

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“OPTIMIZACIÓN DEL CICLO DE CARGUÍO,
TRANSPORTE Y DESCARGA DE TOPSOIL PARA
AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA
COLLOTAN S.A.A.”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autor:

Edwin Alfredo Castrejon Calderon

Asesor:

Mg. Lic. Rafael Ocas Boñon

<https://orcid.org/0000-0001-9519-2532>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Daniel Alejandro Alva Huamán	43006890
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Miguel Ricardo Portilla Castañeda	45209190
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Danyer Girón Palomino	30675947
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

OPTIMIZACIÓN DEL CICLO DE CARGUÍO, TRANSPORTE Y DESCARGA DE TOPSOIL PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA COLLOTAN S.A.A

ORIGINALITY REPORT

20%	20%	0%	12%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.continental.edu.pe Internet Source	7%
2	repositorio.uchile.cl Internet Source	2%
3	repositorio.upn.edu.pe Internet Source	2%
4	Submitted to Universidad Continental Student Paper	2%
5	bibliotecas.unsa.edu.pe Internet Source	1%
6	repositorio.unp.edu.pe Internet Source	1%
7	Submitted to Florida International University Student Paper	<1%
8	Submitted to Weatherford College Student Paper	<1%
	repositorio.ucv.edu.pe	

DEDICATORIA

Dedico a mis padres por su sacrificio, su trabajo y amor, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí. Ha sido un privilegio contar con su apoyo, también agradezco a mis hermanos por estar siempre presente, acompañándome y apoyándome moralmente, a lo largo de esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres, familiares y amigos, que me permitieron avanzar y completar dicha investigación para seguir creciendo en mi vida profesional.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema	21
1.3. Objetivos	21
1.4. Hipótesis	21
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	22
2.1. Enfoque, nivel y diseño de la investigación	22
2.1.1. Enfoque de Investigación:	22
2.1.2. Nivel de la Investigación	22
2.1.3. Diseño de la Investigación	23
2.2. Población y muestra	23
2.2.1. Población:	23
2.2.2. Muestra:	23
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos:	23
2.3.1. Técnicas de análisis de datos	23
2.3.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos	24

2.3.3. Metodología de mejora continua para el transporte de topsoil en el interior de la unidad minera de Cajamarca.	24
2.4. Procedimiento:	27
2.4.1. Técnicas de análisis de datos	27
2.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos	27
CAPÍTULO III: RESULTADOS	30
3.1. Optimización del ciclo de carguío, transporte y descarga del topsoil con destino al DMO el área de la unidad minera	30
3.1.1. Medición de los datos fundamentales para los equipos de carguío y transporte de topsoil en la unidad minera	30
3.1.2. Diseño del plan de carguío, transporte y descarga de topsoil para aumentar la producción en una unidad minera.	32
3.1.3. Descripción de los equipos en la actividad principal del carguío, transporte y descarga de topsoil	36
3.1.4. Descripción de la Ruta de los volquetes	36
3.1.5. Parámetros técnicos de los equipos de carguío, transporte y descarga de topsoil	37
3.2. Mejorar el control y la planificación de los tramos de transporte de topsoil para incrementar el volumen de producción transportado hacia el DMO.	37
3.2.1. Análisis de la situación actual	38
3.2.2. Investigación y análisis de la optimización del período de carga y descarga de topsoil	39
3.3. Mejorar y planificar los tiempos en el área de mantenimiento.	42
3.3.1. Reporte de fallas mecánicas	44
3.3.2. Mejorar y planificar los tiempos en el área de mantenimiento.	44
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	46
4.1. Conclusiones	46
4.2. Discusión	47
REFERENCIAS	48
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Metodología de recopilación del carguío y descarga de topsoil.....	31
Tabla 2 Diseño de Carguío, Transporte y Descarga de Topsoil.....	32
Tabla 3 Evaluación de equipo de carguío.....	34
Tabla 4 Lista de equipos para proyecto.....	34
Tabla 5 Regimén del personal.....	35
Tabla 6 Equipos de carguío, transporte y descarga de topsoil.....	36
Tabla 7 Parámetros técnicos de los equipos de carguío y transporte.....	37
Tabla 8 Distancias y tiempos de ida: carguío, transporte y descarga.....	38
Tabla 9 distancia y tiempo de vuelta.....	38
Tabla 10 Resumen de distancias y tiempos de carguío.....	39
Tabla 11 Estudios de tiempos de transporte por guardia.....	39
Tabla 12 Parámetros técnicos para cálculo del factor de acoplamiento.....	41
Tabla 13 Personal asignado a mantenimiento.....	44
Tabla 14 Programación para recuperar tiempos improductivos.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso cuantativo.	22
Figura 2 Metodología de mejora continua para el transporte de topsoil con apoyo de volquetes	25
Figura 3 Plano topográfico del área de limpieza de topsoil.....	35
Figura 4 Rutas de volquetes de la LQW hasta DMO.....	36
Figura 5 Mojas de tiempos de transporte por guardia.....	40
Figura 6 Diagrama de Pareto.	42
Figura 7 Mantenimiento de Equipos.....	43
Figura 8 Flujograma de reportes ante fallas mecánicas	44

RESUMEN

En la Unidad Minera de Cajamarca se tiene el proyecto de remoción de 100 000 TM de topsoil con la única finalidad de construir plataformas para instalación de la planta de oxígeno, un proyecto de 2.5 meses para realizar los trabajos de carguío, transporte y descarga de topsoil al depósito DMO, por ello se plantea una mejora continua para optimización de los recursos. En las primeras semanas de inicio de los trabajos se detectan diferentes aspectos que nos restan producción, se detecta una cola en los puntos de carguío excavadoras a la espera, equipos parados por mantenimiento y abastecimiento de combustible. Se realiza un análisis teniendo en cuenta el factor de acoplamiento de nuestros equipos para no tener tiempos de espera y/o colas improductivas, mejorar y planificar todos los ciclos, y realizar una buena planificación de los tiempos que toma mantenimiento de equipos ya que juega un rol muy importante esta área en poder tener nuestros equipos en óptimas condiciones de trabajo. Según los datos obtenidos del FA nos sirvió para determinar el número de volquetes y excavadoras que se utilizó, se realizó 03 frentes de carguío, por cada frente se cuenta una excavadora 336 y 07 volquetes, teniendo así un ciclo sin tiempos improductivos. Se trabajó en los tiempos muertos que se tiene por parte de mantenimiento para ello se tomó la decisión de que mantenimiento suba a mina una hora antes juntamente con la cisterna de combustible para poder dejar operativos los equipos y se programó también los tiempos de engrase sean por las mañanas y en el momento que los operadores van a almorzar, teniendo como resultado también dos horas a favor que pueden realizar los volquetes sus ciclos completos sin afectar la producción diaria. El proyecto se culmina con éxito y en el tiempo estimado gracias a la optimización de tiempos que se realizó en el proyecto.

PALABRAS CLAVES: optimización de ciclo, producción, factor de acoplamiento.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel del tiempo la minería ha venido evolucionando en su flota que ha designado para los trabajos de movimientos de tierra, construcción de plataformas, carguío y acarreo de minerales, etc., es por ello que se viene buscando la mejora continua de cada actividad para poder tener una buena optimización de sus equipos y brindar un rendimiento óptimo al 100%. En la actualidad tanto como a nivel internacional, nacional y local se encuentra tiempos improductivos que se vienen analizando y buscando soluciones para mejorar el desempeño óptimo de cada equipo. Por ello a continuación se detalla las diferentes investigaciones que se ha dado en ellos últimos 05 años:

(BARRANCO LOPEZ, 2017) En la UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA de Colombia, se presenta la siguiente tesis: “OPTIMIZACIÓN DE LOS CICLOS DE CARGUIO, TRANSPORTE Y DESCARGA DE CALIZA Y MEZCLAS (LIMONITAS, CHERT, MARGAS) EN LA PLANTA DE CEMENTOS ARGOS, TOLÚVIEJO-SUCRE” para obtener el título de Ingeniero de Minas.

El presente trabajo comprende la optimización del ciclo de carga, transporte y descarga de calizas y mezclas en la planta de Tolviejo propiedad de la multinacional Argos S.A., a partir de un análisis del ciclo actual y las condiciones en que se realiza. El proyecto consistió en un análisis completo de la serie de ciclos de transporte que la cantera realiza diariamente para identificar los factores que

afectan su normal funcionamiento y en base a esto se tomaron medidas correctivas para optimizar el proceso en cada etapa. Como medida para optimizar el ciclo de transporte, se propone construir dos nuevas rutas de transporte de materiales con el objetivo de reducir el tiempo empleado y brindar un curso que capacita a los operadores de equipos para que sean competentes en el proceso, la carga y el transporte. Además de las opciones sugeridas, se presenta un conjunto de pautas para el mantenimiento de cada camino de cantera, con el objetivo de mantener los equipos y mejorar su funcionalidad.

(Barrios Ormeño, 2020) En el Repositorio Académico de la Universidad de Chile, se presenta la siguiente tesis: “Carguío dinámico para la optimización de la utilización efectiva de camiones de minería a cielo abierto a escala de laboratorio”, para optar el título de Ingeniero Civil de Minas.

El desbordamiento de mineral suele ser el resultado de una demanda excesiva de tonelaje del molino debido al protocolo de carga utilizado, que está diseñado para producir un cono de mineral que esté lo más centrado posible en la tolva. Sin embargo, si los camiones están sobrecargados bajo este acuerdo, existe un alto riesgo de fuga de mineral, y debido a la baja liquidez de la línea, esto conduce a un uso menos eficiente de la flota de transporte, lo que afecta los ingresos de la empresa. Este trabajo es un estudio conceptual de un método de carga innovador llamado carga dinámica, que tiene como objetivo eliminar las fugas y, por lo tanto, garantizar altos estándares de uso eficiente. Para ello, además de las características geométricas de la obra, también se utiliza la información de los sensores del equipo de carga, y en base

a esto se recomienda la posición óptima de la estantería en el próximo carro de carga, por ejemplo, en tal caso de que no se produzca ningún derrame y el daño mecánico del equipo sea mínimo. Para ello, primero se modeló la mina a cielo abierto en el software de simulación Promodel para comprender cómo afectaría el derrame a la explotación efectiva. Sin derrames, la utilización efectiva es, por tanto, del 78,42 %, mientras que con un derrame por ciclo en la flota (en este caso, 10 camiones circulando en bucle), la utilización media desciende al 70 % cuando se aumenta a dos derrames por ciclo en la flota, la utilización efectiva cae a alrededor del 66%. La disminución se debió a pérdidas en las operaciones de la flota como resultado del derrame en ruta. Posteriormente, aplicando técnicas de aprendizaje profundo, se utilizó un programa escrito en lenguaje Python sobre una base de datos de cargas dinámicas a escala de laboratorio, cuyas entradas fueron la posición y ángulo de pendiente del canal de carga, el estado de reposo del mineral y el gradiente de la carga. Además de la tensión en la tolva, la involucra la cola de la tolva. Su propósito es predecir la ocurrencia de fugas y daños en el equipo debido a cargas dinámicas. La precisión de predicción para la ocurrencia de fugas en la validación fue del 80% y el tiempo de entrenamiento fue de 4,45 segundos. La tasa de predicción para 4,54 segundos es del 80,89 %. Por lo tanto, se concluyó que las fugas y los daños a los camiones podían predecirse con la base de datos utilizada.

