UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

INFORME FINAL DE TESIS

"OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA MEJORA DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ONEMINE EN LA ZONA ALTA VETA ANGELA NV. 4500 EN LA UNIDAD MINERA INMACULADA – HOCHSCHILD, AYACUCHO"

PRESENTADO POR:

Bach. Romina Claudia Martinez Sotomayor

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO DE MINAS

MOQUEGUA – PERÚ

2024

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Folio N° 038

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]

Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]

Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCIÓN DE FACULTAD Nº 013 - 2024 - FACIA - UNAM

Fecha: 03- 04- 2024

III. El Jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:

"OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA MEJORA DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ONEMINE EN LA ZONA ALTA VETA ANGELA NV. 4500 EN LA UNIDAD MINERA INMACULADA - HOCHSCHILD, AYACUCHO"

Bachiller: ROMINA CLAUDIA MARTINEZ SOTOMAYOR

Asesor Principal: Dr. CHRIST JESUS BARRIGA PARIA

Co-Asesor : .....

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: QUINCE (15) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO DE MINAS.

Siendo las 11:00 horas, del 03 de ABRIL del año 2024 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Presidente
Dr. VICTOR ADRIAN PONCE ESTRADA
(Nombres y Apellidos)

Primer Miembro
Dr. Arquímedes L. VARGAS ZUQUE
(Nombres y Apellidos)

Segundo Miembro
MSc. ERNESTO LARIENO FLORES
(Nombres y Apellidos)

Bachiller
Romina Claudia Martinez Sotomayor
(Nombres y Apellidos)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA MEJORA DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ONEMINE EN LA ZONA ALTA VETA ANGELA NV. 4500 EN LA UNIDAD MINERA INMACULADA – HOCHSCHILD, AYACUCHO

Tesis sustentada y aprobada el 03 de abril del 2024, estando integrado el jurado dictaminador y el asesor por:

PRESIDENTE : .....
Dr. Victor Adrian PONCE ESTRADA

1ER MIEMBRO : .....
Dr. Arquímedes León VARGAS LUQUE

2DO MIEMBRO : .....
MSc. Ernesto LARICANO FLORES

ASESOR : .....
Dr. Christ Jesus BARRIGA PARIA

DEDICATORIA

A mis padres Manuel Martinez y Carmen Sotomayor, pilares fundamentales en mi vida. Su tenacidad y lucha constante han hecho de ellos un gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos Thalia, Mauricio y Adriana.

A mi esposo Leandro, por su amor, apoyo incondicional y perseverancia.

Hoy, no estarán conmigo presencialmente, pero desde el cielo celebran mis logros, gracias papito Julio Martinez y mamita Teresa Palomino por sus consejos sabios, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la vida, protegerme y ayudarme a conseguir los recursos necesarios para lograr mis metas.

A la Universidad Nacional de Moquegua y a la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas por brindarme todos los conocimientos para realizar mis estudios profesionales y toda la plana docente.

A mi asesor Dr. Christ Jesús Barriga Paria por el apoyo, guía y dirección que me brindó en el desarrollo del tema de investigación.

Al Ing. Jorge Florez Salas por su dedicación y orientación en cada etapa académica y profesional, brindándome retroalimentación constructiva.

Al Ing. Manuel Peralta, Gerente de la Unidad Minera Inmaculada, por el apoyo y confianza en asumir nuevos retos en la compañía.

A la empresa Hochschild Mining, por acogerme en su plantel laboral y permitirme desarrollarme como Ingeniera de Minas.

RESUMEN

El presente trabajo denominado “Optimización del rendimiento y productividad en la mejora de los equipos de carguío con la implementación del sistema OneMine en la Zona Alta Veta Angela NV. 4500 en la Unidad Minera Inmaculada – Hochschild, Ayacucho”, registró durante el año 2022 informes mensuales de productividad en los meses de setiembre y octubre donde no se lograron cumplir con los avances planificados en los programas establecidos, durante el análisis se identificaron problemas en el carguío, el control de tiempos y la asignación ineficiente de equipos para el ciclo de extracción de minerales. Es por ello que, se implementa el sistema OneMine que involucra la recopilación remota y la transmisión de datos en tiempo real, la seguridad de los trabajadores y la eficiencia operativa; este enfoque tecnológico no solo permite una supervisión continua, sino que también facilita la toma de decisiones informadas y la maximización de la productividad. El objetivo del presente estudio es poder determinar la implementación del sistema OneMine en el propósito de mejora del rendimiento y productividad de los equipos de carguío en la Zona Alta Veta Angela en la Unidad Minera Inmaculada; así como, reducir los tiempos no operativos y demoras operativas e incrementar la disponibilidad mecánica y el factor de utilización de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine. La metodología utilizada es de enfoque cuantitativo, nivel correlacional y tiene diseño experimental, la muestra es no probabilística y consiste en la contabilización de horas hábiles de los equipos y sus distintas aplicaciones, como horas operativas efectivas, demoras operativas, no operativas y horas de mantenimiento. El resultado de la investigación determina una mejora de la productividad a través del incremento de los índices operacionales (Disponibilidad Física de 77.285% a 80.537%, índice de mantenimiento de 2.065 a 2.605 horas operativas por hora de mantenimiento, índice de utilización de 60.697% a 62.956%, aprovechamiento de 46.909% a 50.703% y factor operacional 84.725% a 86.578%). Reducción de la tarifa horaria de los equipos de carguío de 143.59 $/h a 137.83$/h.

