

# FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTE EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022

*por* EDWAR PAUL ARENAS QUISPE

---

**Fecha de entrega:** 17-may-2024 10:22p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2382354040

**Nombre del archivo:** T036\_74230402\_T.docx (6.98M)

**Total de palabras:** 13484

**Total de caracteres:** 75886

**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SEGURIDAD Y GESTIÓN**

**MINERA**



**FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA**  
**PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTE**  
**EN LA EMPRESA FULMETAL DE**  
**AREQUIPA 2022**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. EDWAR PAUL ARENAS QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA**

**JULIACA - PERÚ**

2024

**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA

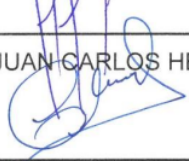
**FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA  
PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTE  
EN LA EMPRESA FULMETAL DE  
AREQUIPA 2022**


TESIS PRESENTADA POR:

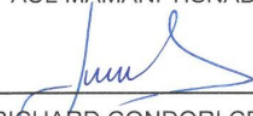
**Bach. EDWAR PAUL ARENAS QUISPE**

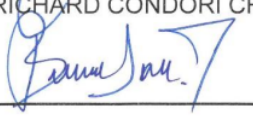
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE :   
M.Sc. JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA

PRIMER MIEMBRO :   
Dr. PAUL MAMANI TISNADO

SEGUNDO MIEMBRO :   
Dr. RICHARD CONDORI CRUZ

ASESOR DE TESIS :   
Dr. JUAN BENITES NORIEGA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS - P26



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
DECANATURA

**RESOLUCIÓN N° 007-2024-D-FIS-UANCV-J**

Juliaca, 23 de enero del 2024

**VISTOS:**

El expediente N° 2024-000384 (fecha y hora de sustentación), expediente N° 2024-00384 (Título), la RESOLUCIÓN N° 610-2023-D-FIS-UANCV que aprueba el Borrador de Tesis, la RESOLUCIÓN N° 006-2024-D-FIS-UANCV (cambio de jurado) y el DICTAMEN N° 414-2023-OI-VRI DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN presentado por el (la) bachiller, **ARENAS QUISPE, EDWAR PAUL** quien solicita FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS, titulado: **FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022** conducente a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA** por la modalidad de Sustentación de Tesis,

**CONSIDERANDO:**

Que, con Resolución N° 0827-2023-UANCV-CU-R se aprueba la ampliación de Sustentación de Tesis y/o examen de suficiencia para el mes de enero del 2024 y acorde al artículo 5° numeral 5.14 de la Ley Universitaria N° 30220 establece que las universidades se rigen por el principio del interés superior del estudiante.

Que es necesario dar cumplimiento a la Ley 30220 y sus modificatorias, al Estatuto Universitario y al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de Juliaca y de la Facultad de Ingeniería de Sistemas.

En uso de las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y, estando al informe de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad.

**SE RESUELVE:**

**PRIMERO.- NOMINAR JURADOS PARA LA SUSTENTACIÓN DE TESIS** del tema titulado: **FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022** presentado por el (la) bachiller: **ARENAS QUISPE, EDWAR PAUL**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA** habiéndose designado por sorteo a la siguiente terna de jurados:

- Presidente : M. SC. JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA
- 1er. Miembro : DR. PAUL MAMANI TISNADO
- 2do. Miembro : DR. RICHARD CONDORI CRUZ
- Asesor de Tesis : DR. JUAN BENITES NORIEGA

**SEGUNDO.- PROGRAMAR la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS** para el día **JUEVES , 25 DE ENERO DEL 2024** a horas **11:00 a.m.** hora exacta. El acto académico de sustentación virtual se llevará a cabo a través de la plataforma de video conferencia Cisco Webex Meetings.

**TERCERO.-** Realizada la Sustentación de Tesis, el Presidente de la terna de jurados levantará y firmará el Acta de Sustentación de Tesis, en el cual se consignará el resultado obtenido por el (la) Bachiller sustentante, del mismo modo firmaran los otros dos miembros de jurado y asesor de tesis, dando conformidad al acto.

**CUARTO.-** La Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería de Seguridad y Gestión Minera, el Jurado y el Presidente de la Comisión de Grados y Títulos, quedan encargados de dar cumplimiento a la presente Resolución.

Regístrese, Comunique y Archívese




UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
JULIACA  
M.Sc. Juan Carlos Herrera Miranda  
DECANO

C.c.  
Arch. 2024  
JCHM/A  
Distribución: Jurados, Interesado



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN N° 776-2023-D-FIS-UANCV

Juliaca, 17 de noviembre del 2023

**VISTOS;** el Expediente N° 2023-CU-05189 y el Acta de Aprobación de Borrador de Tesis de fecha 15 de noviembre del 2023 y la RESOLUCIÓN N° 610-2023-D-FIS-UANCV que aprueba el Perfil de Tesis de fecha 18 de octubre del 2023, presentado por el (la) Bachiller: **ARENAS QUISPE, EDWAR PAUL** con el tema titulado: **FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA**.

### **CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller **ARENAS QUISPE, EDWAR PAUL**, ha presentado su Borrador de Tesis titulado: **FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA**.

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV y el Presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, nominó como Jurados a los siguientes Docentes:

- Presidente : M. Sc. Juan Carlos Herrera Miranda
- 1er. Miembro : Dr. Paul Mamani Tisnado
- 2do. Miembro : Dr. Oscar Gonzalo Apaza Perez
- Asesor de Tesis : Mgtr. Jackeline Flores Apaza

Que, la terna de jurados ha aprobado en su integridad el Borrador de Tesis titulado: **FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022**.

Estando en la opinión favorable del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, en concordancia al Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV y en uso de las atribuciones que le concede la Ley Universitaria 30220, Ley de Creación de la UANCV 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto Modificado de la UANCV.

### **SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR EL BORRADOR DE TESIS**, presentado por el (la) Bachiller: **ARENAS QUISPE, EDWAR PAUL**, con el tema titulado: **FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022**, quedando apto para tramitar el Dictamen de Originalidad de Trabajo de Investigación y posteriormente solicitar la Fecha y Hora de Sustentación de Tesis previa presentación de los requisitos correspondientes según lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV, la misma que conducirá a la obtención del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA**

**ARTÍCULO SEGUNDO.-** La Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y el Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



Cc.  
Arch 2023  
JCHM/



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN Nº 610-2023-D-FIS-UANCV

Juliaca, 18 de octubre del 2023

**VISTOS**, el Expediente Nº CU-37008, y la copia del Acta de Aprobación de Perfil de Tesis de fecha 10 de octubre del 2023, para optar el Título Profesional de INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA, presentado por el (la) Bachiller: **ARENAS QUISPE, EDWAR PAUL** con el tema titulado: **FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022**.

### CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller **ARENAS QUISPE, EDWAR PAUL**, ha presentado su Perfil de Tesis titulado: **FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022**, para optar el Título Profesional de INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA.

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV y el Presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, nominó como Jurados a los siguientes Docentes:

- |                 |   |                                    |
|-----------------|---|------------------------------------|
| • Presidente    | : | M. Sc. Juan Carlos Herrera Miranda |
| • 1er. Miembro  | : | Dr. Paul Mamani Tisnado            |
| • 2do. Miembro  | : | Dr. Oscar Gonzalo Apaza Perez      |
| Asesor de Tesis | : | Mgr. Jackeline Flores Apaza        |

Que, la terna de jurados ha aprobado en su integridad el Perfil de Tesis titulado: **FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022**, procediendo con el levantamiento de Acta y firma de Aprobación correspondiente.

Estando en la opinión favorable del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, en concordancia al Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV y en uso de las atribuciones que le concede la Ley Universitaria 30220, Ley de Creación de la UANCV 23738 y Modificatoria Nº 24661 y el Estatuto Modificado de la UANCV.

### SE RESUELVE:

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR EL PERFIL DE TESIS**, presentado por el (la) Bachiller: **ARENAS QUISPE, EDWAR PAUL**, con el tema titulado: **FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTES EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022**, quedando apto para el desarrollo y presentación del Borrador de Tesis según lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV.

**ARTÍCULO SEGUNDO.-** La Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y el Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

ER: Ar  
T

Cc.  
Arch 2023  
JCHM/

### Metadatos complementarios - UANCV

<b>Título de la Tesis</b>	
FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTE EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	EDWAR PAUL ARENAS QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74230402
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0000-9027-1311">https://orcid.org/0009-0000-9027-1311</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	JUAN BENITES NORIEGA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06195745
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-3842-8435">https://orcid.org/0000-0003-3842-8435</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29606930
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	PAUL MAMANI TISNADO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01314987
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	RICHARD CONDORI CRUZ
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442917

<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS - P26
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>Departamento: Arequipa  Provincia: Arequipa  Distrito: Arequipa  Longitud oeste: -16.72224537698092,  Latitud sur: -49.30520578264214</p>  <p><b>URL:</b>  <a href="https://maps.app.goo.gl/RgMvv8riX1LS9WsCA">https://maps.app.goo.gl/RgMvv8riX1LS9WsCA</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Enero 2022 – diciembre 2023
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<b>Otras ingenierías, Otras tecnologías</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.00</a>  <b>Ingeniería de la construcción</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a>





DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EDWAR PAUL ARENAS QUISPE identificado con DNI

Nro. 74230402, en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional

Programa de Segunda Especialidad,

Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

**"FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTE EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022"**

Asesorado por: Dr. JUAN BENITES NORIEGA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca \_\_14\_\_ de abril del 2024

Firma del Asesor  
(obligatoria)

Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella

## DEDICATORIA

A mis padres, Luz y Viterbo, por ser mi fortaleza para cumplir este objetivo. A Zenaida Bedregal por siempre creer en mí y por el apoyo constante para la obtención de este título.

También a toda mi familia por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas brindándome aprendizajes a lo largo de este camino.

## AGRADECIMIENTO

<sup>6</sup>  
A mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

Agradezco a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, <sup>15</sup> quien me ha dado la oportunidad de conocer, explorar e incrementar mis conocimientos, competencias y herramientas para volverme el mejor profesional posible en mi rama y a cada directivo por su trabajo y por su gestión para la obtención de este título.

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	i
ÍNDICE DE TABLAS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN .....	vi
SUMMARY .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	viii

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA

1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	1
1.2. FORMULACION DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.2.1 Problema general .....	3
1.2.2 Problemas específicos .....	3
1.3. EXPOSICION DE LA JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTIFICA .....	3
1.3.1 Justificación teórica .....	4
1.3.2 Justificación práctica .....	4
1.3.3 Justificación social.....	4
1.3.4 Justificación ambiental .....	5
1.4. OBJETIVOS .....	6
1.4.1 Objetivo general .....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5. HIPÓTESIS .....	6
1.5.1 Hipótesis general.....	6
1.5.2 Hipótesis específicas .....	6
1.6. VARIABLES E INDICADORES .....	7
1.1.1 Variables independientes: .....	7
1.1.2 Variables dependientes: .....	7
1.6.1 Operacionalización de las variables .....	7

### CAPÍTULO II

#### EI MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio .....	10
2.1.1 A nivel internacional. ....	10

2.1.2 A nivel nacional .....	11
2.2. BASES TEÓRICAS .....	12
2.3. ENFOQUE TEÓRICO DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE .....	12
2.3.1 . Gestión del Tiempo en el Transporte de Minerales .....	12
2.3.2 Perforación .....	14
2.3.3 Optimización de Flotas de Transporte .....	16
2.3.4 Mantenimiento Preventivo en Flotas de Tractocamiones .....	18
2.3.5 Carga .....	21
2.3.6 Excavadoras .....	23
2.3.7 Cargadores .....	26
2.3.8 Transporte .....	28
2.3.9 Procesos de Desarrollo y Construcción en Minería Block Caving ...	30
2.3.10 Productividad horaria de la Flota de Transporte .....	33
2.3.11 Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) en Transporte de Mineral .....	35
2.3.12 Influencia de la carga promedio en la productividad del transporte .....	38
2.3.13 Influencia del DMT en la productividad del transporte .....	39
2.3.13 3.1.3Influencia de la velocidad media en la productividad del transporte .....	41
2.3.14 Pendiente de rampa .....	42
2.3.15 Variables que Impactan en la Productividad .....	44
2.4. MARCO CONCEPTUAL .....	47

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.5. Métodos de investigación .....	50
2.6. TIPOLOGÍA .....	50
2.7. NIVEL .....	50
2.8. DISEÑO .....	51
2.9. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	51
2.9.1 Población .....	51
2.9.2 Muestra .....	51
2.10. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	51
2.10.1 Técnicas .....	51