(Gonzales Gazmuri, 2016) En la Universidad de Chile, se presenta la siguiente tesis: “Optimización de las horas Operativas de los Caex en los Procesos de Descarga en Chancado y Abastecimiento de Combustible, Mediante la Utilización de Modelamiento Compuestos y Redes Neuronales” para optar el título de Ingeniero Civil de Minas.

Los tiempos por los que atraviesa la industria mundial de la minería del cobre, incluida la continua caída de los precios de los minerales en los últimos años, como se muestra en la Figura 1, requiere la optimización en los procesos para aumentar la producción y disminuir los costos a fin de mantener las ganancias y tener una posición competitiva sólida.

En este contexto, existen intentos continuos de optimizar las operaciones de carga y transporte, y se investiga continuamente la viabilidad de poner en práctica tecnología de punta para lograr mejorar la producción requerida. Por lo tanto, el uso correcto de los equipos de transporte es muy importante debido a que son un recurso escaso en algunas operaciones mineras y se convierten en un cuello de botella en el proceso de producción de la mina (Carvajal, 2015). En otras formas, se conoce que la capacidad de traslado es inferior que la capacidad de la carga, en este caso significa que la mina está produciendo mucha carga. Por lo tanto, un pequeño aumento en el uso de estos activos tendrá importantes ganancias adicionales. Los Camiones de Extracción (CAEX) son los equipos encargados de llevar los materiales desde el punto de inicio hasta el de destino, puntualmente desde los equipos de carga hasta las áreas diseñadas para la descarga, dependiendo del tipo de mineral que transporten. La producción de una operación minera está relacionada con la capacidad de acarreo. Las misiones grandes requieren grandes flotas para completarse, por lo que pequeños retrasos pueden significar grandes pérdidas en todo el mundo, lo que hace que los procesos eficientes sean muy importantes. Este trabajo muestra cómo la combinación de una red neuronal de predicción de condición y un modelo de optimización se traduce en un mayor movimiento de material y producción de minerales. Además,

hay menos tiempo de inactividad para los camiones de extracción que se ven afectados durante la trituración y el reabastecimiento de combustible.

(ROJAS ORTIZ, 2019) En la UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA, de la facultad de Ingeniería de Minas de la ciudad de Piura, se presenta la siguiente tesis: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CARGUÍO Y ACA (Gómez Muñoz, 2021)RREO MEDIANTE EL USO DE KPIs EN LA FASE DE RELLENO DEL ESPALDOÓN DE LA PRESA DE RELAVES - ANTAMINA” para obtener el título de Ingeniero de Minas.

En la actualidad, la industria de la minera se ha vuelto más fluida, y como resultado, las empresas han implementado mecanismos que nos permiten controlar lo que hacemos, para tener un control total de nuestros equipos de campo, costos y ejecución de acuerdo con nuestras metas del plan del proyecto. Por lo tanto, este artículo incluye optimizar y mantener un control adecuado sobre los KPI (Indicadores clave de rendimiento) en equipos de proyectos anteriores, lo que nos permite comprender en qué estado se encuentra la optimización de nuestro equipo, especialmente los equipos de carga y acarreo para encontrar oportunidades de mejora, dándonos un mayor control sobre todo el proyecto. Debido al aumento en el volumen de relaves de Antamina Mining Company, la empresa se vio obligada a ampliar la presa para crear una barrera para contener los productos de relaves extraídos en el rajo, es así que Antamina da la buena pro a OBRASCON HUARTE LAIN (OHL) para la realización del proyecto “Construcción de la Elevación nivel 4115 al 4135 de la Presa de Relaves Fase VI – B”.

(BARRETO TAIPE, 2017) En la Universidad Nacional de San Agustín de la ciudad de Arequipa, se presenta la siguiente tesis: “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 CONTRATISTA GENERALES S.A.” para obtener el título de Ingeniero de Minas.

El la presente investigación titulada “Optimización del número de camiones CAT 785C y cargadores frontales CAT 992K por factor aleatorio en la ruta minera – Stock Pile Antapaccay - Chancadora Tintaya - San Martín Contratistas Generales S.A.”, con el objetivo general de establecer la carga óptima y el número de equipos para mejorar el ciclo de transporte de unidades mineras en Antapaccay. El procedimiento es el siguiente: El trabajo se justifica en la introducción, en la que se incluyen variables, indicadores, metas establecidas y sus requisitos previos. El marco teórico se refiere a los antecedentes de investigación de este trabajo de investigación, así como a la definición de los aspectos esenciales de la optimización del ciclo de carga y transporte. Los materiales topográficos que describen la ubicación, el tráfico, el área y la geología local describen el transporte de mineral desde el depósito de Antapaccay hasta la trituradora de Tintaya, así como la justificación del trabajo de desarrollo de este documento. En este método se determina el período total de la unidad de transporte, como trabajo de campo y de oficina, la optimización del número de equipos de transporte y carga y su evaluación económica. Durante la formulación del tema de tesis se analizó y evaluó el ciclo de carga y transporte de mineral desde el acopio de Antapaccay hasta la chancadora Tintaya para su optimización. Como resultado se

determinó el correcto acople de los dispositivos de carga y remolque por coeficientes coincidentes, mejorando la operación de 7 camiones (modelo 785C) y cargadores frontales (modelo 992K).

(Huarocc Ccanto, 2014) En la Universidad Nacional de Centro del Perú, de la ciudad de Huancayo se presenta la siguiente tesis: “Optimización del Carguío y Acarreo de Mineral Mediante el Uso de Indicadores Claves de Desempeño U.M. Chuco II de la E.M. UPKAR Mining S.A.C.” para optar el título de Ingeniero de Minas.

La empresa minera UPKAR MINING SAC es inversionista en desarrollos mineros en Estados Unidos. CHUCO II invierte en esta mina a través del contratista minero CM MINING OPERATION SCRL para extraer mineral de hierro (hematites). La explotación minera en la unidad minera se realiza a cielo abierto, utilizando volquetas, excavadoras, cargadoras, motoniveladora y equipos de trituración y desprendimiento de magnética para tala. La producción diaria de la operación minera se realiza de manera desintensiva, con 35.000 TNMM entre mineral y estéril producidos a una relación de desmonte de 4:1 desde el inicio de la operación. El mineral tiene ley alta y ley baja, las áreas mineralizadas se exploran continuamente y se descubren nuevas áreas explotables. La presente investigación intenta explicar un nuevo enfoque para reducir los costos operativos básicos de la carga y el acarreo de minerales, brindando beneficios a las empresas mineras al aumentar sustancialmente los niveles de producción y reducir los costos de carga y acarreo. El método utilizado para justificar la hipótesis es descriptivo, evaluando los indicadores, evaluando las razones del alto índice cuantitativo de este indicador, para tomar decisiones relevantes en la operación minera, con el propósito de buscar optimizar la operación minera y ubicarla en los objetivos de nivel de producción

apropiados. En consecuencia, se proponen soluciones para reducir los requerimientos de ingenieros y profesionales con el fin de reducir los costos en la secuencia minera y así aumentar la productividad de las unidades mineras.

(JULCA LOPEZ, 2019) En la Universidad Privada del Norte de la ciudad de Cajamarca se presenta la siguiente tesis: “OPTIMIZACIÓN DEL CICLO DE CARGUÍO Y ACARREO DEL TAJO AL PAD DE LIXIVIACIÓN PARA EVITAR TIEMPOS MUERTOS Y REDUCIR COSOTOS EN UNA EMPRESA MINERA DE LA MEDIANA MINERIA” para obtener el título de Ingeniero de Minas.

El principal objetivo de esta investigación es optimizar el ciclo de carga y transporte desde el rajo hasta la plataforma de lixiviación con el fin de determinar el tiempo muerto y así reducir el costo de dicha etapa. En el levantamiento se fraccionó el acceso en 7 trayectos para poder valorar los tiempos de una forma más analítica: trayecto N°01 entre el punto de carga y el cruce de las vías nacionales, trayecto N°02 entre los cruces de las carreteras principal. Entre la carretera principal y el cauce minero superior, el trayecto vial 03 se encuentra entre la sucesiva 0+550 (canal minero superior) y la sucesiva 1+200, y el trayecto 04 se encuentra entre la sucesiva 1+200 y la sucesiva aproximadamente 2+000 (En la entrada del estacionamiento de AJANI) este trayecto vial de transporte, se puede y se debe aumentar la velocidad para reducir el ciclo de transporte, el trayecto vial N° 05 se ubica en la sucesiva 2+000 a la sucesiva 2+200 aprox. y el trayecto 06 aproximadamente entre la sucesiva 2+200 y la sucesiva 2+909.4, trayecto 07 entre la entrada al sitio de lixiviación (sucesiva 2+909.4) y el punto de descarga del mineral, este último ubicado en el lift 8 del Pad de Lixiviación.

Se evaluó el tiempo y la velocidad de cada trayecto y se determinó que las demoras eran mínimas y no afectarían el ciclo de carga y transporte, sin embargo, se pudo señalar que se podrían realizar mejoras en el Tramo 04. La velocidad correspondiente al viaje de regreso del volquete (aumentada en 2km/h); al implementar la propuesta se realizó una nueva medición y se obtuvo resultados positivos, con una reducción de costos total de US\$ 1.173,39, de los cuales US\$ 965,71 se ahorró para el turno de día y US\$ 965,71 para el turno de noche \$207,68, ahorro mensual estimado de \$7.040,34.

(Chilón Infante, 2021) En la Universidad Privada del Norte de la ciudad de Cajamarca, se presenta la siguiente tesis: “Optimización del Ciclo de Carguío y Acarreo para Evitar Tiempos Muertos en Transporte de Material en Proyectos Mineros de empresa Consorcio Chaquicocha S.R.L.” para optar el título de Ingeniero de Minas.