Palabras clave: OneMine, telemetría, indicadores de rendimiento, productividad, costos operativos.

ABSTRACT

The present work called "Optimization of performance and productivity in the improvement of loading equipment with the implementation of the OneMine system in the Upper Angela Vein Zone NV. 4500 in the Inmaculada – Hochschild Mining Unit, Ayacucho", recorded during the year 2022 monthly productivity reports in the months of September and October where it was not possible to comply with the planned progress in the established programs, during the analysis problems were identified in loading, time control and the inefficient allocation of equipment for the mineral extraction cycle. That is why the OneMine system is implemented that involves the remote collection and transmission of data in real time, worker safety and operational efficiency; Not only does this technological approach allow for continuous monitoring, but it also facilitates informed decision-making and productivity maximization. The objective of this study is to determine the implementation of the OneMine system in order to improve the performance and productivity of loading equipment in the Upper Angela Vein Zone in the Inmaculada Mining Unit; as well as, to reduce non-operational times and operational delays and to increase the mechanical availability and utilization factor of the loading equipment applied to the OneMine system. The methodology used is quantitative, correlational level and has an experimental design, the sample is non-probabilistic and consists of the accounting of working hours of the equipment and its different applications, such as effective operating hours, operational delays, non-operational and maintenance hours. The result of the research determines an improvement in productivity through the increase of operational indices (Physical Availability from 77.285% to 80.537%, maintenance index from 2.065 to 2.605 operating hours per hour of maintenance, utilization rate from 60.697% to 62.956%, utilization from 46.909% to 50.703% and operational factor 84.725% to 86.578%). Reduction of the hourly rate of loading equipment from $143.59/h to $137.83/hr.

Keywords: OneMine, telemetry, performance indicators, productivity, operating costs.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN 1

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 1

1.1.1. Interrogante general 2

1.1.2. Interrogantes específicas 2

1.2. OBJETIVOS 2

1.2.1. Objetivo general 2

1.2.2. Objetivos específicos 3

1.3. JUSTIFICACIÓN 3

1.3.1. Justificación teórica 3

1.3.2. Justificación práctica 3

1.3.3. Justificación metodológica 4

1.4. HIPÓTESIS 4

1.4.1. Hipótesis general 4

1.4.2. Hipótesis específicas 4

1.5. VARIABLES 5

1.5.1. Variable Independiente 5

1.5.2. Variable Dependiente 5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 7

2.1. ANTECEDENTES 7

2.1.1. Antecedentes Internacionales 7

2.1.2. Antecedentes Nacionales 10

2.1.3. Antecedentes Locales 14
2.2. BASES TEÓRICAS 15
2.2.1. Medición de la producción y rendimiento de las operaciones mineras 15
2.2.2. Tecnologías y Sistemas de Gestión de Flotas 26
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 47
CAPÍTULO III METODOLOGÍA 51
3.1. PROCEDIMIENTOS 51
3.1.1. Lugar de ejecución 51
3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 53
3.2.1. Tipo de investigación 53
3.2.2. Nivel de investigación 54
3.2.3. Diseño de investigación 54
3.3. Materiales y Equipos 54
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA 54
3.4.1. Población 54
3.4.2. Muestra 55
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN 55
3.5.1. Técnica de recolección de datos 55
3.6. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS 56
3.7. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS 57
3.7.1. Técnica de Análisis: Modelo de regresión lineal simple 57

