transporte minero. (Amau, 2019).</p> <p>Las relaciones que existen hablan de que en el transcurso por optimizar los procesos productivos se han desarrollado varias herramientas metodológicas y sistemas de gestión de calidad, entre los cuales, el programa Six Sigma tiene un lugar especial por ser uno de los más ambiciosos y a la vez más efectivo. Sigma es un método basado en la recolección de datos, “Para llevar la calidad hasta niveles próximos a la perfección, diferente de otros enfoques, corrigiendo los problemas antes de que se presenten. Más específicamente se trata del esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas, enfocados principalmente en dar prioridad al cliente”. (Serna, Montoya, Uribe, 2011).</p>

En los cálculos de flota de camiones para una mina a cielo abierto se toman como parámetros de selección la capacidad de tolva de dichos camiones, ya que es de parte fundamental contar con los equipos indicados y con un material correcto, todo esto viene indicado con la capacidad de producción diario de mina. (Vidal, 2010).

Cuando se habla de rendimiento por equipo de carguío y acarreo se debe tener aspectos técnicos de las maquinas como capacidad, tonelaje de carga, etc., para esto se tiene que hacer un control de equipos por medio de check list diarios para mantener los tiempos de mantenimiento y así tener más tiempo de producción, las empresas especializadas para este tema son la empresa Ferreyros la cual se encarga de este tema para la CIA. Minera Huancapeti SAC. (Taípe & Canales, 2015).

Para tal motivo se ha realizado una descripción del flujo tecnológico de la mina, caracterizando todo el equipamiento minero que interviene en el proceso de explotación, para esto se han evaluado las condiciones bajo las que se realiza el reemplazo de la maquinaria y las afectaciones que las deficiencias en este proceso van a incitar al costo de operaciones. Para esto se ha realizado toda una investigación de campo, aplicando como técnica principal el estudio de caso, cuyo resultado más resaltante ha sido el cálculo del índice de productividad total del equipamiento de transporte, de excavación - carga y buldóceres

**PROCESO DE
GESTION DE
TRANSPORTE**

como servicios auxiliares al 6to año de explotación, cuyos valores han sido 51.72 %, 48.88 % y 55.51 % respectivamente, mostrando reducciones de productividad del parque de máquinas entre el 44% y el 51%. Dentro de las principales causas que han influido en la reducción del índice de productividad del parque de máquinas esta la disponibilidad técnica lo cual es brindado por los KPIs, acrecentada por las deficiencias en el cumplimiento de los planes de mantenimiento, que a su vez guarda estrecha relación con la modalidad de adquisición que se aplique en cada equipo en concreto y la decisión de reemplazar en el momento preciso. (Guerra & Montes, 2018).

Esto se puede ver reflejado en el estudio que se realizó para poder ver que el sistema de gestión de la calidad sirve en la minera de carbón donde se realizó el estudio de este trabajo con six sigma donde se optimizaron los tiempos de carguío y demás. (Serna, Montoya, Uribe, 2011).

El método de implementación de tiempos se realiza muy a menudo en todo los procesos esto lo podemos ver reflejado tanto en la productividad como en la cadena de suministro, (Codelco, 2018), menciona que “Es la actividad en la cual los equipos de carguío, llevan el material desde la pila de material volado hacia los equipos de acarreo”, Asimismo, (Casimiro, 1996) indica lo siguiente: “se denomina acarreo al envío corto de material roto en la mina, es decir que el transporte tiene restricciones, o tiene

un determinado radio de acción y estarán ubicados en los frentes de operación, efectuados por los equipos”. (Ortiz, 2014), dice: “Al igual como la explotación de minas se describe generalmente como un ciclo de operaciones unitarias, cada operación unitaria tiene también una naturaleza cíclica. Estas operaciones unitarias de carguío y transporte pueden separarse en una rotación ordenada de sub-operaciones. Por ejemplo, los componentes más comunes de un ciclo de carguío con unidad discreta son: cargar, transportar, botar y regresar”. (Torres, 2019).

Según (Córdova Castillo, 2018), indica que “El carguío y el acarreo constituyen las acciones que definen la principal operación en una operación minera”. Estos son los responsables del movimiento del mineral o estéril que ha sido fragmentado a un punto óptimo para el cargado eficiente del mineral todo esto es el primer paso en un proceso de voladura. Como el transporte consiste en el traslado de los materiales mineralizado o estéril desde el tajo hacia los posibles destinos, ya sea el chancado, stock de mineral o botaderos de estéril. (Torres, 2019).