Esta investigación tiene como principal objetivo optimizar los ciclos de carga y acarreo para el transporte de materiales en el proyecto minero de la empresa “CONSORCIO CHAQUICOCHA SRL”, el cual labora de lunes a viernes de 7:00 am a 5:00 pm. con una hora libre para su almuerzo, para ello averiguamos cuales son las principales demoras que ocasionan. En esta investigación, dividimos las rutas de envío en 4 partes para analizar mejor el ciclo de envío. Tramo 01 incluye pad car 14 distancia entre punto de carga al campamento 52 km intersección vial es de 1,09 km, tramo 02 incluye pad car 14 entre cruce vial al campamento 52 km hasta cruce con acceso al lift 6 con un recorrido de 0,80 kilómetros y el lift 06 pad car entre la 03 intersección 14 está a 1,72 kilómetros de la vía de acceso, y el tramo entre la vía de acceso N° 04 y la línea de descarga está a 0,90 kilómetros del lift 09 pad car 10. Evaluando el tiempo y la velocidad de cada tramo de carretera y se concluye que la

velocidad del camión volquete del tramo 03 es 14K/h y 16K/h (carga completa), 24K/h y 27K/h (sin carga). Debido estado pésimo de la vía, que afecta en la producción diariamente, se recomienda aumentar la velocidad, y el mecanismo de aumento de velocidad se realizará a través del mantenimiento vial del tramo 03.

(Calua Infante, 2019) En la Universidad Nacional de Cajamarca, de la misma ciudad, se presenta la siguiente tesis: “Propuesta de Minimización de tiempos Improductivos para una Mayor Producción en Carguío y Acarreo en Cia Minera Coimolache S.A” para optar el título de Ingeniero de Minas.

En esta investigación analizamos y se formuló una propuesta de disminuir el tiempo improductivo con el fin de adquirir más tiempo productivo y operativo para las tareas de carga y transporte en las operaciones de Cia. Minera Coimolache S.A en la región Cajamarca. La capacidad de reconocer que hay espacio para retrasos en el curso de la operación, lo que resulta en un rendimiento deficiente de la producción, ha cumplido con los criterios establecidos en las operaciones mineras (límite de tiempo de retraso de menos de 3 minutos). La recomendación de minimizar el tiempo improductivo se define como parámetro principal, evaluado durante el turno de día (7am a 7pm), enfocándose principalmente en el eje de fallas del KPI operativo, el cual ayuda a identificar puntos en producción donde las demoras son más frecuentes en el carguío y acarreo. En la sección de Discusión y Resultados, se analizan los principales factores que contribuyen a los retrasos en la carga y el transporte junto con su porcentaje del tiempo total de operación, cualquier corrección y/o sugerencia, análisis de posibles soluciones. Definitivamente facilitó el logro de las metas planteadas inicialmente, lo más importante es definir y hacer propuestas para reducir el tiempo improductivo, lo que no solo mejora la producción diaria sino también la

planificación mensual y lo más importante es el ahorro de costos en equipos de carguío y transporte con un ahorro de \$174.24 por día y S/. 14.61 por día en el pago a un operador.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo aumentar la producción optimizando el ciclo de carguío, transporte y descarga de topsoil en la Unidad Minera?

1.3. Objetivos

- ✓ Aumentar la producción optimizando el ciclo de carguío, transporte y descarga del topsoil en la unidad minera.
- ✓ Mejorar el control planificación de los tramos de transporte de topsoil para incrementar el volumen de producción transportado hacia el DMO.
- ✓ Mejorar y planificar los tiempos en el área de mantenimiento.

1.4. Hipótesis

- ✓ La optimización del ciclo de carguío, transporte y descarga de topsoil con destino al DMO para liberar el área de la unidad minera.
- ✓ La mejora del control y planificación de los tramos de transporte de topsoil para incrementar el volumen de producción transportado hacia el DMO.
- ✓ Se optimizará los tiempos de colas por el área de mantenimiento de los equipos.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Enfoque, nivel y diseño de la investigación

La investigación debe ser clasificada de acuerdo a la siguiente manera:

2.1.1. Enfoque de Investigación:

Para definir la metodología de nuestra investigación nos basamos en el enfoque cuantitativo, por su conjunto de procesos que se desarrollan en la investigación de las preguntas que establecen la hipótesis y determinan sus variables, se trata esta vez de un plan para probar su diseño, sus variables se determinan con el contexto y se extraen una serie de conclusiones a raíz de sus investigaciones. (FERNÁNDEZ COLLADO & BAPTISTA LUCIO, 2014)

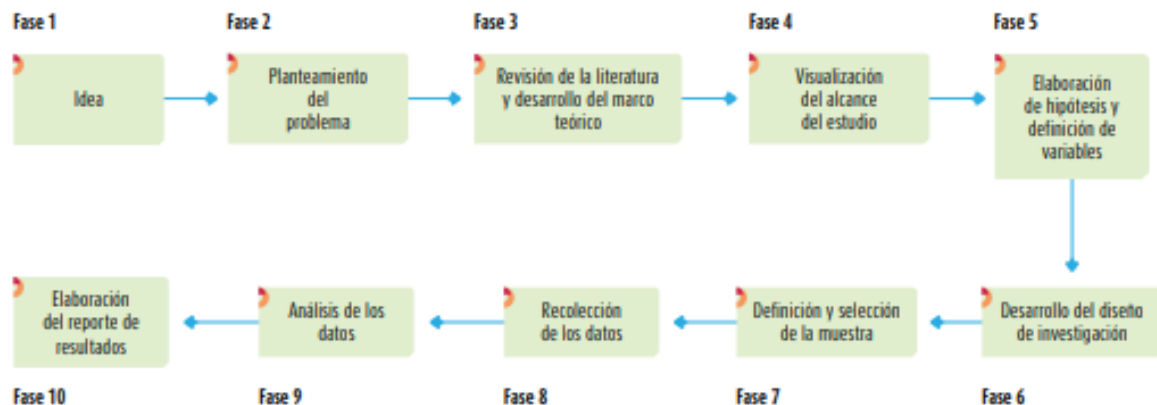


Figura 1 Proceso cuantitativo: en el cual podemos ver cuando se refleja la necesidad y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de la investigación.

2.1.2. Nivel de la Investigación

El nivel de la investigación es descriptivo porque trata de qué manera se va a realizar el mejoramiento del carguío, transporte y descarga de topsoil con volquetes dentro de la unidad en Cajamarca.

2.1.3. Diseño de la Investigación

Nuestro diseño de investigación es no experimental tienen en cuenta un conjunto de datos estadísticos disponibles, para proceder a interpretarlos y organizarlos de modo de obtener la mayor cantidad de datos necesarios recopilados en el proyecto. También se tiene que tener en cuenta la recopilación de investigaciones documentadas como consultas de fuentes bibliográficas, ensayos o monografías que nos pueden apoyar a nuestra investigación.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población:

Rutas del ciclo de carguío, transporte y descarga de topsoil.

2.2.2. Muestra:

Ruta: Vía de Servicio LQW – DMO y viceversa

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos:

2.3.1. Técnicas de análisis de datos

En la presente investigación la recolección de datos se realizará en campo mediante técnicas de observación y procesamiento de información pasada y actual de operaciones de transporte de volquetas (Volvo, Mercedes), tractores CAT D6, excavadoras CAT 320 y 336.

Para la recopilación de información de los tiempos de tránsito de equipos, trayectos, etc., se empleó partes diarios proporcionados por los operadores, hojas de almacenamiento de datos, tesis, libros y computadora portátil para el procesamiento de datos.

2.3.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

Para dicha investigación tendremos que utilizar los siguientes instrumentos para recolectar los datos:

- Observaciones en campo.
- Recopilación de Reportes Diarios de cada equipo.
- Entrevistas a los encargados de cada frente designados como carguío y descarga.
- Planos del recorrido de rutas de volquetes.

2.3.3. Metodología de mejora continua para el transporte de topsoil en el interior de la unidad minera de Cajamarca.

Es necesidad para el proyecto encontrar la metodología más eficiente para poder transportar mayor volumen de topsoil y así poder continuar con los demás proyectos de stripping.

A continuación, se demuestra el proceso de optimización continua para el transporte de topsoil con volquetes.



Figura 2 Metodología de mejora continua para el transporte de topsoil con apoyo de volquetes

En la figura N° 02 se observa 04 pasos cíclicos importantes en el desarrollo del transporte en mejora continua, que a continuación detallamos en que consiste los paso.

Como se resgistra en la figura, se ejecuto cuatro pasos frecuentes de mejora continua:

PASO 01: Diagnóstico – Determinación de tiempos de acarreo y transporte

El primer paso, evaluar el estudio de escenarios, debía recibir la información de campo recolectada diariamente y verificar su precisión contra el informe del operador del volquete sobre las operaciones de transporte.

Los detalles del reporte de transporte (ver Anexo 01) se pueden utilizar como un indicador de problemas para mejorar la operación del proceso de transporte para la limpieza del topsoil con volquetes.

PASO 02: Plan – Condición Actual (planificación para el mejoramiento)

Para cada turno de trabajo , ya sea A o B, se aplican estándares de análisis de ingeniería profesional , ya que existen variaciones en los puntos de carga y se deben realizar los ajustes necesarios, y no se puede ignorar el tonelaje programado diario de traslado.

Con base en el conocimiento aprendido, se pueden utilizar soluciones alternativas para desarrollar planes de mejora , mejorar la planificación de la reparación de equipos, optimizar los tiempos de operación del transporte y minimizar los costos y el tiempo de inactividad.

PASO 03: Cuantificación – aplicación del Mejoramiento de Carguío y transporte

Una vez que se identificó el problema y se desarrolló un plan de trabajo para mejorar el transporte de topsoil, se analizó si la cantidad de equipos utilizados para transportar era suficiente para permitir un presupuesto más bajo. Así se comenzó a calcular el número óptimo de la flota para producir más a menor costo.

PASO 04: Evaluación y Control – Cumplimiento de toneladas programadas

Al finalizar el turno se debe cumplir con el tonelaje planificado luego de la inspección previa en el paso 3 de mejoramiento del transporte. Supervisar el cumplimiento del cálculo de cada volquete para evitar demoras por tráfico de equipos. Durante

cualquier guardia, ocurrirán eventos inesperados y aquí es donde se lleva a cabo la evaluación y el ajuste para sacar el mejor camión volquete, como:

- Se ajustó el número de equipos por área, falla de equipos, falta de operadores, etc.
- Evaluación de rutas alternativas de transporte por mantenimientos de carreteras, trabajos de servicio, mantenimiento de equipos, suministro de combustible, etc.