3.7.2. Modelo estadístico: *t de Student* 60

CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 63

4.1. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ONEMINE 63

4.1.1. Instalación en los equipos 63

4.1.2. Instalación de Tag en las labores 73

4.2. CAPACITACIÓN Y EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE OPERADORES ……...77

4.3. ANÁLISIS TÉCNICO COMPARATIVO 80

4.4. RESUMEN DE HORAS MÁQUINA EMPLEADAS POR LOS SCOOP (AÑO 2022) ……...82

4.5. CÁLCULO DE RENDIMIENTOS DE SCOOP (AÑO 2022) 85

4.6. RESUMEN DE HORAS MÁQUINA EMPLEADAS POR LOS SCOOP (AÑO 2023) ……...86

4.7. CÁLCULO DE RENDIMIENTOS DE SCOOP (AÑO 2023) 89

4.8. RESULTADOS COMPARATIVOS EN LAS EFICIENCIAS 90

4.9. MODELAMIENTO LINEAL DE RENDIMIENTOS 90

4.10. REDUCCIÓN DE COSTOS 93

CAPÍTULO V DISCUSIÓN 97

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES 100

CAPÍTULO VII RECOMENDACIONES 102

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 103

ANEXOS 112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Operacionalización de variables* 6

Tabla 2. *Tiempo Total y las Demoras y Planificadas y no Planificadas: Distribución* 17

Tabla 3. *Distribución de tiempo disponible* 18

Tabla 4. *Interacción del sistema OneMine a 5 días de instalación* 58

Tabla 5. *Resultados estadísticos para análisis de t de Student* 61

Tabla 6. *Resumen de horas máquina de equipos Scoop (2022)* 82

Tabla 7. *Resumen de horas no trabajadas (2022)* 84

Tabla 8. *Resumen de horas máquina del Scoop (2023)* 86

Tabla 9. *Resumen de horas no trabajadas (2023)* 88

Tabla 10. *Tabla de comparación de rendimientos* 90

Tabla 11. *Horas de mantenimiento y operación por equipo* 91

Tabla 12. *Horas de mantenimiento preventivo y operación por equipo* 92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Mejora de la productividad de activos - una visión general* 16

Figura 2. *Tiempo programado: Mapa conceptual* 18

Figura 3. *Plano de ubicación de la Unidad Minera Inmaculada* 52

Figura 4. *Plano general de ubicación de instalaciones superficiales* 53

Figura 5. *Interacción del sistema OneMine vs Utilización del equipo* 59

Figura 6. *Representación gráfica del Valor Crítico de t y valor Estadístico t* 62

Figura 7. *Dispositivos del sistema OneMine: MTBox y Pantalla* 63

Figura 8. *Interfaz gráfica de usuario* 64

Figura 9. *Ingreso de Nº SAP (DNI) de operador* 65

Figura 10. *Ingreso de horómetro del equipo* 65

Figura 11. *Ingreso del nivel de combustible* 66

Figura 12. *Llenado virtual de checklist* 67

Figura 13. *Estado actual de los equipos* 67

Figura 14. *Actividad específica en el estado Operativo* 68

Figura 15. *Demora Operativa específica* 69

Figura 16. *Actividad específica en el estado No Operativo* 70

Figura 17. *Actividad específica en el estado de Mantenimiento* 71

Figura 18. *Actividad de prueba en Mensajería* 72

Figura 19. *Instalación y posicionamiento del dispositivo RFID y Wifi en los Scoop* ... 73

Figura 20. *Visualización de Tag anclado y señalizado en hastial de labor* 74

Figura 21. *Tag ubicado en refugio* 74

Figura 22. *Tag ubicado en cámara de carguío* 75

Figura 23. *Tag ubicado en tajo de producción* 75

Figura 24. *Tag ubicado en taller Trackless* 76

Figura 25. *Tag ubicado en echadero* 76

Figura 26. *Operador ingresando datos a través de la pantalla táctil – Sistema OneMine* 77

Figura 27. *Evidencia de la capacitación en el sistema OneMine* 78

Figura 28. *Dashboard de utilización de equipos* 79

Figura 29. *Resumen de productividad de scoops en el mes de octubre (2023)* 79

Figura 30. *Programa de capacitación para operadores con bajo rendimiento* 80

Figura 31. *Utilización de Scoops sin la implementación de OneMine* 81

Figura 32. *Utilización de Scoops con la implementación de OneMine* 81

Figura 33. *Regresión lineal horas de mantenimiento vs. horas de operación* 91

Figura 34. *Regresión lineal horas de mantenimiento preventivo vs. horas de operación* 92