Dado que en el acarreo de material de un punto a otro genera costes distintos dependiendo de la maquinaria que uno dispone en ese momento ya sea que carga más o que el operario sea más rápido, es por ello que se debe de manejar los costes del transporte como: consumo de combustible, consumo de

lubricante, consumo de filtros, consumo de neumáticos y se debe de considerar el consumo de la hidrolina, así mismo se sabe los costes que genera unidades como el CAT 769 – D, esta unidad consume combustible dependiendo en la zona donde trabaje, si es en una zona horizontal, subiendo o bajando una pendiente, esto determino el consumo de cada volquete empleado en el proceso de transporte de la materia prima, este estudio boto resultados precisos con respecto al gasto de combustible sabiéndose que el camión volquete consume un coeficiente mayor del 10% en subida y un coeficiente de minoración del 10% en bajada. Se estableció un precio para el combustible de 1.023 \$/L, teniendo como resultado: CAT 769 – D, consumo en ascenso de: 74.8 \$/L, consumo de descenso: 61.2 \$/L. (universidad de Oviedo, 2013).

La Ley N.º 28256, Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, y el Decreto Supremo N° 021-2008-MTC, este reglamento de la citada norma, tiene como objetivo la regulación, las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de los materiales y residuos peligrosos, con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el medio ambiente y la propiedad, dentro de los cuales se encuentra el concentrado de cobre, siendo de alcance nacional y obligatorio para todas las personas naturales y jurídicas de derecho público o privado. La cadena de valor parte

del concepto, de que la empresa debe crear valor en los productos y servicios que ofrece a sus clientes. (Alayo, 2012). Según (Porter, 2008) indica que, “Desde el punto de vista de la competencia, el valor es lo que la gente está dispuesta a pagar por lo que se le ofrece”.

El informe Técnico tiene como objetivo encontrar el estándar en la utilización de los equipos en el acarreo y el transporte, realizando un estudio y control en el rendimiento de las maquinarias, para encontrar una buena productividad y una reducción de costos. En el Acarreo y el Transporte, se tiene que seleccionar el equipo adecuado y rentable ya que se quiere una reducción de costos por el movimiento de material económico y no económico. (Taípe & Canales, 2015).

En el proceso de transporte de concentrados, desde el almacén ubicado en la planta concentradora de minera Las Bambas, provincia de Cotabambas, departamento de Apurímac, hacia los almacenes ubicados en el puerto de Matarani, departamento de Arequipa, se realiza a través de un sistema bimodal de transporte, que está formado por una mix de camión porta contenedor y tren, para este proceso, la minera Las Bambas ha tercerizado dichas operaciones, a través de un operador de transporte TRANSALTISA S.A. dicha empresa cuenta con los más altos estándares de calidad para poder así transportar con seguridad dicho material (concentrado de cobre), sin ningún

problema ya que cuenta con todo lo reglamentario, para el caso de los camiones porta contenedor y PERU RAIL S.A. para el transporte vía Tren.

Seguido, se va a mostrar el cálculo de la tarifa variable para la operación de transporte en las condiciones actuales de operación las cuales nos darán un enfoque más directo, la que considera aspectos, como el consumo de combustible y la duración de los neumáticos en las condiciones actuales de la vía, además del costo de los peajes. Distancia Total 955 Km, Tipo Cambio 3.4 S/., Capacidad camión 34 Ton, Duración delanteras 32000 Km, Duración tracción 21000 Km, sacando un costo por tonelada de: Costo variable x tonelada \$ 22.70. (Lipa, Morani, Pacoticona, Paredes, Rondón, 2017).

Fuente: elaboración propia

Visto los resultados de los artículos e informes descritos anteriormente se sabe que la optimización de tiempos en el tema de carguío es un punto muy estratégico dentro de la cadena de producción ya que este es el que genera toda la secuencia del transporte en minera, si bien es cierto si no se llegase a optimizar hubiese muchos tiempos muertos por parte de algunos camiones, esto a su vez generaría una perdida considerable a la empresa, por eso es que se requiere que se encuentren los cuellos de botellas dentro de la operación de carguío para poder establecer los parámetros y así tener un tiempo fijo por cada máquina que se emplea para esta labor.