2.10.2 Instrumentos.....	51
2.11. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO .....	52
2.11.1 Validación de los instrumentos .....	52
2.11.2 Confiabilidad de los instrumentos.....	53
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS</b>	
2.12. Presentación, análisis e interpretación de los datos .....	54
2.13. DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....	59
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>
<b>APENDICES .....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables.....	8
Tabla 2 Distribución de horarios fijos en el período 2022/2023 .....	55
Tabla 3 Tiempos fijos de transporte de flota - Resumen Anual - Período de Lluvias.....	56
Tabla 4 Distribución de tiempos fijos de período seco.....	57

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Carga de pala mecánica .....	22
Figura 2 Carga de la excavadora .....	22
Figura 3 Excavadora hidráulica .....	25
Figura 4 Excavadora de cables .....	25
Figura 5 Pala mecánica y camión todoterreno 994 .....	27
Figura 6 Pendiente de rampa .....	43
Figura 7 - Pendiente de rampa con rejilla constante .....	44
Figura 8 Distribución de tiempos fijos por Estacionalidad Anual .....	58

## RESUMEN

<sup>7</sup> El presente estudio tiene como objetivo principal determinar la incidencia de los factores operacionales en la productividad de la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa durante el año 2022. Se trata de una <sup>7</sup> investigación aplicada de diseño no experimental, con un enfoque cuantitativo y nivel correlacional. La población objetivo está conformada por los 75 trabajadores de la empresa Fulmetal, y se utilizará una muestra intencionada estratificada para asegurar la representatividad de los diferentes subconjuntos. La técnica principal de recopilación de datos será la encuesta, utilizando un cuestionario que incluye una <sup>25</sup> escala de Likert para medir las percepciones de los empleados sobre los factores operacionales y su relación con la productividad. Además, se llevarán a cabo entrevistas para obtener insights más profundos y se realizará un análisis visual en el campo para evaluar aspectos visuales relevantes. La metodología garantiza la protección de los participantes, incluyendo la confidencialidad y el anonimato. Los datos recopilados se analizarán cuantitativamente, utilizando herramientas estadísticas de chi cuadrada para identificar correlaciones entre los factores operacionales y la productividad de la flota de transporte.

**PALABRAS CLAVE:** Factores, velocidad media, tiempos variables, distancia media de transporte, tiempos fijos, productividad, tiempo de maniobra, tiempo de carga.

## 18 ABSTRACT

The main objective of this study is to determine the incidence of operational factors on the productivity of the transportation fleet at the Fulmetal company in Arequipa during the year 2022. It is an applied research of non-experimental design, with a quantitative approach and level correlational. The target population is made up of the 75 workers of the Fulmetal company, and a stratified intentional sample will be used to ensure the representativeness of the different subsets. The main data collection technique will be the survey, using a questionnaire that includes a Likert scale to measure employee perceptions of operational factors and their relationship with productivity. In addition, interviews will be carried out to obtain deeper insights and a visual analysis will be carried out in the field to evaluate relevant visual aspects. The methodology guarantees the protection of participants, including confidentiality and anonymity. The data collected will be analyzed quantitatively, using chi-square statistical tools to identify correlations between operational factors and transportation fleet productivity.

**KEYWORDS:** Factors, average speed, variable times, average transport distance, fixed times, productivity, maneuver time, loading time.

## INTRODUCCIÓN

En el dinámico entorno empresarial de hoy, la eficiencia operativa de las flotas de transporte desempeña un papel fundamental en el éxito y la <sup>40</sup> competitividad de las empresas. En este contexto, la empresa Fulmetal de Arequipa se presenta como un caso de estudio relevante para comprender la incidencia <sup>1</sup> de los factores operacionales en la productividad de su flota durante el año 2022. Este estudio surge de la necesidad de abordar los desafíos inherentes a la gestión logística y de transporte, destacando la importancia de identificar y comprender los factores que impactan directa o indirectamente en el rendimiento de la flota.

Los factores operacionales, que engloban desde el mantenimiento de vehículos hasta la eficiencia en la planificación de rutas, desempeñan un papel esencial en la calidad y eficacia de los servicios de transporte. La eficiencia operativa no solo afecta la productividad de la flota, sino que también tiene implicaciones directas en la satisfacción del cliente, los costos asociados al transporte y <sup>16</sup> la competitividad de la empresa en el mercado.

El propósito de este estudio es analizar en profundidad los factores operacionales que afectan a la flota de transporte de Fulmetal y determinar su incidencia en la productividad durante el año 2022. Adoptando un enfoque cuantitativo y correlacional, esta investigación tiene como objetivo proporcionar una comprensión detallada de las relaciones entre estos factores y la eficiencia operativa de la flota.

A través de la aplicación de encuestas y entrevistas, se busca obtener datos directos de los trabajadores de Fulmetal, quienes, como parte integral de la operación, poseen perspectivas valiosas sobre la interacción entre los factores operacionales y la productividad. Este estudio no solo beneficiará a Fulmetal al ofrecer recomendaciones específicas para mejorar su gestión de flotas, sino que también contribuirá al conocimiento general sobre las mejores prácticas en la industria del transporte

Aspectos diversos incluidos en las actividades operativas mineras influyen en <sup>1</sup> la productividad de los equipos de perforación, carga, transporte y movimiento de tierras. Sin embargo, considerando la continua reducción de los precios de productos básicos minerales en el mercado global, asociado a <sup>27</sup> la crisis económica y a la reducción de las ventas de materias primas, hacen cada vez más importante maximizar el aumento de ganancias y márgenes, centrándose en aumentar la productividad.

Características intrínsecas ligadas a las estructuras mineras como ancho y drenaje de accesos, inclinación de rampas, radio de curvatura adecuado, factor de rodadura, así como detalles ligados al proceso operativo, como el posicionamiento del camión en los muelles de carga, el tiempo El gasto en cambio de turno y suministro de equipos, velocidad y carga promedio de los camiones, entre muchos otros, son aspectos operativos que requieren constante preocupación y disciplina por parte de los directivos. Los cambios, mejoras y ajustes a las estructuras y procesos operativos dan como resultado una mina más productiva y eficiente, capaz de generar buenos resultados, optimización de activos y recursos humanos. En la minería, así como en las más diversas

actividades industriales, el costo operacional final está asociado al conjunto de actividades necesarias para desarrollar el producto que se venderá. La gran mayoría de los costos son generados por la ejecución de procesos dentro de la empresa, y sus ventajas surgen de ejecutar estos procesos de manera más eficiente, siguiendo estándares estadísticos internacionales.

Asimismo, la diferenciación surge tanto por la elección de los procesos productivos como por <sup>50</sup> la forma en la que se ejecutan. Los procesos de producción son los factores clave de la ventaja competitiva. Por tanto, la ventaja o desventaja La competitividad de una organización resulta de la gestión y control de estos procesos.

Hoy, la regla de supervivencia de las empresas mineras es la reducción de los costos operativos asociados al aumento de la productividad de la actividad. De esta manera, el detalle y control del desempeño actividad por actividad se hizo más evidente en la gestión de rutinas.

En general, la viabilidad técnico-económica de una empresa minera, así como su salud operativa, requiere que procesos en constante cambio y mejora. Es decir, los sectores con resultados sostenibles y mejoras en su productividad son sectores más eficientes, con mejor uso de sus recursos y activos y que logran mejores resultados, teniendo por tanto mayores posibilidades de éxito.

En la distribución de gastos y costos operacionales dentro de las operaciones unitarias que comprenden los procesos de perforación, voladura, carga, transporte e infraestructura minera, el transporte representa alrededor del 45% en la distribución de este prorateo, es decir, todas y cada una de las ganancias

<sup>8</sup> en la productividad de la La flota de transporte es una gran oportunidad para reducir costes y/o aumentar la producción.

Actualmente, en las minas de Arequipa , la productividad de la flota de transporte está influenciada por el 38% de la carga promedio, el 30% de los tiempos variables en velocidad llena y vacía, el 19% en DMT (distancia promedio de transporte) y el último 13% en los tiempos fijos que componen el ciclo de transporte (cola de carga, tiempo de maniobra, tiempo de carga, cola de vuelco y tiempo de vuelco). No menos importante, los tiempos fijos merecen la atención de quienes trabajan <sup>17</sup> en la gestión de los procesos de carga y transporte en la operación.

Desde la perspectiva de reducir desperdicios y mejorar la gestión de procesos, que pueden aumentar la productividad de las actividades y/o reducir costos, los tiempos fijos son el foco de este estudio. Otro motivo para elegir el estudio para centrarse en la gestión y optimización de estos tiempos es la gran cantidad de trabajos desarrollados y publicados dirigidos a la carga media y velocidad media de la flota de transporte y siendo el DMT una variable relacionada con la elaboración de los planes mineros. La falta de trabajos publicados relacionados con el tiempo fijo representa una gran oportunidad para el desarrollo y maduración de este tema frente a estos otros indicadores.

Por tanto, para <sup>1</sup> determinar la influencia real de los tiempos fijos en la productividad horaria de la flota de transporte, es imprescindible analizar las pérdidas en los tiempos y ciclos realizados por los equipos de carga y transporte, mejorar y optimizar procesos y actividades, así como reciclar, formar, controlar a los operadores y sus respectivas actividades.

## <sup>2</sup> CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En el <sup>28</sup> ámbito altamente competitivo de la gestión logística y transporte, la eficiencia operativa de las flotas de vehículos emerge como un <sup>22</sup> componente crucial para el éxito y sostenibilidad de las empresas. La empresa Fulmetal, con sede en Arequipa, se enfrenta a un escenario desafiante en el año 2022, donde la optimización de sus operaciones de transporte se presenta como un imperativo estratégico.

Aunque Fulmetal ha mantenido una posición destacada <sup>43</sup> en el mercado, la dirección de la empresa ha identificado una serie de desafíos relacionados con la productividad de su flota de transporte. La complejidad de los factores operacionales involucrados, desde el mantenimiento de vehículos hasta la eficiencia en la planificación de rutas, ha generado incertidumbre en cuanto a su incidencia en el rendimiento global de la flota.

La falta de una comprensión detallada sobre cómo estos factores operacionales influyen en la productividad puede resultar en ineficiencias, costos adicionales y, potencialmente, en la insatisfacción de los clientes. Además, el desconocimiento de cómo el rendimiento de la flota de Fulmetal se compara <sup>9</sup> con los estándares y las mejores prácticas de la industria podría limitar la capacidad de la empresa para adaptarse y mejorar continuamente.

<sup>38</sup> La situación se complica aún más por la creciente demanda de servicios logísticos eficientes y la necesidad de cumplir con <sup>54</sup> expectativas cada vez más altas por parte de los clientes. Ante este panorama, la empresa se encuentra en una encrucijada estratégica, buscando comprender a fondo <sup>1</sup> los factores operacionales que impactan en la productividad de su flota para implementar medidas correctivas y optimizar sus operaciones.

En este contexto, surge <sup>12</sup> la necesidad urgente de llevar a cabo una investigación exhaustiva que aborde la siguiente interrogante: <sup>1</sup> ¿Cuál es la incidencia de los factores operacionales en la productividad de la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa durante el año 2022? Resolver esta problemática no solo beneficiará a Fulmetal, sino que también contribuirá al conocimiento general en el campo de la gestión logística y transporte, brindando perspectivas valiosas para la toma de decisiones informadas y estratégicas en el sector.

## 1.2. FORMULACION DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.2.1 Problema <sup>1</sup> general

¿ Determinar la incidencia de los factores operacionales y su incidencia en la productividad de la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022?

### 1.2.2 Problemas específicos

1. ¿ Analizar los diferentes factores operacionales que afectan directa o indirectamente a la flota de transporte en la empresa Fulmetal?

2. ¿ Determinar cómo estos factores operacionales impactan <sup>8</sup> en la productividad de la flota de transporte de la empresa?

3. ¿ Contrastar <sup>1</sup> el rendimiento de la flota de transporte de Fulmetal <sup>9</sup> con los estándares y mejores prácticas de la industria del transporte en el año 2022 en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022?

## <sup>2</sup> 1.3. EXPOSICION DE LA JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTIFICA

La realización de esta investigación surge de la necesidad imperante de comprender y abordar <sup>29</sup> los desafíos que enfrenta la empresa Fulmetal en relación con la eficiencia operativa de su flota de transporte durante el año 2022. La importancia de esta investigación se basa en varios aspectos que destacan su relevancia en el contexto empresarial y logístico.

### 1.3.1 Justificación teórica

La investigación propuesta encuentra su justificación teórica en la contribución al cuerpo de conocimientos existentes <sup>28</sup> en el ámbito de la gestión logística y transporte. Al abordar <sup>1</sup> la relación entre los factores operacionales y la productividad de la flota, se busca enriquecer las teorías existentes sobre eficiencia operativa, proporcionando una comprensión más profunda de cómo estos factores se entrelazan en un contexto empresarial específico. La investigación también puede ofrecer insights que respalden o desafíen las teorías previas, fomentando así el desarrollo continuo del conocimiento <sup>37</sup> en este campo.