2.4. Procedimiento:

2.4.1. Técnicas de análisis de datos

Para la presente investigación se utilizará la recolección de datos en el área de trabajo por ello tendremos en cuenta la técnica observacional y procesamiento de datos pasados y actuales en la operación de transporte de volquetes volvo y mercedes.

Para recolectar datos de los ciclos de carguío tendremos el apoyo del capataz que registrara in situ los tiempos recorridos por cada unidad, para posteriormente llevar al cálculo de una hoja Excel, paretos y procesar toda la recolectada in situ.

2.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

Para nuestra investigación se utilizará como instrumentos de recolección de datos en campo:

- Observaciones en campo.
- Recopilación de Reportes Diarios de cada equipo.
- Entrevistas a los encargados de cada frente designados como carguío y descarga.
- Planos de rutas del recorrido de los volquetes
- Herramientas de gestión que se necesitan en la operación.
- Procesamiento de datos a través de Excel, y creación de paretos.

a) Método propuesto en la empresa para la optimización

Tiene los siguientes componentes:

- Plan de mantenimiento, pero solo en base a las especificaciones del fabricante;
Es beneficioso utilizar la misma marca y modelo, ya que todos tienen el mismo programa de mantenimiento.
- En el enfoque de reemplazo, se evalúan los costos operativos de transporte y mantenimiento del equipo, y se utilizan costos/beneficios anuales equivalentes como indicadores para la selección del equipo.

La desventaja es que se requiere información precisa sobre los costos de operación y mantenimiento y una evaluación económica basada en precios de mercado.

Para encontrar el rendimiento de la flota: para verificar el rendimiento de flota aplicaremos la siguiente fórmula:

$$R. F. = \frac{\#Volquetes \times Capacidad_volquete}{Ciclo_transporte}$$

Reemplazando valores:

$$R. F. = \frac{4 \times 15}{0.51} = 117.65$$

Para encontrar el factor de acoplamiento utilizaremos la siguiente fórmula:

$$F. A. = \frac{\# Volquetes \times Ciclo_carguío \times 100\%}{Ciclo_transporte}$$

En donde:

Ciclo_carguío = \int_v (distancia, excavadora)

Ciclo_ transporte = \int_v (distancia)

Reemplazando valores

$$F.A. = \frac{4 \times 1 \times 100\%}{7.67}$$

$$F.A. = 52.15$$

b) Diagnóstico y medición de tiempos de los equipos utilizados en el transporte de topsoil en la unidad minera

✓ **Diagnóstico de equipos empleados en el transporte de topsoil en la unidad minera**

Para obtener un buen diagnóstico, se debe partir de datos generales recolectados por la unidad de extracción, los cuales deben provenir de campo, es decir, datos de entrada que deben ser procesados posteriormente para mejorar el transporte de topsoil. La siguiente figura muestra la recopilación y el procesamiento de datos del equipo de carga y transporte de topsoil.

✓ **Estimación del tiempo de los equipos utilizados en el transporte de topsoil**

El equipo de transporte tiene como finalidad trasladar el material obtenido por los equipos de carga (excavadoras y tractores) hasta el destino especificado por el cliente, teniendo en cuenta los depositos aprobados para acumular el topsoil.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Optimización del ciclo de carguío, transporte y descarga del topsoil con destino al DMO el área de la unidad minera

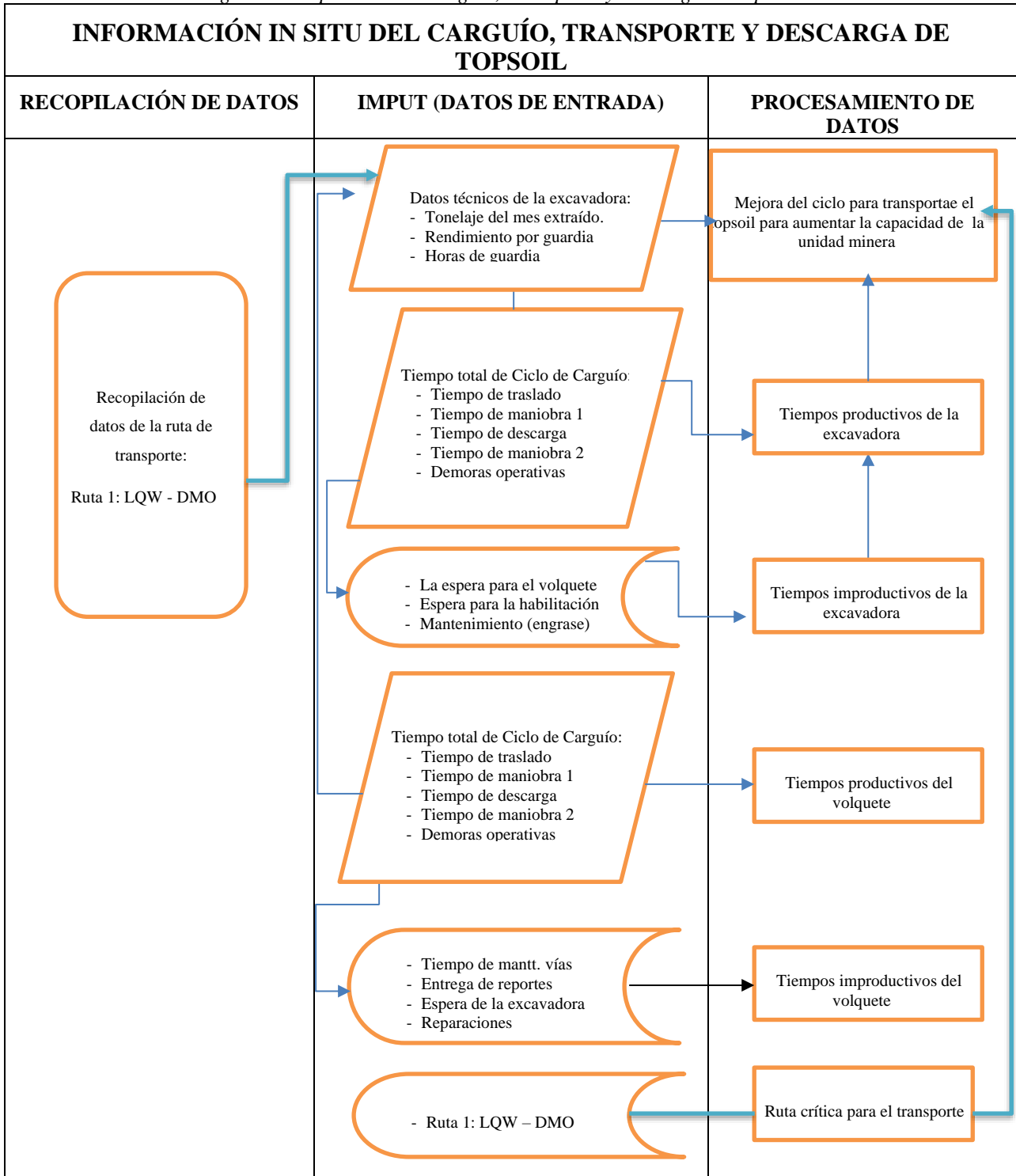
Analizar las mejoras en el ciclo de carga, transporte y descarga de topsoil requiere evaluar la información básica que podemos procesar sobre las unidades mineras. Considerando la planificación de la producción a corto plazo sobre una base diaria, mes a mes, es decir, toneladas producidas por mes, producción por turno (h/turno) y tiempo de turno (h) y retraso improductivo total y tiempo de descarga del ciclo de carga de la excavadora el tiempo total del ciclo de conducción del camión y retraso improductivo evitado por medios prácticos. El desempeño de la excavadora depende de la optimización de costos y del tiempo productivo y no productivo de ambos equipos.

3.1.1. Medición de los datos fundamentales para los equipos de carguío y transporte de topsoil en la unidad minera

La evaluación efectiva debe comenzar con la ruta transportada por el camión volquete, y las entradas incluyen datos técnicos de la excavadora, el tiempo del ciclo de carga y el tiempo de transporte.

La próxima tabla 1 muestra los métodos utilizados para recopilar información sobre el carguío y el transporte de topsoil.

Tabla 1
Metodología de Recopilación del Carguío, Transporte y Descarga de Topsoil



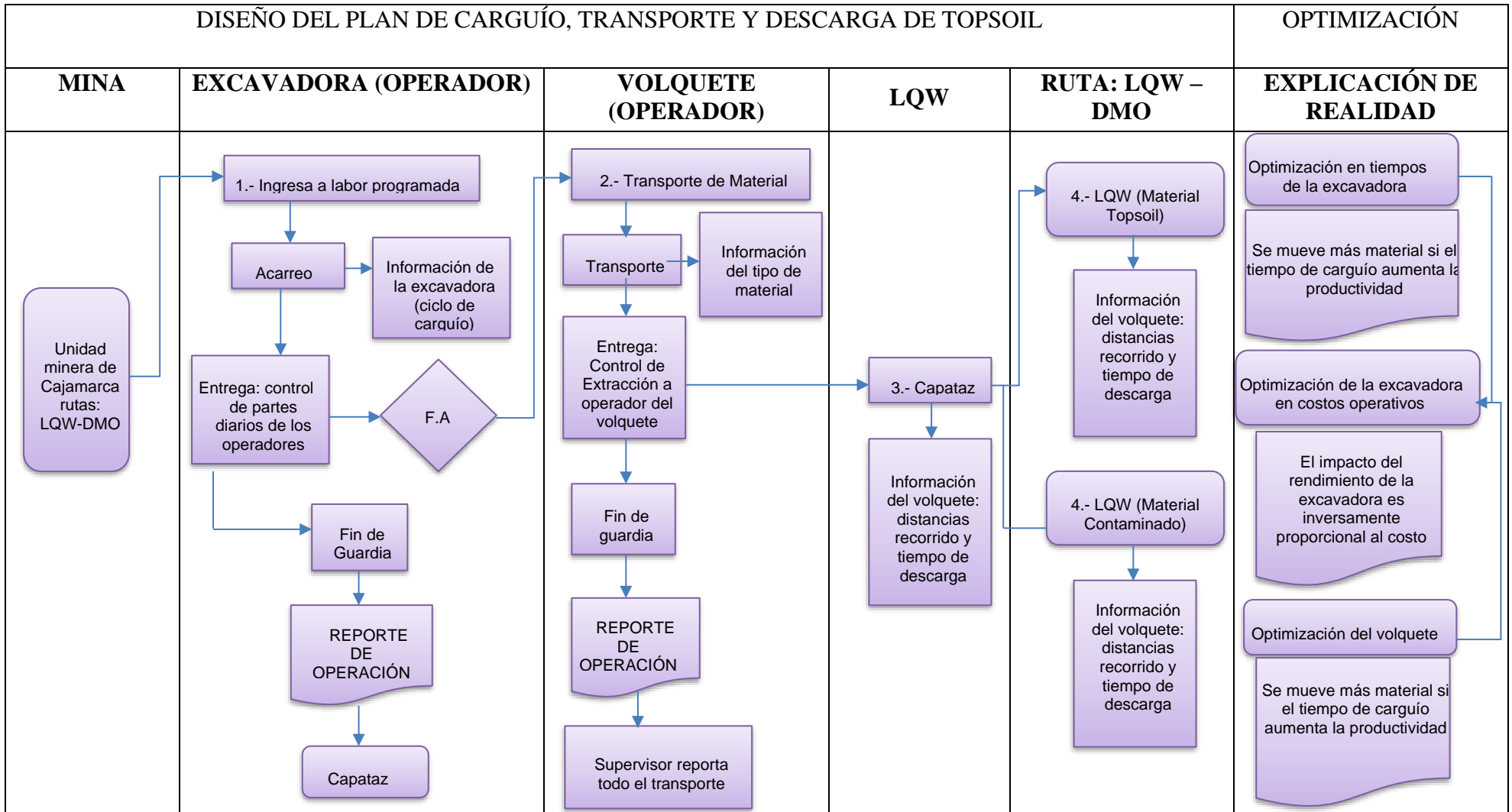
Interpretación: La ejecución de este método ha logrado buenos resultados en la recopilación de información del sitio de carguío y descarga de topsoil en las unidades mineras, y logró buenos resultados en el procesamiento de datos de los equipos, para lograr la mejora continua del proyecto y lograr la meta esperada.