También se hace menciona otra parte fundamental como es la gestión del transporte ya sea liviano o pesado, todo influye dentro de la cadena tanto de producción o de suministro, si bien es cierto vimos solo una parte de la cadena como es la de carguío, sabemos que podemos implementar ambas cosas en una sola, pero si enfocamos toda nuestra atención a la parte de transporte vemos que los costos son muy variables todo depende de las circunstancias donde trabaje el equipo de transporte ya sea zonas asfaltadas o solo afirmadas, todo esto se ven en el gasto de combustible, llantas, lubricantes, etc. Gracias a esto podemos tener un enfoque más firme con respecto a la gestión de la calidad en el transporte minero, ya que gracias a esto se sabe que la gran mayoría de empresas ya tienen una implementación según la normativa ISO 9001 de calidad y lo demuestran con sus productos de calidad las cuales son exportadas en muchos de los casos.

CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la gestión del tiempo de carguío se determinaron muchos ciclos que dependían estratégicamente de los operadores, eso también depende a que el rendimiento del operador disminuye con respecto al pasar de las horas, esto nos demuestra que la productividad establecida con respecto a todos los operarios de las distintas maquinas que están en mina es de un 76.20% del total de la producción diaria, es por ello que se demuestra que la optimización de dichos casos se deben de dar para que la calidad esté presente en dicho punto de la cadena de producción, (Álvarez, 2014); pero según (Amau, 2019) en su tesis titulada, optimización de equipos de carguío y transporte para el incremento de la producción indica que, un buen desempeño de las maquinas se da básicamente por la optimización de estos equipos, el buen manejo de los mismo demostraría que el problema radicaría en las horas muertas del equipo que estaría a la espera del turno de llenado por parte de la pala o cuchara que está en el carguío de las tolvas y no básicamente en el rendimiento hombre maquina a la que se hace referencia anteriormente.

En la selección de equipos para un buen manejo del transporte de mineral, se tiene que ser minucioso y a la vez analítico, porque esto nos va a llevar a tomar buenas decisiones con respecto al equipo que tomaremos en selección, si bien es cierto se tiene que tomar muchas variables en cuenta como los indicadores por parte del fabricante y también se tiene que ver los estudios previos que se le hicieron a la maquina en mención, si bien es cierto que el CAT 769 – D trabaja muy bien para pendientes y es ahorrador con respecto a otros equipos el equipo CAT 775 – D tiene un consumo mayor al anterior pero este por la capacidad de tolva que tiene es más utilizable ya que cuenta con mayor

cantidad de cubicaje para cargar y eso nos ayudaría a dar más vueltas y cargar más mineral y así poder completar la meta diaria y hasta sobre pasarla. (Gonzales, 2013), así mismo la selección de estos equipos según el autor (Machaca, 2017) más que ese tipo de selección de deben de tomar muchas cosas como primordiales, como por ejemplo cuanto son los tiempos que demora cada máquina (ciclos), las condiciones del campo donde está trabajando la máquina, etc.

Estos métodos investigados guardan relación con respecto al manejo de nuevas técnicas de utilización de herramientas para escoger equipos tanto de transporte como de carguío. La capacidad y desempeño de medir cuantitativamente las estadísticas industriales de las maquinas que se hacen mención son un poco más analíticas debido a que se debe de implementar ciertos programas para tener una visión más avanzada de lo que guarda cierta maquina con respecto a otra (Gonzales, 2013). Los gráficos que se ven en los estudios son un poco tediosos dependiendo el programa que se utilice para ver o simplificar algunos temas con respecto a la selección de equipos, pero podemos analizar de otras maneras si es que no se cuenta con un programa establecido ya que son muy escasos para poder conseguir y estudiarlos con detenimiento, esto no llevaría al estudio de campo para la toma de datos ya que nos ayudaría mucho poder testear el campo donde se desempeñaría la maquina seleccionada, según vías de accesos y de más.(Morocco, 2019).

Así mismo como parte fundamental para el buen mantenimiento de las maquinas se debe de tener una armonía entre los indicadores de operaciones y de mantenimiento para que los tiempos de utilización de las maquinas sea el óptimo y así el área de operaciones mina tenga una producción más establecida con respecto a otros temas, esto se debe a que los KPIs deben de tener un balance con respecto a todas las áreas en mención

(Guerra & Montes, 2018), todo esto debe de tener como actor principal a los operadores ya que gracias a ellos se puede prevenir cualquier tipo de falla con respecto a su máquina, así mismo todas las áreas gracias al chequeo preventivo del operador no tendrían por qué parar la cadena de producción porque la oportunidad de mejora en este tipo de gestión es muy importante, si no se tuviese en cuenta ningún tipo de indicador no se podría manejar muy bien los tiempos. (Arango; Gil & Zapata, 2009).