### 1.3.2 Justificación práctica

Desde una perspectiva práctica, esta investigación tiene el propósito de ofrecer a la empresa Fulmetal información específica y aplicable que pueda ser utilizada para mejorar sus operaciones. Los resultados obtenidos permitirán identificar áreas de oportunidad, implementar cambios estratégicos y tomar decisiones informadas. Esta aplicabilidad práctica es esencial para el crecimiento y la sostenibilidad de Fulmetal en un entorno empresarial dinámico y competitivo

### <sup>7</sup> 1.3.3 Justificación social

Desde el punto de vista social, la investigación busca contribuir al bienestar de la comunidad empresarial y laboral. Al mejorar la eficiencia operativa de Fulmetal, se pueden generar impactos

positivos en los trabajadores, ya que operarán en un entorno más efectivo y eficiente. Además, la satisfacción del cliente, impulsada por mejoras en la productividad, puede tener un impacto positivo en la sociedad al brindar servicios logísticos más confiables y eficientes.

#### **1.3.4 Justificación ambiental**

En términos ambientales, la investigación busca fomentar prácticas sostenibles en el sector del transporte. Una flota de transporte más eficiente no solo beneficia a la empresa en términos de costos y productividad, sino que también puede reducir la huella ambiental al disminuir los tiempos de entrega, optimizar rutas <sup>41</sup> y, por ende, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Contribuir a prácticas más sostenibles es esencial dada la creciente conciencia y preocupación por el impacto ambiental de las operaciones empresariales.

En conjunto, la justificación teórica respalda el avance del conocimiento en el campo, la justificación práctica busca mejorar las operaciones específicas de Fulmetal, la justificación social busca beneficios para la comunidad laboral y empresarial, y la justificación ambiental aboga por prácticas más sostenibles en el sector del transporte. Estas dimensiones se entrelazan para respaldar una investigación integral y significativa

20

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo general

Determinar la incidencia de los factores operacionales y su incidencia en la productividad de la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022.

47

### 1.4.2 Objetivos específicos

1. Analizar los diferentes factores operacionales que afectan directa o indirectamente a la flota de transporte en la empresa Fulmetal.
2. Determinar cómo estos factores operacionales impactan en la productividad de la flota de transporte de la empresa.
3. Contrastar el rendimiento de la flota de transporte de Fulmetal con los estándares y mejores prácticas de la industria del transporte en el año 2022 en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022.

## 1.5. HIPÓTESIS

### 1.5.1 Hipótesis general

La incidencia de los factores operacionales y su incidencia en la productividad es alta en la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022.

### 1.5.2 Hipótesis específicas

1. Los diferentes factores operacionales que afectan directa o indirectamente a la flota de transporte en la empresa Fulmetal es el mantenimiento de Vehículos.
2. Los factores operacionales que impactan en la productividad de la flota de

transporte de la empresa es la eficacia operativa.

3. El rendimiento de la flota de transporte de Fulmetal con los estándares y mejores prácticas de la industria del transporte en el año 2022 es regular en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022.

## 1.6. VARIABLES E INDICADORES

### 1.1.1. Variables independientes:

Factores operacionales.

### 1.1.2. Variables dependientes:

Productividad.

### 1.6.1 Operacionalización de las variables

El cuadro siguiente muestra la operacionalización de las variables, juntamente con las dimensiones, y sus respectivos indicadores, también esta los instrumentos empleados para recolección de datos y la escala de medición para cada una de las 26 preguntas que se empleó para determinar los resultados de la investigación:

Tabla 1 Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Factores operacionales	Los "factores operacionales" se refieren a los diversos elementos y condiciones que influyen directa o indirectamente en la operación y funcionamiento de una entidad o sistema	<p>Recursos Humanos: La capacitación y competencia del personal, la rotación de conductores y la gestión de equipos.</p> <p>Mantenimiento de Vehículos: La frecuencia y calidad de los mantenimientos preventivos, así como la eficacia de los servicios de reparación.</p> <p>Eficiencia Operativa: La optimización de las operaciones diarias, el uso eficiente de rutas y la gestión del tiempo de entrega.</p> <p>Gestión de Flota: La edad y disponibilidad de los vehículos, así como la capacidad para gestionar la flota de manera eficaz.</p> <p>Tecnología y Sistemas de Información: La implementación de tecnologías como sistemas de rastreo y monitoreo, así como la integración de sistemas de gestión de flotas</p>	<p>Frecuencia y calidad de los mantenimientos preventivos.</p> <p>Tiempo promedio de reparación de vehículos.</p> <p>Índice de averías y fallos técnicos.</p>
Productividad.	La "productividad"	Productividad Laboral: Relaciona la producción o rendimiento con la cantidad de trabajo empleado.	Tiempo de entrega promedio.

	<p>19</p> <p>se refiere a la medida de la eficiencia con la que se utilizan los recursos para producir bienes o servicios</p>	<p>Puede medirse en términos de productos manufacturados por hora de trabajo, por ejemplo.</p> <p>Productividad del Capital: Evalúa la eficiencia en el uso del capital financiero. Puede medirse en términos de rendimiento financiero por inversión, como ingresos por cada dólar invertido.</p> <p>Productividad del Tiempo: Mide la eficiencia en el uso del tiempo. Puede evaluarse en términos de unidades producidas por unidad de tiempo o la rapidez con que se completan tareas específicas.</p> <p>Productividad Total de los Factores (PTF): Considera la eficiencia global al combinar múltiples factores de producción. Es una medida más completa que abarca el uso eficiente de todos los recursos.</p>	<p>Uso eficiente de rutas.</p> <p>Nivel de cumplimiento de los plazos de entrega.</p> <p>Porcentaje de cumplimiento de las rutas planificadas</p>
--	---	---	---

2  
Fuente: Elaboración del investigador

## CAPÍTULO II

### EL MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio

##### 2.1.1 A nivel internacional.

Condori (2017). Tesis de pregrado titulada "Optimización del Sistema de Acarreo en Mina Subterránea para Mejorar Eficiencia y Productividad en E. E. NCA Servicios Mina Morococha" El investigador busca evaluar y proponer un plan de optimización de la flota de acarreo en una mina subterránea con el objetivo de simplificar su aplicación, reducir la variabilidad en los tiempos y aumentar la productividad. Esto se logrará mediante el análisis de Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) que conducirán a obtener un beneficio mejorado o una relación de costo US\$/tm-km.

Quesada (2015) Tesis de pregrado con el título "Análisis de Factores Operacionales y su Impacto en la Producción de Volquetes Volvo FMX 6X4 en NCA Servicios de la Minera Argentum". El investigador tiene como meta identificar la función matemática óptima que describa

de manera precisa el modelo de producción por guardia-ruta, considerando la influencia de los factores operacionales en el proceso de extracción de mineral y desmonte mediante una flota de volquetes 6 X 4 en la operación minera subterránea estudiada.

Robles(2020) Tesis de pregrado titulada "Efecto de Factores Operacionales en la Productividad de Volquetes Volvo FMX 8 X 4 en la Extracción de Mineral y Desmonte en una Operación Subterránea". El investigador tiene como propósito desarrollar modelos estadísticos que evidencien la relación entre la producción y el factor operador. Además, se examina la influencia del equipo en la producción y se analiza la relación con las condiciones del terreno.

### 5 2.1.2 A nivel nacional

Martínez (2018) Tesis de pregrado titulada "Mejora de la Producción mediante la Eficiente Gestión del Tiempo en el Transporte de Mineral en el Sector Nicole, Concesión Minera Esperanza II, Empresa Minera Minecsa, Zaruma-Ecuador" . El investigador busca incrementar la producción al aplicar una gestión eficaz del tiempo en el transporte de mineral, con el objetivo de acelerar el ritmo de producción.

Moreno (2019) Tesis de pregrado con el título "Elaboración de un Plan de Mantenimiento para una Flota de Tractocamiones basado en Requisitos Contextuales Operativos". El investigador tiene como meta desarrollar un programa de mantenimiento preventivo para la flota de tractocamiones. Esto se logrará mediante la consulta de manuales del

fabricante, la experiencia del personal y la capacidad operativa, así como analizando el desempeño de estos equipos en empresas similares, con el propósito de reducir <sup>1</sup>paradas no programadas.

ORGE (2022) Tesis de pregrado que lleva como título "Optimización de los Procesos de Desarrollo y Construcción en Minería Block Caving: Estudio de Caso en Mina El Teniente, Codelco Chile". El investigador tiene como objetivo mejorar la eficiencia de los procesos de desarrollo y construcción, centrándose en la gestión y seguridad del proyecto. Se reconoce que estos aspectos son críticos y posiblemente más relevantes que las consideraciones técnicas en el contexto minero de block caving.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

El presente estudio se enmarca <sup>29</sup>en una sólida base teórica que aborda los conceptos fundamentales relacionados con la gestión logística y el transporte de minerales, centrándose en la optimización de procesos y la mejora de la productividad. A continuación, se presentan las principales áreas temáticas que guían esta <sup>2</sup>investigación.

## 2.3. ENFOQUE TEÓRICO DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

### 2.3.1 . Gestión del Tiempo en el Transporte de Minerales

La gestión eficiente del tiempo en el transporte de minerales es un componente crítico para optimizar la cadena logística y mejorar la productividad en la industria minera. Esta área se fundamenta en

diversas teorías y prácticas que abordan la importancia de una planificación y ejecución temporal precisa en cada fase del proceso de transporte. Algunos elementos clave a considerar incluyen:

#### 1. Planificación de Rutas y Coordinación:

La teoría destaca la necesidad de una cuidadosa planificación de rutas, considerando factores como la distancia, el tipo de terreno y las condiciones climáticas. La coordinación efectiva entre diferentes etapas del transporte, desde la carga hasta la descarga, es esencial para minimizar tiempos muertos y maximizar la eficiencia operativa.

#### 2. Tecnologías de Gestión de Flotas:

Las teorías modernas de gestión del tiempo se apoyan en tecnologías avanzadas de seguimiento y monitoreo. Sistemas de posicionamiento global (GPS), sensores de carga y software de gestión de flotas permiten un seguimiento <sup>27</sup> en tiempo real, facilitando la toma de decisiones informada y la optimización continua de las rutas y operaciones.

#### 3. Estrategias de Carga y Descarga Eficientes:

La gestión del tiempo se relaciona estrechamente con estrategias eficientes de carga y descarga. Teorías en este ámbito exploran métodos para reducir los tiempos de manipulación de carga, minimizando las demoras en los puntos de carga y descarga mediante la implementación de procesos optimizados y la adopción de tecnologías modernas.

#### 4. Análisis de Indicadores de Tiempo de Ciclo:

La medición y análisis <sup>23</sup> de indicadores clave de rendimiento (KPI) relacionados con el tiempo son esenciales. Teorías en este campo abordan la importancia de evaluar y mejorar continuamente indicadores como el tiempo de ciclo total, tiempo de espera en la carga, y tiempo de descarga. Estos análisis ofrecen una visión detallada <sup>16</sup> de los cuellos de botella y oportunidades de mejora.

#### 5. Estrategias de Reducción de Tiempos de Espera:

Las teorías de gestión del tiempo resaltan la necesidad de estrategias efectivas para reducir los tiempos de espera, ya sea en colas de carga o en instalaciones de descarga. Esto implica implementar prácticas como la programación precisa de llegadas y salidas, así como la coordinación efectiva con otras operaciones mineras y puntos logísticos.

### 2.3.2 Perforación

Es el acto de perforar agujeros en un área determinada, según una grilla preestablecida, dependiendo de varias variables del campo. Estos pozos serán cargados con material explosivo para su posterior detonación. La voladura es necesaria para convertir la roca en fragmentos más pequeños para ser transportados o excavado con el equipo disponible.

La fragmentación de minerales y residuos es el objetivo principal del proceso de desmantelamiento y no puede influir en el desempeño de las actividades de carga.

y operaciones de transporte y trituración.

De esta forma, es deseable obtener fragmentación donde no exista exceso de material fino o cantos rodados (bloques de gran diámetro), y es importante que el plan de incendio sea evaluado antes de cada desmantelamiento, de acuerdo con las Características geológicas del material a desmantelar.

La operación de carga está muy influenciada por la eficiencia y eficacia de las actividades de perforación y voladura. En otras palabras, un plan contra incendios bien diseñado que considere todos los aspectos prácticos y teóricos aumenta la probabilidad de fragmentación de manera coherente y compatible con los equipos de carga, así como en el proceso de conminución.

Es posible comparar el desempeño de cada proceso individualmente y establecer ganancias en la cadena productiva, es decir, mayor gasto en el proceso de perforación y voladura, en consecuencia, puede aumentar la productividad de procesos de carga y transporte.