3.1.2. Diseño del plan de carguío, transporte y descarga de topsoil para aumentar la producción en una unidad minera.

Para la unidad minera se tomó en consideración los siguientes equipos para el proyecto: tractor, excavadoras, volquetes. Se requiere limpiar distintas áreas de topsoil por ello se lanza el primer proyecto de 2.5 meses para evaluar la eficiencia de los equipos para poder entregar los demás proyectos y proyectar las siguientes etapas de construcción.

En la próxima tabla se verifica el diseño del plan de carguío, transporte y descarga de topsoil:

Tabla 2 Diseño de Carguío, Transporte y Descarga de Topsoil



- **Cálculo de la flota de transporte:**

Para considerar el número de volquetes en mi flota. Vamos aplicar la siguiente formular:

$$\text{Número de volquetes} = \frac{\text{TM/día (mineral+desmonte prom)}}{\text{Tonelada/día-volquete}}$$

$$\text{Número de volquetes} = \frac{1875 \text{ TM/DÍA}}{119 \text{ TM/día/volquete}} = 21 \text{ volquetes}$$

- **Cálculo de evaluación del carguío con excavadora:**

Tabla 3
Evaluación de equipo de carguío

Excavadora	Capacidad de cucharón	Tiempo en ciclo de carguío	Número de lamponadas
CAT 336	2.27 m ³	1 min	5 – 6
CAT 320	1.19 m ³	1.30 min	7 – 8

Nota: Según el análisis realizado en punto de carguío, hemos creído conveniente solo utilizar excavadoras CAT 336 para carguío de material, y la excavadora CAT 320 para que realice sistemas de drenaje, canales, perfilados.

Los equipos utilizados para este proyecto de carguío, transporte y descarga de topsoil se establecen en el siguiente cuadro:

Tabla 4
Lista de Equipo para proyecto

CANTIDAD	EQUIPOS	CAPACIDAD
03	Excavadoras 336 CAT	2.27 m³
01	Excavadora 320 CAT	1.19 m³
21	Volquetes	15 m³
02	Tractores	D6
01	Cisterna de agua	5 000 gal
01	Cisterna de combustible	1 000 gal
01	Motoniveladora	
01	Rodillo	

Nota: Se detallada lo equipos necesarios para poder realizar el proyecto de limpieza de topsoil

En la unidad Minera de Cajamarca el personal realizará la siguiente guardia:

Tabla 5
Régimen del Personal

CARGO	REGIMÉN	HORARIO
Supervisores	14 x 14	7: 00 a.m. – 5:30 p.m.
Operadores	14 x 14	7: 00 a.m. – 5:30 p.m.
Personal vigía	14 x 14	7: 00 a.m. – 5:30 p.m.
Personal piso	14 x 14	7: 00 a.m. – 5:30 p.m.
Capataz	14 x 14	7: 00 a.m. – 5:30 p.m.
Controlador de Equipos	14 x 14	7: 00 a.m. – 5:30 p.m.

Fuente: Elaboración propia.

Las horas efectivas de trabajo son en promedio de 10 horas diarias, sin considerar las horas de transporte desde la ciudad hasta la unidad minera.

Adjuntamos la zona de limpieza de topsoil y el recorrido de los ciclos de recorrido que realizan los volquetes para llegar al depósito DMO:

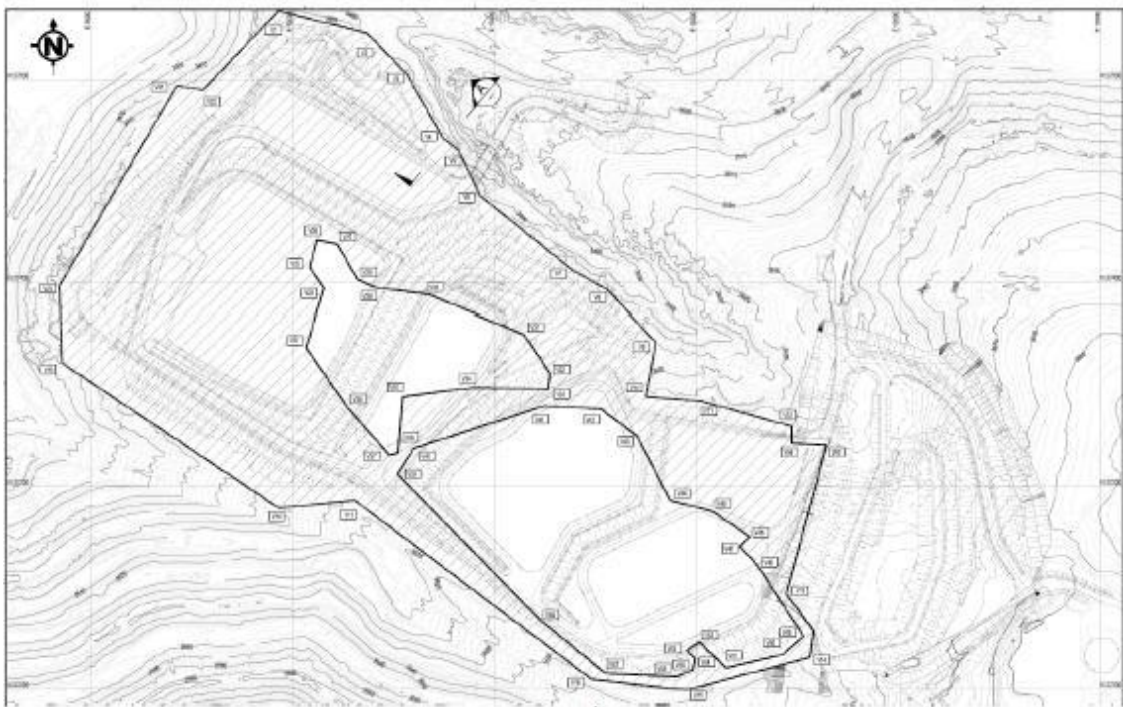


Figura 3 Plano topográfico del área de limpieza de topsoil

3.1.3. Descripción de los equipos en la actividad principal del carguío, transporte y descarga de topsoil

En las principales actividades de carga y descarga de topsoil, el detalle de los equipos involucrados es el siguiente:

Tabla 6
Equipos de Carguío, Transporte y Descarga de Topsoil

CANTIDAD	EQUIPOS	CAPACIDAD
03	Excavadora 336 CAT	2.27 m³
21	Volquetes	15 m³
02	Tractores	D6

Nota: Equipos destinados para el carguío, transporte y descarga de topsoil en LQW

3.1.4. Descripción de la Ruta de los volquetes

El recorrido que realizan los volquetes transportando el topsoil de LQW hasta el depósito DMO, se detalla en el siguiente plano de ruta:

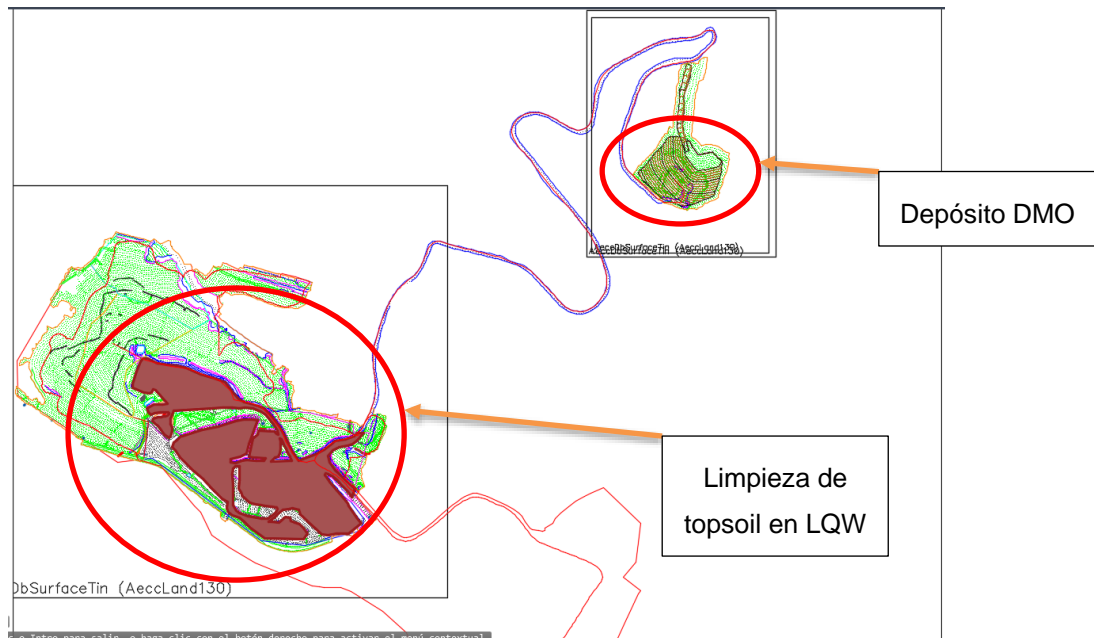


Figura 4 Rutas de volquetes de la LQW hasta DMO

3.1.5. Parámetros técnicos de los equipos de carguío, transporte y descarga de topsoil

- Equipo de carguío

Para las excavadoras 336 y 320, para tener la capacidad total real del cucharón, debemos multiplicar por el factor de eficiencia, que es del 90 %.