La desventaja de esta revisión sistemática se basa a que la gran mayoría de publicaciones son duplicadas hasta en algunas ocasiones triplicadas, esto conlleva a que sea limitada y a recurrir a otras fuentes como libros y algunos repositorios, con la intención de buscar una de las líneas de investigación ya que el estudio de esta aun no es muy explorado por la comunidad minera a nivel nacional.

CONCLUSIONES

- Los estudios más completos con respecto a optimización de tiempos de carguío y transporte se encuentran en el Perú.
- Esta revisión sistemática nos demuestra que en el Perú la actividad minera tiene algunas falencias con los temas de optimización de tiempos, los cuales tienen que ser implementados en todas las mineras con un alto índice de calidad ya que estos demostrarían un balance entre mina y planta.
- Los procedimientos que se encontraron para poder mejorar en mina son parte fundamental como son la cadena de procesos, que nos ayudaran a mejorar la selección de máquinas.

BIBLIOGRAFIA

Amau G. (2019). “*Optimización de equipos de carguío y transporte para el incremento de producción en la CIA minera Antapaccay Espinar – Cusco*”. (Tesis de título universitario). Universidad San Antonio Abad de Cusco, Cusco, Perú. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4644>.

Morocco J. (2019). “*Influencia de la aplicación de estándares de diseño de vías en la optimización de transporte de material en la unidad minera corihuarmi*”. (Tesis de título universitario). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12665>.

Escarcena R. (2019). “*Evaluación de las operaciones de carguío y transporte para el /mejoramiento de la productividad en la unidad minera tacazo – ciemza*”. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1337/%E2%80%9COPTIMIZACION%20DEL%20CARGUIO%20Y%20ACARREO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Miranda F. (2019). “*Análisis de optimización de costos de transporte convencional y mecanizado en minería*”. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/13024>.

Fernández C. & García A. (2019). “*Diseño para maximizar el transporte de mineral a través de skips en piques inclinados para minería*”. Universidad Católica de Trujillo, La Libertad, Perú. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <https://repositorio.uct.edu.pe/handle/123456789/630>.

Guerra E. & Montes A. (2018). “*Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería*”. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/68711>.

Severino C.; Mujica F.; Llave P.; Vázquez D. (2018). La implementación de un sistema de gestión de calidad es posible para las pequeñas y medianas empresas.

Portugal L.; Alberto M.; Suclla M.; Gerardo R.; Mamani P.; Benavente P. (2017). “Propuesta para la mejora del proceso de transporte de concentrado de cobre de la minera las bambas hacia la estación ferroviaria kilómetro 99 chasqui pampa Arequipa”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624961>.

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”. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3478>.

Taipe A. & Canales B. (2015). “Rendimiento de maquinarias en acarreo y transporte de minerales en la Cia. Minera Huancapeti SAC”. Universidad Nacional de Huancavelica, Lincay, Perú. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/607>.

Condori J. (2015). “Aplicación de sistemas integrados de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional en la ejecución de servicios complementarios en la unidad minera san Rafael”. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/165>.

Álvarez V. (2014). Cálculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte - unidad minera arcata.

Martínez R.; Izquierdo R.; Pompa M. (2014). Perdida de carga durante el transporte en régimen laminar de pulpas de cieno carbonatado.

Gonzales P. (2013). Eficiencia en el transporte en minería a cielo abierto. Aplicación a una cantera de caliza.

- Montes A. (2013). Financiamiento y rentabilidad en las empresas de servicios de transporte liviano en minera.
- Alayo G. (2012). “*Determinación del nivel de riesgo a la seguridad durante el transporte de Diesel B5 mediante camiones cisterna en el trayecto Lima - unidad minera iscaycruz*”. Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/5813>.
- Serna M.; Montoya R.; Uribe K. (2011). “*Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con Six Sigma*”. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/29291/39404>.
- Estenoz S.; Rodríguez A.; Bautista 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*”. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Cuba. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <http://ninive.ismm.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2747/Tesisyasmany.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Vidal M. (2010). “*Estudio del cálculo de flota de camiones para una operación minera a cielo abierto*”. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/534>.
- Padilla L. (2010). Proyección del sistema de transporte para la mina de cromo victoria – 1.
- Arango M.; Gil H.; Zapata J. (2009). “*Logística esbelta aplicada al transporte en el sector minero*”. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado el 10 de abril del 2020 de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/10866/11351>.
- Miranda F.; Chamorro A.; Rubio S. (2007). Introducción a la gestión de calidad.