Este análisis requerirá que se verifiquen los costos de cada componente minero, lo que incluye un estudio de perforación, voladura, carga, transporte y trituración (Sharma, 2021).

Si la fragmentación de las rocas está muy lejos de ser ideal, la El rendimiento del equipo y las operaciones pueden verse afectados.

Mientras que los costos de perforación y voladura tienen una curva decreciente, es decir, sus costos se reducen con el aumento del tamaño de los fragmentos, las operaciones de carga y transporte

muestran el comportamiento opuesto, es decir, Sí, sus costos han aumentado.

Es esencial encontrar un equilibrio de costos entre los procesos de perforación y voladura y de acarreo y transporte, donde el primer impacto positivo medirse con fragmentación ideal.

Siendo la base para el correcto procedimiento de desmantelamiento de rocas utilizando explosivos en minería, el plan de incendio proporciona la información necesaria para realizar mejor esta tarea.

Las variables que se deben considerar al elaborar un plan contra incendios dependen del método de extracción y capacidad de trituración y equipos utilizados, condiciones geológicas (tipo de roca, fracturas, discontinuidades, etc.), condiciones ambientales (zonas urbanas, presencia de cuevas y cuevas, Areas de conservación, etc.), explosivos y accesorios disponibles.

El plan contra incendios define los parámetros para el desmantelamiento de una determinada masa de material mediante el uso de explosivos, considerando la calidad y costo del desmantelamiento, así como los aspectos sociales y ambientales de la zona. de influencia

### 2.3.3 Optimización de <sup>24</sup> Flotas de Transporte

La optimización de flotas de transporte es un proceso estratégico fundamental en la gestión logística que busca maximizar la eficiencia y la productividad de los vehículos utilizados para la

movilización de bienes, en este caso, minerales. Este concepto se apoya en diversas teorías y enfoques que abordan la mejora continua de la operación de la flota. Algunos aspectos clave que se exploran en el ámbito de la optimización de flotas incluyen:

#### 1. Planificación de Rutas Eficientes:

Las teorías de optimización de flotas resaltan la importancia de la planificación de rutas eficientes. Se busca minimizar las distancias recorridas, evitar tráfico innecesario y optimizar la secuencia de entregas. Enfoques basados en algoritmos de optimización y análisis de datos contribuyen a diseñar rutas que ahorren tiempo y recursos.

#### 2. Gestión de la Capacidad de Carga:

Teorías en este campo se centran en cómo maximizar la capacidad de carga de los vehículos. Esto implica la selección adecuada de vehículos según las necesidades de carga, así como la implementación de prácticas eficientes de carga y descarga. La optimización de la capacidad contribuye a reducir el número de viajes necesarios y, por ende, a mejorar la eficiencia.

#### 3. Mantenimiento Preventivo:

La teoría de optimización de flotas destaca la importancia del mantenimiento preventivo. Se busca implementar programas sistemáticos que minimicen las interrupciones no planificadas, prolongando <sup>24</sup> la vida útil de los vehículos y reduciendo los costos asociados con reparaciones imprevistas.

#### 4. Adopción de Tecnologías Avanzadas:

La teoría enfatiza <sup>10</sup> la integración de tecnologías avanzadas, como sistemas de gestión de flotas, sensores de telemetría y GPS. Estas herramientas permiten <sup>10</sup> un monitoreo en tiempo real, facilitando la toma de decisiones informada y contribuyendo a la optimización continua de las operaciones.

#### 5. Análisis de Datos y KPI:

Teorías en la optimización de flotas abogan <sup>14</sup> por la recopilación y análisis constante de datos operativos. Indicadores clave de rendimiento (KPI) como eficiencia de combustible, tiempos de entrega y utilización de vehículos proporcionan <sup>32</sup> información valiosa para la toma de decisiones estratégicas y la identificación de áreas de mejora.

#### 6. Gestión de Personal y Entrenamiento:

La teoría considera la importancia de una gestión eficiente del personal. Esto implica la asignación adecuada de conductores, capacitación continua y una comunicación efectiva. Un personal bien gestionado y capacitado contribuye significativamente a la operación óptima de la flota.

### 2.3.4 Mantenimiento Preventivo en Flotas de Tractocamiones

El mantenimiento preventivo en flotas de tractocamiones es una estrategia clave que busca maximizar la confiabilidad y vida útil de los vehículos, minimizando las interrupciones no planificadas y reduciendo los costos asociados con reparaciones imprevistas. Este enfoque se apoya en diversas teorías y prácticas que buscan mantener los vehículos en condiciones óptimas de funcionamiento.

Algunos aspectos fundamentales que se exploran en este contexto son:

1. Programación de Mantenimientos Regulares:

Las teorías de mantenimiento preventivo resaltan la importancia de establecer un programa regular de mantenimientos. Esto incluye inspecciones rutinarias, cambios de aceite, verificación de sistemas eléctricos, y otras acciones planificadas. La programación sistemática contribuye a prevenir fallas y a mantener la eficiencia operativa.

2. Seguimiento de Manuales del Fabricante:

La teoría destaca la importancia de seguir las recomendaciones y directrices proporcionadas por los manuales del fabricante de los tractocamiones. Estos manuales ofrecen pautas específicas para el mantenimiento preventivo, incluyendo intervalos recomendados para servicios, especificaciones de lubricantes y detalles técnicos cruciales.

3. Experiencia del Personal Técnico:

Las teorías en este campo reconocen el valor de la experiencia del personal técnico. La habilidad <sup>45</sup> para identificar posibles problemas antes de que se conviertan en fallas mayores es esencial. La combinación de la experiencia con la formación técnica continua contribuye a un mantenimiento preventivo eficaz.

4. Capacidad Operativa:

Teorías de mantenimiento preventivo consideran la capacidad operativa de los tractocamiones. Esto implica evaluar la carga de

trabajo de cada vehículo y ajustar los programas de mantenimiento según su uso específico. La capacidad operativa personalizada contribuye a una gestión de flota más eficiente.

#### 5. Estudio del Comportamiento en Empresas Similares:

La teoría aborda la relevancia de estudiar el comportamiento de los tractocamiones en empresas similares. Comprender cómo se desempeñan los vehículos en condiciones y entornos comparables permite ajustar estrategias de mantenimiento a las particularidades del entorno operativo.

#### 6. Reducción de Paradas No Programadas:

El objetivo fundamental de las teorías de mantenimiento preventivo es reducir al máximo las paradas no programadas. Al minimizar las fallas imprevistas, se optimiza la disponibilidad de la flota y se evitan costos adicionales asociados con tiempos de inactividad no planificados.

#### 7. Implementación de Tecnologías de Diagnóstico:

La teoría considera la implementación de tecnologías avanzadas de diagnóstico. Sensores y sistemas modernos de monitoreo permiten una detección temprana de posibles problemas, facilitando intervenciones preventivas antes de que se conviertan en problemas significativos.

En resumen, el mantenimiento preventivo en flotas de tractocamiones se basa en teorías que buscan la optimización continua de los vehículos. Desde la programación regular de mantenimientos hasta el seguimiento de manuales del fabricante y la

implementación de tecnologías avanzadas, estos enfoques teóricos se combinan para garantizar la fiabilidad y eficiencia operativa de la flota

### **2.3.5 Carga**

Una de las funciones principales de este equipo, en la rutina operativa, es abastecer a las unidades de transporte utilizando material previamente desmantelado y fragmentado para ser transportado, cumpliendo con los límites de capacidad de los equipos de carga y transporte.

La operación de carga (Figuras 1 y 2) se puede dividir en tres movimientos principales. El primer movimiento de avance del cucharón hasta el contacto con el material en el frente minero se denomina “aproximación”. En el segundo movimiento, se levanta y llena el cubo, lo que se denomina “levantamiento”. El tercer movimiento, denominado “giro/descarga”, se produce con el desplazamiento lateral del cucharón lleno hacia el volquete del camión, donde se producirá la carga descarga del material (Hustrulid, 1999).

Según Özdemir (2007), todavía se pueden identificar otros dos movimientos, estos son: vaciar el cubo y girar con el cubo vacío. El ciclo completo de carga comienza con el llenado y finaliza cuando el cucharón regresa vacío al punto de partida.



*Figura 1 Carga de pala mecánica*



*Figura 2 Carga de la excavadora*

La productividad de los equipos se mide según el número de ciclos realizados en un tiempo determinado y según la capacidad del

equipo. Por lo tanto, se debe tener en cuenta la granulometría del desmantelamiento de los frentes mineros, la cantidad y posicionamiento de los camiones en relación con los equipos de carga y la habilidad y desempeño de los operadores, haciendo que el tiempo del ciclo se minimiza la carga del equipo.

Los equipos de carga más comunes en la minería son siguiente:

- Cargadores;
- Excavadoras hidráulicas y de cable;
- Mototraíllas (carga y transporta automáticamente cuando el material está no muy consistente);

La elección del tipo y modelo de equipo de carga más adecuado para un determinado servicio minero depende de factores como:

- Producción deseada;
- Naturaleza del material;
- Resistencia del suelo a la compactación;
- Condiciones topográficas;
- Calidad de la mano de obra disponible;

Disponibilidad financiera, etc.

### **2.3.6 Excavadoras**

Una excavadora es un equipo que funciona prácticamente estacionado fijado en el frente minero. Este equipo se utiliza en minería para excavar material "in situ" y posteriormente cargar unidades de

transporte. Están montados sobre orugas o zapatas hidráulicas y tienen accionamiento eléctrico y/o diésel.

Son equipos de estructura robusta y muy adecuados para excavaciones de material duro y resistente, tienen un bajo costo de operación considerando su larga vida laboral.

La excavación se realiza directamente mediante el cucharón frontal, el cual es accionado mediante cables de acero y/o cilindros hidráulicos, con un fondo al final del cucharón.

Móvil para descarga del material.

Dependiendo del tipo de cucharón y excavación, las excavadoras (Figuras 3 y 4) recibir los siguientes nombres:

- a) Excavadora de pala o cangilón frontal (hidráulica o de cable);
- b) Línea de arrastre o excavadora arrastrada;
- c) Retroexcavadora;
- d) Retroexcavadora o retroexcavadora.

La excavadora tiene poca flexibilidad en su operación, es decir, es un equipo que trabaja más fijo en el frente minero, realizando excavaciones y cargando camiones.



Figura 3 Excavadora hidráulica



Figura 4 Excavadora de cables

Las excavadoras eléctricas requieren una distribución cuidadosa

Gestión de cables eléctricos y de línea.

Para elegir la mejor y más adecuada excavadora, por regla general se debe cargar un camión con 3 a 5 pasadas, sin embargo no es una regla fija y varía dependiendo del tipo de material. para ser cargado

### **2.3.7 Cargadores**

Son equipos montados sobre neumáticos u orugas y normalmente funcionan con diésel o diésel-eléctrico. Estas máquinas tienen la versatilidad de poder trabajar con cazos de varios tamaños.

Clasificada en las categorías de maquinaria pesada, la cargadora de ruedas es bastante eficiente en los diversos aspectos de la construcción civil y la minería.

Esta máquina es muy utilizada para carga de objetos, terrenos, minerales, entre otros. También se utiliza en excavaciones de terrenos y movimientos de tierras.

Existen dos tipos de cargadoras, las que funcionan sobre ruedas y las que funcionan sobre orugas.

El cargador de ruedas se utiliza para servicios donde el lugar debe estar seco, firme, nivelado y libre de intemperie para que la máquina pueda desplazarse. en silencio.

El cargador de orugas no necesita la misma preocupación en el lugar donde se utilizará, ya que tiene mayor adherencia al suelo y estabilidad.

La principal razón para elegir y seleccionar cargadores de ruedas (Figura 5) sobre neumáticos u orugas se basa en la movilidad y flexibilidad en operaciones en diferentes bancos y donde es

necesaria la mezcla de materiales. Sin embargo, es importante resaltar que los costos de operación de este equipo son mayores en comparación con las excavadoras hidráulicas y de cable, por lo que su optimización dentro de los escenarios mineros es fundamental.

Sin embargo, para mantener una alta productividad y no sobrepasar los límites del equipo, es importante que el frente minero tenga un tamaño de partícula adecuado y sea compatible con el equipo de carga. La elección y definición del mejor y más apropiado plan contra incendios es la primera preocupación dentro de las operaciones de la unidad que debe analizarse y elaborarse. Para correlacionar parámetros geológicos.



*Figura 5 Pala mecánica y camión todoterreno 994*

### **2.3.8 Transporte.**

En minas y servicios mineros, el transporte de material desmantelado requiere equipos rápidos, productivos, flexibles y rentables operativa por tonelada movida competitiva.

En la gran mayoría de las minas, las distancias a recorrer se consideran altas, ya que la ubicación de las trituradoras primarias y depósito de Los dispositivos de eliminación de residuos se montan y ubican fuera de los límites del depósito.