- Equipo de transporte

Está conformado por 23 volquetes VOLVO, MERCEDES de 15 m³, siendo su capacidad real de la tolva, dado por el fabricante se multiplicará por el factor de 94%.

La siguiente figura muestra el equipo de carga y transporte:

Tabla 7
Especificación técnica de equipos empleados en la unidad minera

Equipos	Modelo	Capacidad (m ³)	Tiempo ciclo de Carguío (min)	Velocidad de transporte (km/h)
Equipo de carguío	Excavadora CAT 336	2.27 m³		-----
	Excavadora CAT 320	1.19 m³		-----
Equipo de transporte	Volquetes Volvo, Mercedes	15 m³	-----	15 - 50 km/h

Fuente: Manual CAT, manual de volquetes Volvo y Mercedes.

3.2. Mejorar el control y la planificación de los tramos de transporte de topsoil para incrementar el volumen de producción transportado hacia el DMO.

En un análisis comparativo del estado actual de la optimización del ciclo de carguío y transporte de topsoil, esta investigación evaluará el carguío, el transporte y la descarga de topsoil de LQW despejada para ser transportada a la DMO. Los datos fueron recolectados en terreno a lo largo de la guardia, evaluando distancia y tiempo en los equipos de carguío (excavadoras) y transporte (volquetes) de las unidad minera.

3.2.1. Análisis de la situación actual

Los datos fueron recolectados en sitio, tomando en cuenta la distancia y el tiempo del ciclo de transporte (carga y ida y vuelta) y en este proyecto recolectamos los siguientes datos:

Tabla 8
Distancia y tiempos de ida: carguío, transporte y descarga

Lugar de recorridos	Subtotales
Distancia de LQW al DMO	4 000 m.
Tiempo del volquete para cargar (CAT 336)	1 min.
Tiempo volquete cargado (recorrido velocidad: 15 – 35 km/h)	15 min.
Distancia de inicio de plataforma de carguío	500 m
Tiempo de descarga del material y tiempo de espera	15 min.
Distancia total	4 500 m
Tiempo total del ciclo (ida)	31 min

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra la distancia hasta el punto de carga y el tiempo de regreso:

Tabla 9
Distancia y tiempo de vuelta

Lugar de recorridos	Subtotales
Distancia de DMO al LWQ	4 000 m
Tiempo del volquete de vacío (descarga)	5 min
Tiempo volquete vacío	15 min
Distancia de inicio de plataforma de carguío	500 m
Tiempo de regreso y tiempo de espera para cargar topsoil	5 min
Distancia total	4 500 m
Tiempo total del ciclo (vuelta)	20 min

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra la distancia promedio de la ruta de envío y una descripción general de los tiempos de carga y transporte:

Tabla 10
Resumen de Distancias y tiempos de carguío, transporte y descarga de topsoil

Recorridos LQW – DMO	Subtotales
Total, tiempo ciclo de volquete cargado	31 min
Total, tiempo ciclo de volquete vacío	20 min
Tiempo total del ciclo ida y vuelta	51 min

Nota: En el resumen de las tablas presentadas se muestran los tiempos tomados durante 30 días en las actividades correspondientes, en el ciclo de carguío, transporte y descarga se tiene un tiempo en promedio de minutos.

Durante este período, se deben considerar las siguientes demoras: refrigerios, reparaciones mecánicas, seguimiento de volquetes, inicio de funciones, inspección y registro de documentos de gestión de SST, mantenimiento de caminos, suministro de combustible; pero estas demoras se reflejan en el carguío, transporte y descarga.

3.2.2. Investigación y análisis de la optimización del período de carga y descarga de topsoil

a) Estudio de la situación de los ciclos de carguío, transporte y descarga.

Para la mejorar las actividades del proyecto de intervención de limpieza de topsoil, se utilizaron diagramas de Pareto para evaluar las actividades que no requieren mucho tiempo durante el ciclo de carguío, transporte y descarga.

Los tiempos improductivos de los ciclos de carguío, transporte y descarga pueden ser identificados y corregidos, la siguiente figura muestra un diagrama de Pareto considerando los datos recolectados en el proyecto.

Tabla 11
Estudios de tiempos de transporte por guardia

Estudios de tiempos de transporte por guardia				
Tiempos improductivos	Tiempo (hora)	%	Acumulado	% Acumulado
Reparaciones Mecánicas	1.4	0.35897436	1.4	36%

Refrigerios	1	0.25641026	2.4	62%
Reparto de guardia	0.4	0.1025641	2.8	72%
Cola de volquetes	0.4	0.1025641	3.2	82%
Inspección del equipo	0.2	0.05128205	3.4	87%
Documentos SST	0.2	0.05128205	3.6	92%
Abastecimiento de combustible	0.2	0.05128205	3.8	97%
Traslado hacía el lugar de trabajo	0.1	0.02564103	3.9	100%
TOTAL	3.9	100.00%		

Fuente: Elaboración propia

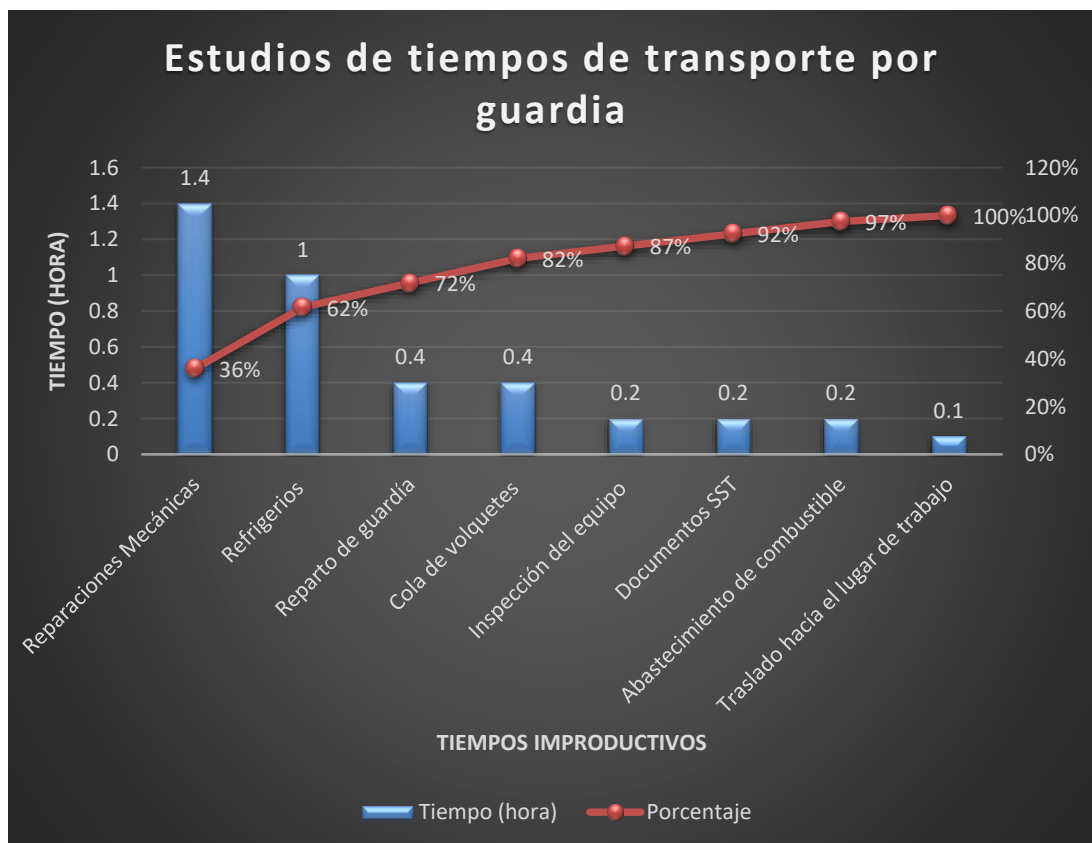


Figura 5 Mejoras de tiempos de transporte por guardia

Interpretación: En la figura N° 5 en el Pareto que se analizó se muestra dos actividades críticas en donde hay que mejorar los tiempos, se detalla en la actividad:

- El mantenimiento mecánico es un período no productivo para nosotros, que debe organizarse para optimizar y mejorar: porque es necesario para el funcionamiento de nuestra flota.

- El almuerzo es un horario fijo para nuestros empleados y no es posible disminuirlo, ya que es parte del sistema de trabajo.

Nuestra investigación buscará la optimización de filas de equipos, la relación de conexión de equipos de apoyo con excavadoras y volquetes, esta mejora optimizará nuestra carga al reducir los costos de carga y transporte de topsoil y analizar otros tiempos improductivos y ciclos de transporte de topsoil.

b) Evaluación y cálculo de factor de acoplamiento (F.A.)

Para encontrar el cálculo F.A. se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- Si el F.A. < 1 Cuando hay exceso del equipo (excavadora), es decir cuando la excavadora espera al volquete.
- Si el F.A. > 1 Cuando hay exceso de volquetes, es decir que hay una cola de volquetes esperando ser cargados por la excavadora.
- Si el F.A. = 1 Cuando hay acoplamiento y es totalmente perfecto.

La siguiente tabla muestra los parámetros técnicos del equipo que desarrolló el coeficiente de acoplamiento en nuestro ciclo de carguío.

Tabla 12
Parámetros técnicos para cálculo del factor de acoplamiento

Densidad de topsoil	Capacidad del volquete	Producción máxima de la excavadora	Factor de llenado real	Ciclo promedio de la excavadora
1,16–1,66 ton/m ³	15 m ³	100 (t/h)	90%	5 min

Nota: En la tabla nos muestra el tiempo promedio, lo cual nos ayudará a encontrar el cálculo del F.A. y rendimiento de flota.