Por otro lado, hay algunos casos en los que algunas instalaciones están implementada dentro de los límites del depósito, denominada "BSM" (trituración semimóvil), reduciendo así las distancias a recorrer. Sin embargo, podrá perder temporalmente parte del mineral a extraer en la región instalada hasta su la reubicación es posible.

De cada frente de trabajo a cada destino de las respectivas cargas transportados hasta los trituradores o depósito estéril, es importante conocer con cierta precisión el tiempo del ciclo (tiempo de ida y vuelta), las pendientes máximas a superar por el equipo de transporte, los tiempos de carga, maniobras, así como la presión de los neumáticos ejercida en los accesos operativos.

La mayor producción de minerales y desechos en una mina es consecuencia de una mejor sincronización de las variables operativas entre las unidades de transporte y los equipos de carga. Es decir, buscar una mayor productividad entre flotas significa buscar la mejor optimización entre ellas, considerando distancias entre origen y

destino, tiempos de ciclo, masas transportadas, densidades de diferentes tipos de material y otras variables.

De esta manera, el tipo, tamaño, cantidad y <sup>1</sup>productividad de los equipos de transporte dependen del ritmo de producción, ancho de accesos y frentes mineros, radio de curvatura, diferencia de nivel entre diferentes orígenes y destinos, densidad de mineral y residuos mineros, factor de ampollas y dureza, resistencia a excavación, entre otras características.

## 2.2. Equipo auxiliar

Equipo auxiliar es aquel que tiene como función principal brindar las mejores condiciones operativas a otros equipos mineros. No quiere decir que sean menos importantes, el desempeño de cada uno es fundamental y ellos también terminan siendo responsables, no de la producción en sí, sino de la búsqueda de lo mejor.

condiciones y más adecuadas para la producción.

Este equipo está destinado especialmente a servicios de acabado, es decir, realizan operaciones para adecuar el terreno a los taludes finales del proyecto.

Las principales características de estos equipos son la gran movilidad de la hoja de corte y su precisión de movimientos, permitiendo su posicionamiento en las más diversas situaciones, además son capaces de realizar tracción al cortar terreno y empujar grandes cantidades de material.

Los servicios de apoyo tienen un objetivo similar a las operaciones de movimiento de tierras, que es brindar condiciones adecuadas para el desarrollo de procesos posteriores, pero su naturaleza se diferencia en que no se basan en el movimiento de materiales.

Se consideran servicios de apoyo a la minería los siguientes:

- La bajada del nivel del agua (NA);
- Instalación de redes eléctricas y paneles para alimentar equipos y instalaciones;
- Señalización minera (accesos, bancas, normas de tránsito, etc.);
- Mojar caminos de acceso y terraplenes en fosos y montones de desechos;

Todos los servicios de apoyo son de fundamental importancia para garantizar la ejecución del plan minero de la forma más sostenible (económica y ambientalmente) y lo más seguro posible

### 2.3. <sup>1</sup> **Procesos de Desarrollo y Construcción en Minería Block Caving**

La minería block caving se caracteriza por su enfoque innovador en la extracción de minerales, y los procesos de desarrollo y construcción desempeñan un papel crucial en el éxito de estas operaciones. Este marco teórico se sumerge en las teorías y prácticas que guían el diseño, implementación y gestión de los procesos

específicos relacionados con la minería block caving. Algunos aspectos fundamentales que aborda este marco son:

#### 1. Optimización de la Secuencia de Extracción:

Teorías en este ámbito se centran en la optimización de la secuencia de extracción en minería block caving. Se exploran estrategias para determinar el orden más eficiente para extraer los bloques de mineral, maximizando la recuperación y minimizando el desperdicio.

#### 2. Diseño de Cámaras y Galerías:

La teoría aborda el diseño óptimo de cámaras y galerías para la extracción de bloques en minería block caving. Considera factores como la estabilidad estructural, la eficiencia en la extracción y la seguridad operativa. Se examinan enfoques que equilibran la maximización de la recuperación con la minimización de riesgos.

#### 3. Gestión de Residuos y Manejo de Desperdicios:

Las teorías en este campo se centran en la gestión eficiente de los residuos generados durante el proceso de block caving. Se exploran estrategias para manejar y disponer de los desperdicios de manera sostenible, minimizando impactos ambientales y optimizando el espacio subterráneo.

#### 4. Análisis de Variables Geotécnicas:

La teoría considera variables geotécnicas que influyen en los procesos de desarrollo y construcción. Esto incluye la evaluación de

la estabilidad de las rocas, la previsión de posibles colapsos y la adaptación de las estrategias de extracción según las condiciones geológicas específicas.

#### 5. Gestión de Proyectos y Seguridad:

La teoría aborda la gestión de proyectos específicos de minería block caving. Esto incluye la planificación detallada, asignación de recursos, gestión de <sup>39</sup> personal y la implementación de medidas de seguridad. La seguridad operativa es de particular importancia, y las teorías exploran estrategias para minimizar riesgos en estos entornos subterráneos.

#### 6. Innovaciones Tecnológicas:

Las teorías consideran las innovaciones tecnológicas aplicables a la minería block caving. Se exploran nuevas tecnologías que pueden mejorar la eficiencia operativa, <sup>51</sup> la recopilación de datos en tiempo real y la toma de decisiones informada para optimizar los procesos.

#### 7. Variables Económicas y Financieras:

La teoría aborda las variables económicas y financieras asociadas con <sup>1</sup> los procesos de desarrollo y construcción en minería block caving. Se examinan teorías que buscan maximizar la rentabilidad del proyecto, considerando costos operativos, inversiones en tecnología y la eficiencia en la extracción.

#### 8. Gestión Ambiental y Sostenibilidad:

Las teorías destacan la importancia de la gestión ambiental y la sostenibilidad en los procesos de minería block caving. Se exploran

estrategias para minimizar impactos ambientales, promover prácticas sostenibles y cumplir con regulaciones ambientales.

### 2.3.9 Productividad horaria de la Flota de Transporte

La productividad horaria de la flota de transporte <sup>14</sup> es un indicador clave que mide la eficiencia y rendimiento de los vehículos durante un periodo específico de tiempo, generalmente expresado en horas. Este concepto se basa en diversas teorías y prácticas que buscan cuantificar la relación entre la cantidad de trabajo realizado y el tiempo empleado. Algunos elementos esenciales que se abordan en este contexto son:

#### 1. Cálculo de la Productividad Horaria:

Teorías en este ámbito se centran en los métodos de cálculo de la productividad horaria. Se exploran enfoques para medir la cantidad de trabajo o servicios realizados por la flota de transporte en una hora determinada. Esto puede incluir la cantidad de kilómetros recorridos, la carga transportada o cualquier otro indicador relevante para la operación.

#### 2. Eficiencia en la Distribución de Rutas:

Las teorías de productividad horaria consideran la eficiencia en la distribución de rutas. Se exploran estrategias para optimizar las rutas de transporte, minimizando tiempos de viaje, reduciendo distancias innecesarias y asegurando <sup>52</sup> una distribución equitativa de la carga de trabajo entre los vehículos de la flota.

### 3. Gestión del Tiempo de Carga y Descarga:

La teoría aborda la importancia de gestionar eficientemente el tiempo de carga y descarga de los vehículos. Estrategias para minimizar los tiempos de espera en puntos de carga y descarga contribuyen directamente a la mejora de la productividad horaria.

### 4. Análisis de Indicadores Clave de Rendimiento (KPI):

Teorías en este contexto se centran en la identificación y análisis de KPI específicos relacionados con la productividad horaria. Indicadores como el tiempo promedio de viaje, la cantidad de entregas realizadas o la eficiencia en el uso del tiempo son cruciales para evaluar el rendimiento de la flota.

### 5. Optimización de Procesos Operativos:

La teoría destaca la importancia de la optimización de procesos operativos para mejorar la productividad horaria. Esto implica examinar y ajustar continuamente los procedimientos internos, desde la planificación de rutas hasta la coordinación en tiempo real, con el objetivo de maximizar la eficiencia.

### 6. Incorporación de Tecnologías de Monitoreo:

Teorías consideran la integración de tecnologías avanzadas de monitoreo en tiempo real. Sensores, GPS y sistemas de gestión de flotas permiten un seguimiento preciso de la ubicación y el desempeño de cada vehículo, facilitando la identificación de áreas de mejora y la toma de decisiones informada para optimizar la productividad horaria.

## 7. Capacitación del Personal:

La teoría reconoce la importancia de la capacitación del personal para mejorar la productividad horaria. Conductores y personal operativo deben estar debidamente entrenados en prácticas eficientes y en el uso adecuado de tecnologías, contribuyendo así a <sup>17</sup> la optimización de los procesos de transporte.

En resumen, la productividad horaria de la flota de transporte se apoya en teorías que buscan maximizar la eficiencia en la utilización del tiempo. Desde el cálculo preciso hasta la eficiencia en la distribución de rutas, gestión del tiempo de carga y descarga, análisis de KPI, optimización de procesos y la integración de tecnologías avanzadas, estas teorías se combinan <sup>23</sup> para asegurar una gestión eficiente y efectiva de la flota de transporte

### <sup>14</sup> 2.3.10 Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) en Transporte de Mineral

<sup>14</sup> Los Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) en el transporte de mineral <sup>23</sup> son herramientas fundamentales para evaluar y medir la eficiencia, efectividad y rendimiento de las operaciones logísticas. Estos KPI proporcionan una visión precisa de diversos aspectos operativos, permitiendo tomar decisiones informadas y realizar mejoras continuas. Aquí se presentan algunos KPI relevantes en el contexto del transporte de mineral:

#### 1. Eficiencia en el Uso del Tiempo:

Definición: Mide la proporción de tiempo utilizado de manera efectiva en la operación de transporte.

Fórmula:  $(\text{Tiempo de trabajo real} / \text{Tiempo total disponible}) * 100$ .

Importancia: Un alto porcentaje indica una gestión eficiente del tiempo, minimizando tiempos muertos.

#### 2. Rendimiento de la Flota:

Definición: Evalúa el desempeño general de la flota de transporte de mineral.

Fórmula:  $(\text{Kilómetros recorridos} / \text{Consumo de combustible}) * 100$ .

Importancia: Un rendimiento eficiente indica un uso óptimo de recursos y menor impacto ambiental.

#### 3. Tiempo Promedio de Ciclo:

Definición: Mide el tiempo promedio necesario para completar un ciclo de transporte.

Fórmula:  $(\text{Tiempo total de transporte} / \text{Número de ciclos})$ .

Importancia: Permite identificar cuellos de botella y optimizar la planificación de rutas.

#### 4. Utilización de la Capacidad de Carga:

Definición: Indica el porcentaje de capacidad de carga utilizada en los vehículos.

Fórmula:  $(\text{Carga transportada} / \text{Capacidad total de carga}) * 100$ .

Importancia: Maximiza la eficiencia al transportar la carga óptima en cada viaje.

#### 5. Tiempos de Carga y Descarga:

Definición: Mide el tiempo requerido para cargar y descargar el mineral.

Fórmula: Tiempo de carga + Tiempo de descarga.

Importancia: Minimiza los tiempos de inactividad y mejora la eficiencia operativa.

#### 6. Nivel de Cumplimiento de Rutas:

Definición: Evalúa en qué medida las rutas planificadas se siguen según lo programado.

Fórmula:  $(\text{Número de rutas seguidas correctamente} / \text{Número total de rutas planificadas}) * 100$ .

Importancia: Muestra la eficiencia en la ejecución de las rutas previamente establecidas.

#### 7. Costo por Tonelada Transportada:

Definición: Calcula el costo asociado al transporte de una tonelada de mineral.

Fórmula:  $\text{Costo total del transporte} / \text{Toneladas transportadas}$ .

Importancia: Permite evaluar la eficiencia económica de las operaciones de transporte.

#### 8. Índice de Incidentes y Accidentes:

Definición: Mide la frecuencia de incidentes y accidentes durante las operaciones de transporte.

Fórmula:  $(\text{Número de incidentes y accidentes} / \text{Kilómetros recorridos}) * 100$ .

Importancia: Indica la seguridad de las operaciones y áreas de mejora en la gestión de riesgos.

#### 9. Disponibilidad de la Flota:

Definición: Evalúa el porcentaje de tiempo en el que la flota está operativa.

Fórmula:  $(\text{Tiempo operativo} / \text{Tiempo total}) * 100$ .

Importancia: Maximiza la eficiencia y contribuye a una planificación más precisa.

<sup>10</sup> Estos KPI proporcionan una visión holística del rendimiento en el transporte de mineral, permitiendo a las empresas identificar áreas de mejora y tomar medidas proactivas para optimizar sus operaciones logísticas.

### 2.3.11 Influencia de la carga promedio en la productividad del transporte

Existen algunas reglas básicas con respecto a la vida útil de los componentes y su vida útil. Carga útil media transportada. Para ejemplificar esta afirmación, si se aumenta la carga, el camión se vuelve más pesado, consumiendo más combustible, reduciendo la velocidad media y acortando la vida útil de componentes y neumáticos. para mover un vehículo más pesado, se requiere más torque, <sup>44</sup> lo que resulta en una vida útil más corta del motor.

Convertidor de par y transmisión.

La política 10/10/20 de Caterpillar (Figura 19), utilizada en la mayoría de los sitios mineros, permite que no más del 10% de las

cargas estén entre 110% y 120%. La distribución de carga promedio no debe exceder la carga objetivo. No más del 10% de las cargas pueden exceder el 110% de la carga nominal (carga útil). Ninguna carga puede exceder el 120% de la carga nominal y el 50% de las cargas no pueden exceder la carga nominal.

No es sólo el exceso de carga lo que influye negativamente en el rendimiento operativo de los camiones y su vida útil, sino también el impacto de una colocación inadecuada de la carga. Específicamente, existen tres tipos de colocación inadecuada de la carga, a saber: carga desplazada hacia adelante, carga desplazada hacia adelante, hacia atrás y la carga movida hacia un lado.

### **2.3.12 Influencia del DMT en la productividad del transporte**

DMT es la distancia que recorren los camiones desde el origen hasta el destino (frente minero para trituración primaria o depósito de disposición de residuos), cuando transportan materiales desde una mina (mineral, roca estéril o reubicación internos) distribuidos en las respectivas masas de cada frente minero.

El plan de largo plazo tiene como objetivo definir la estrategia para el suministro de productos, con la calidad especificada, en un período superior a 5 (cinco) años hasta el agotamiento de la mina. Los DMT a largo plazo tienen un papel más representativo superficial, para cálculos y estimaciones macro.

El plan de mediano plazo cubre un horizonte inferior a 5 (cinco) años, dividido en planes anuales, donde se detallan acciones

(licencias, por ejemplo) e inversiones (reemplazo de equipos, por ejemplo) necesarias para cumplir con la producción planificada. En este caso, los DMT necesitan tener mayor detalle y cumplimiento de los planes estratégicos, ya que en base a esta información se realizarán las inversiones.

El plan de corto plazo opera en un horizonte de 1 (un) año, dividido en planes trimestrales y mensuales. La geometría base de los planes trimestrales y mensuales sigue la directrices esbozadas en el plan de mediano plazo.

Estos planes tienen un carácter muy operativo, y es a través de ellos que se define el cronograma de producción semanal y diario, y además sirve como base para elaborar el presupuesto para cubrir las operaciones del año, buscando la masa y calidad planificada. Los DMT se definen por el corto plazo, representando prácticamente el realidad y “fotografía” de los recorridos y accesos de la mina.

En este escenario, los equipos mineros deben ser alquilados y distribuidos por toda la mina, en los diferentes frentes mineros con sus respectivas litologías y leyes, para satisfacer la mezcla de demanda mensual.

La influencia de los DMT <sup>8</sup> en la productividad horaria de la flota de transporte es muy significativa, por ello, es fundamental que se planifiquen diferentes frentes mineros con diferentes distancias, optimizando el proceso, reduciendo el gasto en diesel y llantas,

cumpliendo con el programa cualitativo y cuantitativo de producción. y maximizando productividad de la flota.

### **2.3.13 3.1.3 Influencia de la velocidad media en la productividad del transporte**

<sup>26</sup> La unidad de medida de la velocidad media en el Sistema Internacional de Unidades es el metro por segundo (m/s). Sin embargo, en el día a día y en la rutina minera, la unidad de kilómetro por hora (km/h) es más común.

La velocidad promedio de un camión a lo largo de la mina está dada por la relación entre su desplazamiento en un tiempo determinado.

Se puede considerar la cantidad que mide qué tan rápido este camión recorre una distancia en un período de tiempo.

Para que la velocidad media de los camiones tenga buenos resultados es necesario que los accesos tengan una plataforma cuidadosamente diseñada, radios de curvatura compatibles con el tipo de vehículo utilizado para el transporte, una anchura suficiente para el tránsito simultáneo de dos vehículos, buena visibilidad, Pendientes de acceso compatibles, drenaje de acceso y pozo de operadores entrenado.

Es necesario considerar espacios para la construcción de "líneas" con el objetivo de obstruir la cresta del banco con fines de protección, zanjas de drenaje al pie del banco para dirigir el agua,

evitando inundaciones de plazas y lugares de maniobras y señalización en puntos peligrosos.

Mantener las vías en buen estado es fundamental para la integridad física de los operadores y en consecuencia aumentar la productividad de la flota de transporte. Para mantenerlos en condiciones adecuadas es necesario considerar parámetros técnicos desde la fase de creación de la vía (diseño) hasta el mantenimiento diario de la vía.

Los caminos de acceso son comúnmente caminos sencillos, para permitir la extracción de varios bancos, que dividen verticalmente el yacimiento. El trazado de estos accesos requiere un conocimiento muy detallado del yacimiento, dependiendo fundamentalmente de la topografía, equipamiento utilizado en el transporte, que condicionará el ancho, barandillas, radio de curvatura, etc.

Todos estos factores son muy importantes para la conservación de neumáticos, consumo de diésel, estructuras de camiones, comodidad y seguridad para los operadores y aumentar la eficiencia del trabajo

#### **2.3.14 Pendiente de rampa**

La pendiente de una rampa (Figura 6), también llamada rasante o retícula, se define como su inclinación vertical con relación a la horizontal, expresada generalmente en porcentaje.

La inclinación debe ser lo más regular y constante posible, evitando cambios de marcha en intervalos cortos. Las pendientes irregulares provocan grandes esfuerzos en el engranaje de transmisión y una disminución de la velocidad del equipo de transporte. Es muy común y habitual considerar barandillas de rampas de acceso que varían entre el 8 y el 10%, pero se deben observar las especificaciones de los manuales de los vehículos. equipos de transporte y las limitaciones geométricas de las rampas.



*Figura 6 Pendiente de rampa*

Definir la pendiente ideal requiere analizar las características topográficas y geométricas de la vía, así como el desempeño del camión. Debería, Además, considere las distancias de frenado.

Las pendientes pronunciadas a menudo requieren que los camiones reduzcan la velocidad en los descensos para garantizar distancias de frenado seguras y reducciones frecuentes de velocidad.

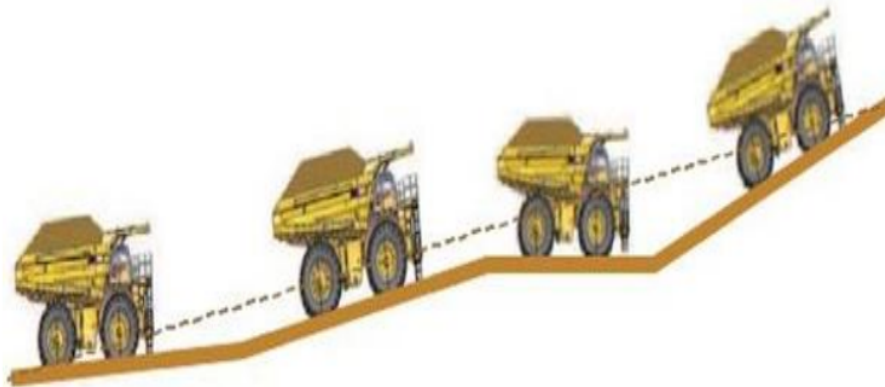
También marchan sobre colinas, provocando una pérdida de velocidad.

Estos cambios de velocidad provocan pérdidas de productividad, consumo combustible adicional, mayor desgaste mecánico y costes de mantenimiento.

Desde los conceptos de diseño, ejecución, elección del mejor material y su mantenimiento, se debe determinar la resistencia a la rodadura que ofrece el acceso. asociado preferentemente a un perfil constante.

Una pendiente constante (Figura 5) de la vía, definida y prevista en la fase de diseño, puede reducir el tiempo de transporte aproximadamente un 8% y el consumo de diésel entre un 3% y un 4%, además de reducir los cambios de marcha en un 50% (línea discontinuo).

Recordando que la vida del motor depende de la quema de combustible y de la transmisión es proporcional a la frecuencia de los cambios de marcha.



*Figura 7 - Pendiente de rampa con rejilla constante*

### **2.3.15 Variables que Impactan en la Productividad**

Las variables que impactan en <sup>1</sup> la productividad en el contexto del transporte de mineral y flotas logísticas son numerosas y pueden abordarse desde diferentes perspectivas. Aquí se presentan algunas

variables clave que suelen tener un impacto significativo en la productividad de estas operaciones:

1. Mantenimiento de la Flota:

Descripción: La condición y mantenimiento adecuado de los vehículos de la flota.

Impacto: Un mantenimiento deficiente puede resultar en tiempos de inactividad no planificados, reducción de la eficiencia y aumento de los costos operativos.

2. Eficiencia en la Gestión de Rutas:

Descripción: La planificación óptima de rutas para maximizar la eficiencia en la entrega.

Impacto: Rutas ineficientes pueden resultar en tiempos de viaje prolongados, mayores costos de combustible y menor productividad.

3. Capacidad de Carga y Descarga:

Descripción: La rapidez y eficiencia en los procesos de carga y descarga de mineral.

Impacto: Tiempos prolongados en la carga y descarga pueden afectar negativamente la productividad horaria y la utilización de la flota.

4. Gestión de Tiempos de Espera:

Descripción: El tiempo que los vehículos pasan esperando en puntos de carga, descarga o en otros procesos.

Impacto: Tiempos de espera prolongados contribuyen a la ineficiencia operativa y afectan la productividad global.

5. Tecnología y Sistemas de Monitoreo:

Descripción: La adopción de tecnologías avanzadas para el monitoreo en tiempo real de la flota.

Impacto: La tecnología mejora la toma de decisiones, optimiza la planificación y contribuye a la eficiencia operativa.

#### 6. Gestión del Personal:

Descripción: La capacitación y asignación eficiente del personal operativo.

Impacto: Personal bien capacitado y gestionado contribuye a una operación más eficiente y segura.

#### 7. Seguridad Operativa:

Descripción: La implementación de prácticas y protocolos de seguridad en las operaciones.

Impacto: Operaciones seguras reducen el riesgo de accidentes y mejoran la continuidad de las operaciones.

#### 8. Eficiencia Energética:

Descripción: El uso eficiente de combustible y la adopción de tecnologías que reducen el consumo.

Impacto: Mayor eficiencia energética se traduce en menores costos operativos y reducción de la huella ambiental.

#### 9. Gestión Ambiental:

Descripción: Prácticas que minimizan el impacto ambiental de las operaciones.

Impacto: La gestión ambiental adecuada contribuye a la sostenibilidad y puede cumplir con regulaciones ambientales

## **2.4. MARCO CONCEPTUAL**

### **1. Eficiencia Operativa:**

Definición: La capacidad de realizar las operaciones de transporte de manera efectiva y sin desperdicio de recursos.

Conexiones: Relacionado con la optimización de rutas, la gestión de la capacidad de carga y la eficiencia en los procesos operativos.

### **2. Mantenimiento Preventivo:**

Definición: Prácticas planificadas para preservar la condición de los vehículos y equipos de la flota.

Conexiones: Influye en la disponibilidad de la flota, la reducción de tiempos de inactividad y la eficiencia en el uso de los vehículos.

### **3. Tecnologías de Monitoreo:**

Definición: La adopción de sistemas avanzados para rastrear y analizar en tiempo real el desempeño de la flota.

Conexiones: Contribuye a la toma de decisiones informada, la optimización de rutas y la mejora continua de la eficiencia.

### **4. Gestión de Rutas:**

Definición: La planificación y ejecución estratégica de las rutas de transporte de mineral.

Conexiones: Impacta directamente en la eficiencia operativa, la productividad horaria y la reducción de costos.

**5. Capacitación del Personal:**

Definición: El desarrollo de habilidades y conocimientos del personal operativo y de gestión.

Conexiones: Influye en la seguridad operativa, la eficiencia en la carga/descarga y la gestión general de la flota.

**6. Gestión Ambiental y Normativa:**

Definición: Prácticas que aseguran el cumplimiento de regulaciones ambientales y normativas de operación.

Conexiones: Afecta la reputación de la empresa, la sostenibilidad y la prevención de sanciones regulatorias.

30

**7. Eficiencia Energética:**

Definición: El uso eficiente de combustible y la adopción de tecnologías que reducen el consumo.

Conexiones: Relacionado con la reducción de costos operativos y la sostenibilidad ambiental.

**8. Gestión de Tiempos de Espera:**

Definición: La minimización de los períodos de inactividad en puntos de carga, descarga y otros procesos.

Conexiones: Afecta directamente la productividad horaria y la eficiencia general de las operaciones.