Encontramos el F.A. en el tramo de 500 m. para poder verificar el carguío que se está realizando, para poder encontrar el ciclo perfecto

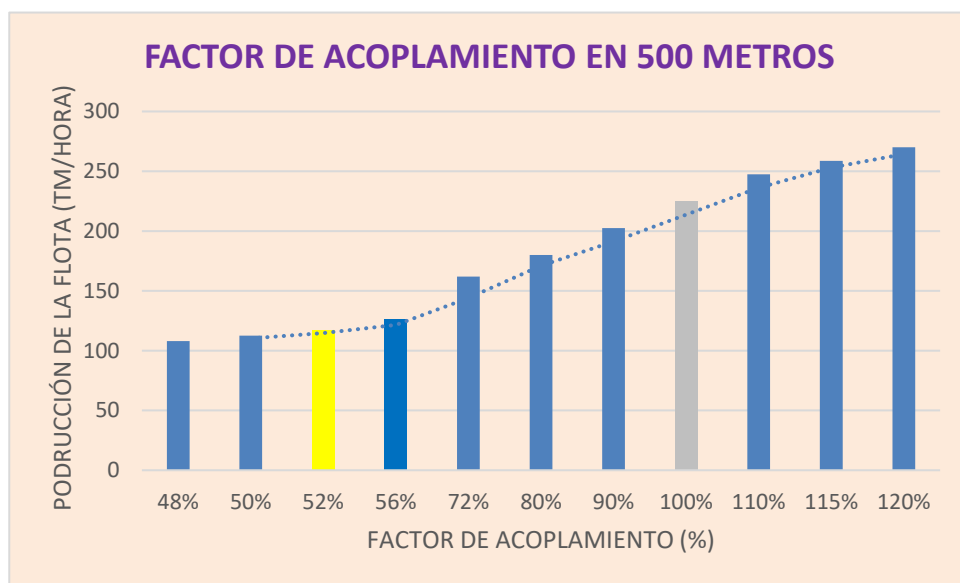


Figura 6 Diagrama de Pareto: Se observa un factor de acoplamiento de un 52% donde demuestra que estamos perdiendo horas de excavadora por esperar volquetes.

Distribución de los volquetes actual	04 volquetes
Distribución de los volquetes óptimos	07 volquetes
Distancia al frente del carguío	500 metros
Ciclo de carguío con excavadora 336	00:05:00 horas
Ciclo de transporte de volquete	00:16:50 horas

3.3. Mejorar y planificar los tiempos en el área de mantenimiento.

Según los análisis de estudios nos conlleva a determinar que el área de mantenimiento tiene el porcentaje más alto en tiempos improductivos, es por eso que

se toma los planes de acción para poder recuperar los tiempos improductivos y poder tener tiempo recuperado en producción de nuestra flota.

De los datos recolectado de la empresa podemos deducir los siguientes datos que se presenta continuación:

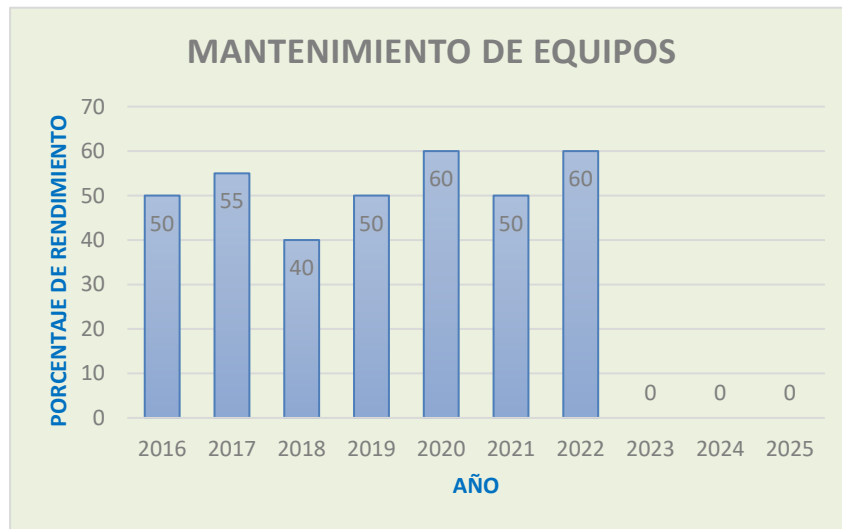


Figura 7 Mantenimiento de Equipos: En el gráfico podemos observar el rendimiento de los equipos según el reporte de mantenimiento, por lo cual queremos atacar de diferente manera y plantear una nueva estrategia

De acuerdo a los resultados de planeación, que nos permite conocer el porcentaje de trabajos terminados del total que fueron programados y se corrigió las fallas mecánicas que se presentaron. Aplicamos una nueva programación en el área de mantenimiento con el objetivo de mejorar la flota que viene trabajando en el proyecto y así poder asumir el tiempo estipulado para entregar el proyecto.

3.3.1. Reporte de fallas mecánicas

Para tener en cuenta se difunde con todo el personal la comunicación efectiva sobre los reportes de fallas mecánicas es inmediato para no tener tiempos improductivos dentro de nuestra flota, se detalla a continuación nuestro flujograma:

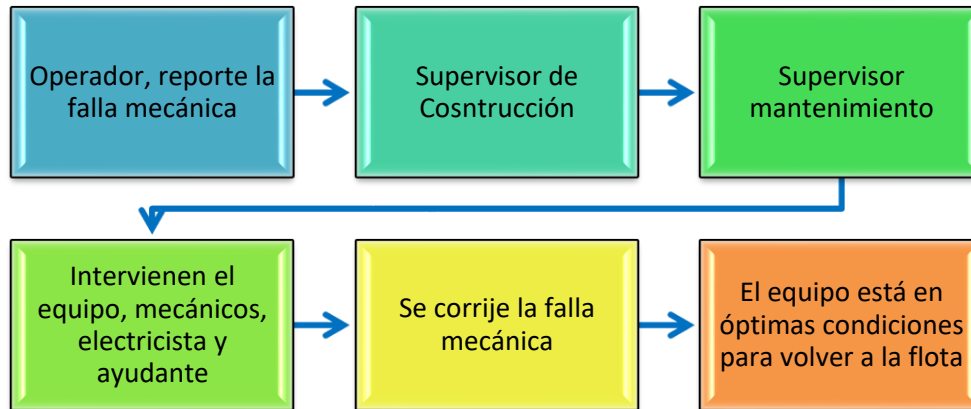


Figura 8 Flujograma de reportes ante fallas mecánicas

- A continuación, también se detalla el personal que interviene el área de manteamiento:

Tabla 13
Personal asignado para mantenimiento

Categoría	Personal
Supervisores mantenimiento	02
Mecánicos	02
Electricistas	02
Ayudante mecánico	02

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Mejorar y planificar los tiempos en el área de mantenimiento.

Para mejorar la gestión de mantenimiento y recuperar los tiempos improductivos es que analiza y se programa una nueva estrategia de ataque ante las fallas mecánicas que

presenta nuestros equipos, el mayor tiempo que conlleva son las demoras de engrase de partes de los equipos. Y verificar los rendimientos de los equipos en el proyecto. A continuación, se detalla los tiempos recuperados en el área de mantenimiento:

Tabla 14
Programación para recuperar tiempo improductivo

Descripción	Horarios	Horas Recuperadas
Sprinter sale desde Cajamarca (Solo con personal de mantenimiento y personal de cisterna de combustible).	5:10 a.m.	
Llega hasta la base del proyecto (LQW)	6:30	
Realizan la charla de Pre Inicio	6:30 - 6:45	2 horas recuperadas a favor del área de construcción
Realizan trabajos de engrase, y abastecimiento de combustible	6:45 – 7:15	
Horario de almuerzo de los operadores de línea amarilla y volqueteros.	12:30 – 1:30	
El primero volquete está ubicándose en el parque, porque ya no tiene para tiempo para cerrar su ciclo, es ahí donde nuevamente ingresa mantenimiento para inspección de unidades, torqueo de llantas, etc.	5:00 – 5: 30	

Nota: Es necesario mencionar que el bus con todo el personal del proyecto también sale a la misma hora que la sprinter, pero la sprinter por ser una unidad menor tiempo ventaja en realizar el mismo recorrido en menos, y es una ventaja en donde podemos aprovechar y optimizar el tiempo a favor del área de mantenimiento.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Conclusiones

- Llegamos a la conclusión que en la optimización netamente del ciclo, transporte y descarga de topsoil, se evaluó los equipos y volquetes con los que va a contar en todo el proyecto: 03 excavadoras CAT 336 y 21 volquetes ya que el promedio de volumen diario estimado por el cliente es de 119 TM/DÍA y se tiene que reflejar en los reportes diarios que realizan los operadores de volquete y línea amarilla, así también con el dayli report que realizan los supervisores de construcción de turno.
- En el mejoramiento y control de los segmentos de transporte de topsoil para poder incrementar el volumen de producción de topsoil es que realizar un análisis en donde encontramos los tiempos improductivos que se dan por las fallas mecánicas y/o mantenimiento de equipos, se analizó también el rendimiento de la flota que es de 117.65 Tm/día en donde podemos apreciar que es posible llegar a la meta programada diaria sin ninguna dificultad. Para ello también nos ayudó bastante el análisis de factor de acoplamiento que fue de 52.15% en donde detectamos que había tiempos improductivos en donde la excavadora tenía que esperar a los volquetes, por ello es que se abre tres frentes de carguío en donde se considera una excavadora con 07 volquetes encontrando el ciclo perfecto donde el factor de acoplamiento es de 100%.
- Concluimos también en el área de mantenimiento la mejora en la planificación de los trabajos que vienen realizando, en donde detectamos que tenían tiempo improductivos por ello es que se designa una unidad de transporte netamente para el traslado del personal de mantenimiento y personal de abastecimiento de combustible. Cabe mencionar en todas las unidades de transporte salen a la misma hora desde Cajamarca pero el sprinter por ser una unidad menor aprovecha el tiempo de recorrido y llega más

temprano, por lo cual mantenimiento inicia sus actividades más temprano dejando las unidades listas para el inicio de su ciclo de carguío, transporte y descarga de topsoil sin demoras ni pérdidas de tiempo. Encontramos un margen de 02 horas a favor de la operación en donde cerramos nuestros ciclos con los 119 Tm/día y hasta teniendo un margen a favor de nuestra producción para los días donde es desfavorable por las condiciones climáticas.

4.2. Discusión

- Estamos en total acuerdo con la autora Zoila Liliam en su estudio sobre la gestión de las operaciones de transportes y acarreo para el incremento de la productividad en CIA Minera Condestable, que la buena planificación y coordinación en la evaluación de nuestra flota requerida es muy importante ya que esto nos conlleva a entregar nuestro proyecto en el plazo requerido y no tener máquinas muertas del proyecto. Se tienen que buscar las mejoras positivas y negativas del proyecto para poder buscar las soluciones y realizar un óptimo trabajo utilizando los recursos necesarios.
- Reafirmamos el objetivo del estudio con el autor Calua Bringas que siempre se tienen que buscar los tiempos improductivos que se encuentran en los proyectos de movimientos de tierras y construcción ya que son proyectos donde hay una buena inversión de equipos y recursos, y eso ciertos espacios que encontramos en el proceso lo debemos recuperar para nuestra producción.
- Una dificultad es la pérdida de su información de sus proyectos, se deben mantener archivados para poder tener fácil acceso en caso de mantenimiento de equipos, los reportes diarios, avances del proyecto y poder ver los vacíos que existen en los diferentes proyectos para buscar la mejora continua.

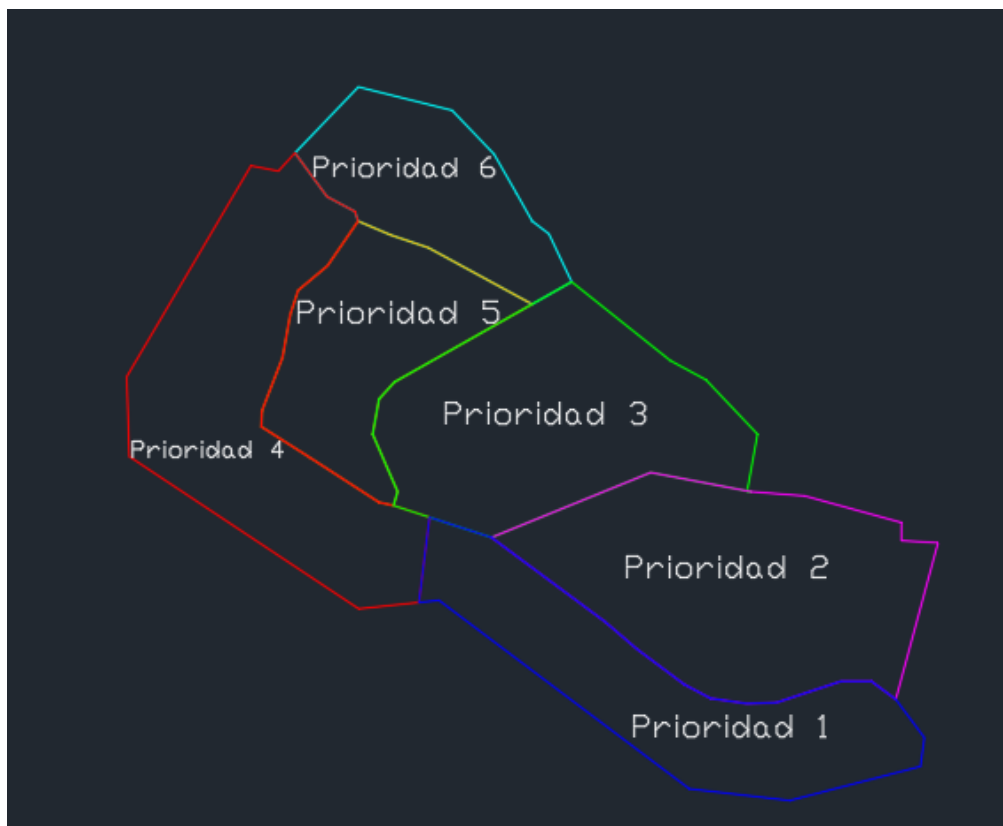
REFERENCIAS

- BARRANCO LOPEZ, J. L. (2017). *OPTIMIZACIÓN DE CICLOS DE CARGUE, TRANSPORTE Y DESCARGUE DE CALIZA Y MEZCLAS (LIMONITAS, CHERTF, MARGAS) EN LA PLANTA DE CEMENTOS ARGOS, TOLUVIEJO-SUCRE. BOYOCÁ, COLOMBIA.*
- BARRETO TAIBE, L. (2017). *"POTIMIZACIÓN DEL NÚMERO DE CAMIONES 785C CAT Y CARGADOR FRONTAL 992K CAT MEDIANTE EL MATCH FACTOR EN LA RUTA MINERAL - SCTOCK PILE ANTAPACCAY - CHANCADORA TINTAYA SAN MARTÍN CONTRATISTAS GENERALES S.A."*. Arequipa.
- Barrios Ormeño, F. A. (2020). *Carguío dinámico para la optimización de la utilización efectiva de camiones de aminería a cielo abierto a escala de laboratorio.* Chile.
- Calua Infante, F. (2019). *"Propuesta de Minimización de Tiempos Improductivos para una Mayor PProducción en Carguío y Acarreo en Cia Minera Coimolache S.A."*. Cajamarca.
- Chilón Infante, N. (2021). *"Optimización del ciclo de carguío y acarreo para evitar tiempos muertos en transporte de material en proyectos mineros de empresa Consorcio Chaquicocha S.R.L."*. Cajamarca.
- FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, P. (2014). *Metodología de la Investigación gta Edición.* México.
- Gonzales Gazmuri, R. I. (2016). *"Optimización de las Horas Operativas de los Caex en los Procesos de Descarga en Chancado y Abastecimiento de Combustible Mediante la Utilización de Modelamientos Compuestos y Redes Neuronales"*. Chile .
- Huarocc Ccanto, P. (2014). *"Optimización del Carguío y Acarreo del Mineral mediante el Uso de Indicadores Claves de Desempeño U.M. CHUCO II de la E.M. UPKAR Mining S.A.C."*. Huancayo.
- JULCA LOPEZ, D. (2019). *OPTIMIZACIÓN DEL CICLO DE CARGUIO Y ACARREO DEL TAJO AL PAD DE LIXIVIACIÓN PARA EVITAR TIEMPOS MUERTOS Y REDUCIR COSTOS EN UNA EMPRESA MINERA DE LA MEDIANA MINERÍA.* Cajamarca.
- ROJAS ORTIZ, I. F. (2019). *"OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CARGUÍO Y ACARREO MEDIANTE EL USO DE KPIs EN LA FASE DE RELLENO DEL ESPALDÓN DE LA PRESA DE RELAVES - ANTAMINA"*. PIURA.

ANEXOS

ANEXOS N° 01. Cronograma del Proyecto

PROJECT MILESTONES	Plan	Re Plan	Forecast	Actual
DESCRIPCIÓN				
Kick Off Meeting (Firma de Contrato)	15-Mar-22			
INICIO - CONTRATO	15-Mar-22			
Movilización	31-Mar-22	01-May-22		01-May-22
INICIO - EJECUCIÓN FÍSICA	04-Apr-22	05-May-22		05-May-22
Entrega Prioridad 1	16-Apr-22	13-May-22	10-Jul-22	
Entrega Prioridad 2	03-May-22	23-May-22	12-Jul-22	
Entrega Prioridad 3	18-May-22	06-Jun-22	11-Jul-22	
Entrega Prioridad 4	03-Jun-22	28-Jun-22	15-Jul-22	
Entrega Prioridad 5	12-Jun-22	10-Jul-22	13-Jul-22	
Entrega Prioridad 6	19-Jun-22	19-Jul-22	19-Jul-22	
FIN - EJECUCION FISICA	19-Jun-22	19-Jul-22	19-Jul-22	
FIN - CONTRACTUAL	19-Jun-22	19-Jul-22	19-Jul-22	
Desmovilización	19-Jun-22	19-Jul-22	19-Jul-22	





ANEXOS N° 02. Programación de

Optimización del Ciclo de Carguío, Transporte y Descarga de Topsoil para Aumentar la Producción en la Empresa Collotan S. A. A.

Metrados de Topsoil

PROGRAMACIÓN DE METRADOS DE ACTIVIDADES DE CONTROL																
ITEM	DESCRIPCIÓN/ACTIVIDAD	Unidad	Peso	Metrado	Escenario	Sem 20	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30
						5/05/2022	10/05/2022	17/05/2022	24/05/2022	31/05/2022	7/06/2022	14/06/2022	21/06/2022	28/06/2022	5/07/2022	12/07/2022
-	STRIPPING TOPSOIL LA QUINUA WEST (PAQUETE 1)		100.00%		Prog.											
			100.00%		Actual											
			100.00%		Re Plan											
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS		100.00%		Prog.											
			100.00%		Actual											
			100.00%		Re Plan											
1.1.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACIÓN	Glb	1.73%	1.00	Prog.	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%
			1.73%		Actual	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
			1.73%	1.00	Re Plan	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%
1.2.1	STRIPPING DE TOPSOIL	m3	11.09%	100,000.00	Prog.	3250.00	4550.00	4550.00	10780.00	10780.00	10780.00	10780.00	10780.00	10780.00	10780.00	12190.00
			11.09%		Actual	0	0	5790	9615	9540	2340	9287	7025	8825		
			11.09%	85,168.98	Re Plan	0.00	0.00	5790.00	9615.00	9540.00	2340.00	9287.00	7025.00	8751.99	15315.99	17503.99
1.2.2	CARGUIO, ACARREO, Y DESCARGA DE TOPSOIL HASTA 1 KM	m3-km	41.23%	100,000.00	Prog.	3250.00	4550.00	4550.00	10780.00	10780.00	10780.00	10780.00	10780.00	10780.00	10780.00	12190.00
			41.23%		Actual	0	0	5790	9615	9540	2340	9287	7025	8825		
			41.23%		Re Plan	0.00	0.00	5790.00	9615.00	9540.00	2340.00	9287.00	7025.00	8751.99	15315.99	17503.99
1.2.3	ACARREO ADICIONAL DE TOPSOIL D= 3 Km DEPOSITO TOPSOIL MAMA OCLLO	m3-km	24.96%	300,000.00	Prog.	9750.00	13650.00	13650.00	32340.00	32340.00	32340.00	32340.00	32340.00	32340.00	32340.00	36570.00
			24.96%		Actual	0	0	17370	28845	28620	7020	27861	21075	26475		
			24.96%	255,506.94	Re Plan	0.00	0.00	17370.00	28845.00	28620.00	7020.00	27861.00	21075.00	26255.97	45947.97	52511.97
1.2.4	BMP MEDIOAMBIENTALES	Glb	4.51%	1.00	Prog.	3.25%	4.55%	4.55%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	12.19%
			4.51%		Actual	3.25%	4.55%	4.55%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	
			4.51%	1.00	Re Plan	3.25%	4.55%	4.55%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	12.19%
1.2.5	MANTENIMIENTO DE VÍAS	Glb	16.47%	1.00	Prog.	3.25%	4.55%	4.55%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	12.19%
			16.47%		Actual	3.25%	4.55%	4.55%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	
			16.47%	1.00	Re Plan	3.25%	4.55%	4.55%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%	12.19%

ANEXOS N° 03. Panel fotográfico de las actividades desarrolladas



ANEXOS N° 04. Actividades Secundarias del Proyecto

- Mantenimiento de vías



- Riego de vías