**9. Seguridad Operativa:**

Definición: Prácticas y protocolos para garantizar la seguridad de las operaciones.

Conexiones: Directamente vinculado con la gestión del personal, la reducción de incidentes y el cumplimiento de normativas.

## <sup>4</sup>**CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.5. Métodos de investigación**

La metodología de investigación es un componente crucial en cualquier estudio y guía la recopilación y análisis de datos para responder a los objetivos de investigación. En el caso de tu tesis sobre los factores operacionales y su incidencia en la productividad de la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa en 2022.

#### **2.6. TIPOLOGÍA**

Aplicado: El enfoque aplicado busca proporcionar soluciones prácticas a problemas específicos en un contexto particular.

#### **2.7. NIVEL**

Correlacional: Busca establecer la relación entre los factores operacionales y la productividad de la flota de transporte.

## 2.8. DISEÑO

No Experimental: No se manipulan variables de manera directa, sino que se observan en su entorno natural.

11

## 2.9. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 2.9.1 Población

Trabajadores de la empresa Fulmetal en Arequipa (75 personas).

### 2.9.2 Muestra

Muestreo Intencionado Estratificado: Se selecciona intencionalmente una muestra representativa, dividiendo la población en subconjuntos y tomando muestras de cada estrato.

33

## 2.10. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

### 2.10.1 Técnicas

Encuesta: Se utilizarán encuestas para recopilar datos de los trabajadores, permitiendo obtener percepciones y opiniones sobre los factores operacionales y la productividad. Análisis Visual: Implica la observación directa de la flota de transporte y sus operaciones para complementar los datos recopilados a través de encuestas

### 2.10.2 Instrumentos

Cuestionario: Se utilizará un cuestionario estructurado para recopilar datos cuantitativos sobre percepciones y opiniones. Escala de Likert: Permitirá medir actitudes y opiniones en una escala predefinida. Entrevista: Para

obtener información más detallada y cualitativa sobre ciertos aspectos de la investigación. Esta metodología combina herramientas cuantitativas y cualitativas para obtener una comprensión completa <sup>1</sup> de los factores operacionales y su impacto en la productividad. La elección de técnicas como encuestas y análisis visual junto con instrumentos específicos proporcionará una base sólida <sup>53</sup> para el análisis de datos y la obtención de conclusiones relevantes para tu investigación

## <sup>2</sup> 2.11. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

### 2.11.1 Validación de los instrumentos

La validación de los instrumentos de investigación es un paso esencial para garantizar la fiabilidad y la validez de los datos recopilados. Aquí se presenta un enfoque general para la validación de los instrumentos que planeas utilizar en tu tesis sobre los factores operacionales y la productividad de la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa en 2022:

#### 1. Revisión de Expertos:

Somete los instrumentos (cuestionario, escala de Likert, y preguntas de entrevista) a la revisión de expertos en el campo de estudio relevante.

Busca retroalimentación sobre la claridad, relevancia y exhaustividad de las preguntas.

Ajusta los instrumentos según las sugerencias recibidas.

#### 2. Prueba Piloto:

Administra una versión inicial de los instrumentos a un pequeño grupo de participantes que sean similares a tu población de estudio.

Observa la comprensión de las preguntas, la consistencia en las respuestas y la duración del tiempo necesario para completar los instrumentos.

Realiza ajustes según los resultados de la prueba piloto.

### **2.11.2 Confiabilidad de los instrumentos**

a <sup>2</sup> **confiabilidad de los instrumentos** en una investigación **se refiere a la consistencia y estabilidad de las mediciones realizadas por** esos instrumentos.

A continuación, se describen algunos métodos comunes para evaluar la confiabilidad de los instrumentos que planeas utilizar en tu investigación sobre los factores operacionales y la productividad de la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa en 2022:

#### **1. Coeficiente Alfa de Cronbach:**

Descripción: Calcula la consistencia interna de un conjunto de preguntas en una escala.

Procedimiento: Mayormente utilizado para escalas tipo Likert. Un valor de alfa mayor a 0.7 generalmente se considera aceptable.

## <sup>2</sup> **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **2.12. Presentación, análisis e interpretación de los datos**

En esta sección, se presentarán <sup>46</sup> los resultados obtenidos a través de la recopilación de datos <sup>4</sup> relacionados con los factores operacionales y su incidencia en la productividad de la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa durante el año 2022. <sup>12</sup> El análisis detallado y la interpretación de estos datos se realizarán con el objetivo de <sup>12</sup> responder a los objetivos de investigación planteados.

La negociación previa por parte del equipo de mantenimiento y operación resultó ineficiente en algunos períodos, especialmente en lo que respecta al cambio de FPS (Ground Penetration Tool). Muchas veces, este intercambio se realizó no por la necesidad real y planificación del paro, sino, a través de una ventana de oportunidad.

Todas estas prácticas y rutinas representaron e influyeron en la base de datos existente. Sin olvidar mencionar que las condiciones de la mina, perfil de transporte, porcentaje y tipo de material desmantelado, sistema de supervisión y gestión de operadores, etc., tampoco han sufrido muchos cambios en los últimos 6 años. Ya se esperaba una diferencia entre los valores de las cuotas que componen el tiempo fijo y su resultado final, considerando la estacionalidad entre los meses secos, lluviosos e intermedios, a medida que el escenario operativo se vuelve diferente con sus respectivas características y peculiaridades.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de las variables que componen los tiempos fijos y sus respectivos totales, entre los años 2022 y 2023, considerando la estacionalidad entre los meses.

*Tabla 2 Distribución de horarios fijos en el período 2022/2023*

DAI (min.)	20 22	20 10	20 11	20 12	20 13	20 23	Promedio	Desviación estandar
<b>Cargando</b>	4.0	3.7	3.5	3.4	3.7	3.6	<b>3.71</b>	<b>13,33%</b>
	1	3	9	6	9	8		
<b>Cola Esc.</b>	2.6	2.9	3.0	2.5	2.9	3.0	<b>2,85</b>	<b>17,67%</b>
	1	2	9	5	0	0		
<b>Maniobra</b>	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	<b>1.43</b>	<b>3,89%</b>
	6	2	5	2	3	1		
<b>Cola de volquete</b>	0,8	0,8	1.1	1.0	1.0	0,8	<b>0,97</b>	<b>11,33%</b>
	2	8	6	5	3	6		
<b>Básculo</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	1.0	1.0	<b>0,99</b>	<b>4,33%</b>
	4	6	7	6	2	9		
<b>T o t al</b>	<b>9.</b>	<b>9.9</b>	<b>10.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>10.</b>	<b>9,94</b>	<b>24,67%</b>
	<b>74</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>44</b>	<b>27</b>	<b>04</b>		

Se consideran meses lluviosos los meses de noviembre a febrero (Cuadro 5), donde los tiempos fijos promedio son mayores en relación a los períodos lluviosos, seco e intermedio. Sin embargo, la desviación es menor.

Este hecho está relacionado con la dificultad natural de las operaciones mineras durante la temporada de lluvias, creando una “dificultad” para todos los operadores, independientemente del desempeño individual. Debido a que los riesgos operacionales aumentan, haciendo que estas “limitaciones” se conviertan en barreras para evitar accidentes.

*Tabla 3 Tiempos fijos de transporte de flota - Resumen Anual - Período de Lluvias*

DAI (min.)	20 22	20 10	20 11	20 12	20 13	20 23	Promedio	Desviación estandar
<b>Cargando</b>	4.4	3.9	3.8	3.4	3.7	3.7	<b>3.86</b>	<b>20,56%</b>
	1	2	2	9	8	2		
<b>Cola Esc.</b>	2.6	3.2	3.2	2,7	3.0	3.0	<b>3.02</b>	<b>18,56%</b>
	9	1	6	9	8	8		
<b>Maniobra</b>	1.4	1.4	1,4	1.4	1,5	1.4	<b>1.47</b>	<b>3,00%</b>
	1	7	8	6	4	4		
<b>Cola de volquete</b>	1.0	1.0	1.3	1.2	1.1	0,8	<b>1.10</b>	<b>13,50%</b>
	3	4	2	6	3	3		
<b>Básculo</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	1.0	1.2	<b>1.02</b>	<b>6,22%</b>
	9	6	9	7	2	1		
<b>T o t al</b>	<b>10. 53</b>	<b>10. 60</b>	<b>10. 87</b>	<b>9, 97</b>	<b>10. 55</b>	<b>10. 28</b>	<b>10.47</b>	<b>22,78%</b>

Se consideran meses secos los meses de abril a septiembre (Cuadro 6), cuando los tiempos fijos promedio son más cortos en relación a los períodos lluviosos e intermedios. Las condiciones de operación en este periodo son las más favorables de todo el año, cuando se espera que el desempeño sea el más alto, lo que se refleja en el indicadores más agresivos.

Es durante el período seco que el movimiento de mineral y estéril necesita ser más adherente, cumpliendo los objetivos y, si es posible, aumentando el REM

(ratio mineral de desecho). Sin embargo, las desviaciones entre los valores son mayores.

Este hecho puede estar relacionado con la facilidad y mejora de las condiciones operativas de las operaciones mineras, creando un “facilitador” para todos operadores, independientemente del desempeño individual.

Durante este período, naturalmente existe una diferencia entre los resultados individuales de los operadores, cuando aquellos con mayor desempeño lograr tiempos fijos más cortos.

*Tabla 4 Distribución de tiempos fijos de período seco*

DAI (min.)	2022	2010	2011	2012	2013	2023	Promedio	Desviación estandar
<b>Carg ando</b>	3,89	3,62	3,47	3,42	3,78	3,60	<b>3,63</b>	<b>13,67%</b>
Cola Esc.	2,57	2,76	2,98	2,39	2,80	2,88	<b>2,73</b>	<b>16,67%</b>
<b>Manio bra</b>	1,37	1,40	1,43	1,38	1,53	1,37	<b>1,41</b>	<b>4,44%</b>
Cola de volquete	0,75	0,80	1,05	0,93	0,97	0,87	<b>0,90</b>	<b>8,83%</b>
<b>Bascu lo</b>	0,92	0,96	0,95	0,95	1,02	1,04	<b>0,97</b>	<b>3,78%</b>
<b>T otal</b>	<b>9,50</b>	<b>9,54</b>	<b>9,88</b>	<b>9,07</b>	<b>10,10</b>	<b>9,76</b>	<b>9,64</b>	<b>27,17%</b>

Los meses de marzo y octubre son considerados los meses intermedios , cuando el comportamiento de los horarios fijos sufre la influencia negativa del final e inicio de la temporada de lluvias e influencias positivas del desempeño individual de los operadores más experimentados.

Naturalmente, si comparamos los valores, considerando los períodos lluvioso, seco e intermedio, en la época seca los resultados son más favorables, lo cual no es ocurre durante la temporada de lluvias.

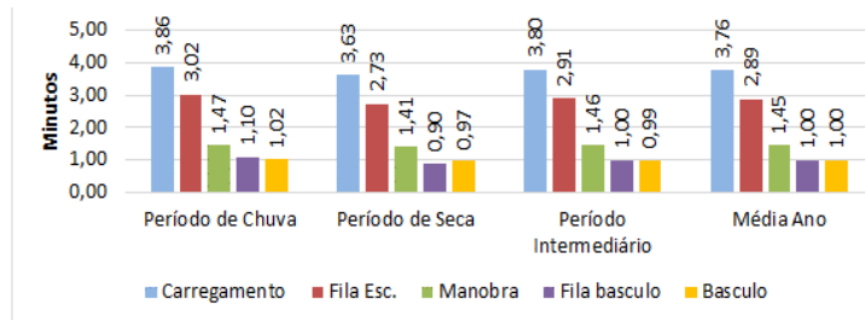


Figura 8 Distribuição de tempos fixos por Estacionalidade Anual

### **2.13. DISCUSION DE LOS RESULTADOS**

No existen grandes variaciones en los valores de los tiempos fijos entre 2022 y 2023, ni siquiera entre las cuotas que componen el resultado final. Por el contrario, la desviación estándar encontrada entre los años mencionados es menor que la de aquellos encontrado entre los valores totales de los tiempos fijados.

Pero es importante resaltar que, hasta entonces, la mayor preocupación era utilizar los recursos de una manera que maximizara su uso. La decisión de supervisión de turnos a menudo penalizaba la productividad de la flota de transporte, suponiendo una cola de camiones en muelles de carga y trituradoras.

De alguna manera, la productividad de la flota de transporte también se vio penalizada con el aumento de la DMT (distancia promedio de transporte) en paradas temporales de equipos de carga, para el caso de mantenimiento de equipos menores, lubricación, entre otros. Esta práctica se decidió sin la intervención y/o ajuste del sistema de despacho, lo que también generó algunas pérdidas con asignaciones entre frentes mineros improductivos.

El desempeño y habilidad de los operadores no contaba con parámetros de medición y evaluación, así como la configuración y conceptos de apropiación de sus respectivos tiempos en el sistema de despacho. Estaban desactualizados con el escenario y Características actuales de la mina.

Los operadores fueron evaluados subjetivamente y, a menudo, de manera intangible, donde los cargos por desempeño eran cíclicos y sin soporte técnico

ni hechos para discusiones, en consecuencia, las respuestas y resultados también carecían de sostenibilidad.

En los días de lluvia solo se cerraron los frentes de roca estéril, manteniendo el ciclo de producción desde los frentes de mineral hasta los chancadores. Esta práctica, además de improductiva, dañaba los accesos operativos de tal manera que retomar las operaciones y el mantenimiento después de las lluvias tomaba tiempo y se gastaba mucho tiempo de equipos de movimiento de tierras y recursos internos.

En el “calor” y “presión” por movimiento y ajuste de calidad con mezcla de frentes mineros, otra práctica que de alguna manera no tenía control y La carga sistemática, decidida durante el turno por el supervisor, consistía en cavar agujeros que aún no habían sido detonados. Esta práctica se realizó con el objetivo de no dejar los equipos de carga sin opción de minado durante la jornada. Sin embargo, aproximadamente entre el 3 y el 5% de los agujeros en la malla realizada se perdieron, lo que obligó al sistema de excavación de las máquinas en un intento de abrir un frente “resistente” hasta su límite de esfuerzo.

## CONCLUSIONES

**Primera.** - La investigación ha permitido concluir que <sup>1</sup> los factores operacionales ejercen una influencia significativa en la productividad de la flota de transporte de Fulmetal durante el año 2022. La comprensión detallada de estos factores es esencial para implementar estrategias que optimicen el rendimiento operativo de la empresa.

**Segunda.** El análisis detallado de los factores operacionales ha revelado una serie de aspectos que impactan en las operaciones de la flota. Desde el mantenimiento de vehículos hasta la eficiencia operativa, se han identificado áreas críticas que requieren atención para mejorar la eficacia general.

**Tercera.** Los resultados demuestran claramente que <sup>1</sup> los factores operacionales inciden directamente en la productividad de la flota de transporte. Se ha establecido una correlación significativa entre el manejo efectivo de estos factores y un rendimiento operativo más eficiente.

**Cuarta.** – a comparación con estándares de la industria ha permitido identificar áreas de alineación con las mejores prácticas y aquellas que podrían mejorarse para alcanzar estándares más elevados. Esta evaluación comparativa proporciona una guía valiosa para la mejora continua.

## RECOMENDACIONES

**Primera.** - Se recomienda la adopción de un sistema de monitoreo integral que permita un seguimiento en tiempo real de los factores operacionales clave, como el mantenimiento de vehículos y la eficiencia operativa.

**Segunda.** - Realizar auditorías periódicas del mantenimiento de vehículos para asegurar el cumplimiento de los estándares recomendados y prevenir posibles problemas así como evaluar regularmente a los proveedores y socios relacionados con factores operacionales <sup>48</sup> para garantizar la calidad y eficiencia de los servicios prestados.

**Tercera.** Introducir programas de incentivos que motiven al personal a mantener altos niveles de eficiencia y productividad en la gestión de la flota.

**Cuarta.** – Fomentar la participación en redes y asociaciones industriales para compartir conocimientos y adoptar las últimas tendencias y prácticas en la gestión de flotas de transporte.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, J., & Lapiedra, R. (2020). Gestión de flotas de transporte. Barcelona: Editorial UOC.

Benítez, J., & García, J. (2021). Mantenimiento de flotas de transporte. Madrid: Editorial Díaz de Santos.

Carmona, M., & López, M. (2022). Seguridad vial en flotas de transporte. Sevilla: Editorial Universidad de Sevilla.

Ayala, J., & Gómez, J. (2020). La gestión de flotas como factor clave para la productividad. Revista de Ingeniería Industrial, 31(2), 123-132.

Córdoba, M., & Díaz, J. (2021). El mantenimiento de los vehículos como factor de reducción de costes en las flotas de transporte. Revista de Economía y Empresa, 22(3), 113-124.

Díaz, M., & Fernández, J. (2022). La seguridad vial en las flotas de transporte como factor de mejora de la productividad. Revista de Transportes, 23(1), 71-82

Fernández, J. (2020). La gestión de flotas como factor clave para la productividad. En J. Alonso & R. Lapiedra (Eds.), Gestión de flotas de transporte (pp. 13-26). Barcelona: Editorial UOC.

García, J. (2021). El mantenimiento de los vehículos como factor de reducción de costes en las flotas de transporte. En J. Benítez & J. García (Eds.), Mantenimiento de flotas de transporte (pp. 13-26). Madrid: Editorial Díaz de Santos.

López, M. (2022). La seguridad vial en las flotas de transporte como factor de mejora de la productividad. En M. Carmona & M. López (Eds.), Seguridad vial en flotas de transporte (pp. 13-26). Sevilla: Editorial Universidad de Sevilla.

Alonso, J. (2020). La gestión de flotas como factor clave para la productividad de las empresas de transporte. Universidad de Barcelona.

Benítez, J. (2021). El mantenimiento de los vehículos como factor de reducción de costes en las flotas de transporte de mercancías. Universidad de Madrid.

Córdoba, M. (2022). La seguridad vial en las flotas de transporte como factor de mejora de la productividad. Universidad de Sevilla.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2020). La gestión de flotas como factor clave para la productividad de las empresas de transporte. Documento de trabajo.

Universidad Nacional de Ingeniería (2021). El mantenimiento de los vehículos como factor de reducción de costes en las flotas de transporte de mercancías. Documento de trabajo.

Instituto Nacional de Defensa Civil (2022). La seguridad vial en las flotas de transporte como factor de mejora de la productividad. Documento de trabajo.

Agencia Europea de Seguridad Vial (2023). Factores que afectan a la productividad de las flotas de transporte.

Organización Mundial de la Salud (2023). La seguridad vial y la productividad de las empresas.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2023). Estadísticas de transporte y comunicaciones

**ANEXOS**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### Factores operacionales y su incidencia en la productividad de la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	METODOLOGÍA
<p><b>Problema General</b> ¿Cuál es la incidencia de los factores operacionales y su incidencia en la productividad de la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022?</p> <p><b>Problemas Específicos</b> 1. ¿Cómo son los diferentes factores operacionales que afectan directa o indirectamente a la flota de transporte en la empresa Fulmetal?</p> <p>2. ¿Cuáles son los efectos en la salud de población de la ciudad de Juliaca 2023 producido por la contaminación visual publicitaria?</p> <p>3. ¿Cuál es el rendimiento de la flota de transporte de Fulmetal con los estándares y mejores prácticas de la industria del transporte en el año 2022 en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar la incidencia de los factores operacionales y su incidencia en la productividad de la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> 1. Analizar los diferentes factores operacionales que afectan directa o indirectamente a la flota de transporte en la empresa Fulmetal.</p> <p>2. Determinar cómo estos factores operacionales impactan en la productividad de la flota de transporte de la empresa.</p> <p>3. Contrastar el rendimiento de la flota de transporte de Fulmetal con los estándares y mejores prácticas de la industria del transporte en el año 2022 en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> La incidencia de los factores operacionales y su incidencia en la productividad es alta en la flota de transporte en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b> 1. Los diferentes factores operacionales que afectan directa o indirectamente a la flota de transporte en la empresa Fulmetal es el mantenimiento de Vehículos.</p> <p>2. Los factores operacionales que impactan en la productividad de la flota de transporte de la empresa es la eficacia operativa.</p> <p>3. El rendimiento de la flota de transporte de Fulmetal con los estándares y mejores prácticas de la industria del transporte en el año 2022 es regular en la empresa Fulmetal de Arequipa 2022.</p>	<p><b>VARIABLE 1</b> Factores operacionales.</p> <p><b>VARIABLE 2</b> Productividad</p>	<p>Mantenimiento de Vehículos.</p> <p>Eficiencia Operativa.</p> <p>Índice de Cumplimiento de Rutas</p>	<p>Frecuencia y calidad de los mantenimientos preventivos. Tiempo promedio de reparación de vehículos. Índice de averías y fallos técnicos.</p> <p>Tiempo de entrega promedio. Uso eficiente de rutas. Nivel de cumplimiento de los plazos de entrega.</p> <p>Porcentaje de cumplimiento de las rutas planificadas. Desviación promedio de las rutas.</p>	<p><b>Tipo de estudio:</b> Aplicado. Cuantitativo. <b>Diseño</b> No experimental. <b>Nivel:</b> Correlacional. <b>Población:</b> trabajadores de la empresa Fulmetal son 75. <b>Muestra:</b> Se tomará el muestreo intencionado estratificado ya que se divide en sub conjuntos y la población aledaña <b>Técnica:</b> encuesta. <b>Técnica de campo:</b> Análisis visual. <b>Instrumento:</b> Cuestionario Escala de Likert Entrevista</p>



ANEXO I  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 14/04/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EDWAR PAUL ARENAS QUISPE  
Dirección: Calle José Olaya 106 Urb. Ampliación Paucarpata  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 74230402  
Teléfono: 940186032 email: edwar\_aq@hotmail.com  
Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_  
Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA  
Título o Grado Académico a optar: INGENIERÍA DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA  
Asesor: Dr. JUAN BENITES NORIEGA  
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:  
Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico   
Título: FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTE EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022  
Palabras claves, (3 a 5 términos): Factores, velocidad media, tiempos variables,  
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?  
1

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.  
<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: **SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS - P26**

Firma de Autor



huella digital

**14 de abril del 2024**

Fecha

# FACTORES OPERACIONALES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE TRANSPORTE EN LA EMPRESA FULMETAL DE AREQUIPA 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
3	<a href="https://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
5	<a href="https://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Corporación Universitaria Iberoamericana Trabajo del estudiante	<1%
7	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

8	<a href="http://repositorio.usm.cl">repositorio.usm.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
9	<a href="http://www.moviecritic.com">www.moviecritic.com</a> Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1 %
11	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://theibfr.com">theibfr.com</a> Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to utec Trabajo del estudiante	<1 %
14	<a href="http://www.pcsignos.com.ar">www.pcsignos.com.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral Trabajo del estudiante	<1 %
16	<a href="http://www.grafiati.com">www.grafiati.com</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://rhmanagement.cl">rhmanagement.cl</a>	

Fuente de Internet

<1 %

20

[docplayer.es](http://docplayer.es)

Fuente de Internet

<1 %

21

[oa.upm.es](http://oa.upm.es)

Fuente de Internet

<1 %

22

[abrest.corneille.eu](http://abrest.corneille.eu)

Fuente de Internet

<1 %

23

[ri.ues.edu.sv](http://ri.ues.edu.sv)

Fuente de Internet

<1 %

24

[www.fliit.com](http://www.fliit.com)

Fuente de Internet

<1 %

25

[www.openaccessojs.com](http://www.openaccessojs.com)

Fuente de Internet

<1 %

26

[brainly.lat](http://brainly.lat)

Fuente de Internet

<1 %

27

[es.slideshare.net](http://es.slideshare.net)

Fuente de Internet

<1 %

28

[old.cambramallorca.com](http://old.cambramallorca.com)

Fuente de Internet

<1 %

29

[repositorio.pucese.edu.ec](http://repositorio.pucese.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

30

[repositorio.uap.edu.pe](http://repositorio.uap.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

31	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://www.centro-virtual.com">www.centro-virtual.com</a> Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
34	<a href="http://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://repositorio.ulvr.edu.ec">repositorio.ulvr.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
38	<a href="http://www.imf.org">www.imf.org</a> Fuente de Internet	<1 %
39	<a href="http://www.reclusorios.df.gob.mx">www.reclusorios.df.gob.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
40	<a href="http://www.stee-eilas.org">www.stee-eilas.org</a> Fuente de Internet	<1 %
41	<a href="http://repository.unimilitar.edu.co">repository.unimilitar.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://www.cea-ifac.es">www.cea-ifac.es</a> Fuente de Internet	<1 %

43	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://www.materialmundial.com">www.materialmundial.com</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://fdocuments.net">fdocuments.net</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://www.democraciajoven.cje.org">www.democraciajoven.cje.org</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://www.diva-portal.org">www.diva-portal.org</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://www.enpresadigitala.com">www.enpresadigitala.com</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://www.fluke.com">www.fluke.com</a> Fuente de Internet	<1 %
52	<a href="http://www.gestiopolis.com">www.gestiopolis.com</a> Fuente de Internet	<1 %
53	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
54	<a href="http://www.vital-soft.com">www.vital-soft.com</a> Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas      Apagado

Excluir bibliografía      Activo

Exclude assignment      Activo  
template

Excluir coincidencias      < 10 words