Figura 35. *Cálculo de la tarifa horaria sin el sistema OneMine* 94

Figura 36. *Cálculo de la tarifa horaria aplicando el sistema OneMine* 95

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

KPI	: Indicador clave de rendimiento
m.s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar
Nv.	: Nivel
s.f.	: Sin fecha
DM	: Disponibilidad Mecánica
UEBD	: Utilización efectiva en base a la disponibilidad
R	: Rendimiento
RFID	: Identificación por radio frecuencia
INGEMMET	: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
TM/h	: Toneladas por hora
TM/Gdia	: Toneladas por guardia

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Unidad Minera Inmaculada está situada entre 3900 y 4800 m.s.n.m., al Sur del Perú dentro de la Provincia de Parinacochas y Paucar del Sara Sara en el Departamento de Ayacucho, situado aproximadamente en la Latitud 14°57'27"S y Longitud 73°14'42". En la actualidad, la unidad minera se encuentra realizando la explotación de las estructuras Angela, Brenda y Keyla por los métodos de explotación de taladros largos en Bench and Fill y, Corte y Relleno Ascendentes de tipo mecanizado y convencional de acuerdo a criterios de geometría y grado de distribución de la estructura, características mecánicas del macizo rocoso, entre otros, los cuales se planifican en los planes de minado.

Durante el año 2022, se registraron informes mensuales de productividad en la Zona Alta de la Veta Angela, los cuales no lograron cumplir con los avances planificados en los programas establecidos por la empresa minera para ese periodo. Durante el análisis preliminar llevado a cabo en septiembre y octubre del 2022, se identificaron problemas en particular en el proceso de carguío, acarreo y transporte en el nivel de operación 4500. El control de tiempos y la asignación ineficiente de equipos para el ciclo de extracción de minerales en los meses mencionados emergieron como los factores más críticos que contribuyeron a no alcanzar los objetivos previstos. Muchos de estos incluyeron un excesivo tiempo en esperas de los camiones FMX y equipos Scooptram para el carguío, acarreo y transporte de material, las colas surgidas en las cámaras de carguío, deficiente coordinación en los trabajos, ausencia de órdenes de trabajo a los operadores, incumplimiento de la realización del CheckList por parte de los trabajadores antes de realizar su jornada de trabajo, incumplimiento del plan de mantenimiento preventivo, y paradas prolongadas por inspecciones inopinadas en los equipos. De ese modo, hacia

finales del año 2022, el departamento de Ingeniería y Planificación de la Unidad Minera Inmaculada decidió colaborar con la empresa MiningTAG para implementar la tecnología OneMine en la unidad en mención con la flota de equipos de carguío (ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22). Esta implementación fue llevada a cabo con la finalidad de elevar el control sobre la flota de vehículos de carga y transporte a partir del año 2023, desempeñando la optimización de la operación, asegurar el tonelaje y calidad del mineral a ser tratado y como pilar significativo el proteger la vida y la salud de nuestros colaboradores, la propiedad y medio ambiente.

1.1.1. Interrogante general

¿Cuál es la implementación del sistema OneMine en el propósito de mejora del rendimiento y productividad de los equipos de carguío en la Zona Alta Veta Angela en la Unidad Minera Inmaculada?

1.1.2. Interrogantes específicas

- ¿Cómo reducir los tiempos no operativos y demoras operativas de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine?
- ¿Cómo incrementar la disponibilidad mecánica y el factor de utilización de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Determinar la implementación del sistema OneMine en el propósito de mejora del rendimiento y productividad de los equipos de carguío en la Zona Alta Veta Angela en la Unidad Minera Inmaculada.

1.2.2. Objetivos específicos

- Reducir los tiempos no operativos y demoras operativas de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine.
- Incrementar la disponibilidad mecánica y el factor de utilización de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine.

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1. Justificación teórica

La implementación del sistema de gestión de flota OneMine resultará en una significativa mejoría en la supervisión de la planificación a corto plazo en la operación y en la administración de los equipos de carguío en la Unidad Minera Inmaculada, específicamente en la Zona Alta Veta Angela NV 4500. Esta implementación fomentará un incremento considerable en la eficacia y rendimiento de estos equipos Scoop (ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22), al mismo tiempo, generará efectos positivos en otros equipos interconectados de manera estrecha, como los camiones destinados al transporte de material. Esto se logrará a través de la evaluación en tiempo real de indicadores de rendimiento, la automatización de asignación de tareas y el uso de herramientas de gestión para abordar eventualidades en las operaciones.

1.3.2. Justificación práctica

La optimización en la administración de los equipos de transporte disminuirá los lapsos en que los equipos permanecen inoperativos y los tiempos de esperas en los procesos de carguío y acarreo de material, así como el control de los tiempos de mantenimiento y las labores de reparación contribuirán al incremento en la disponibilidad mecánica de los equipos Scoop y potenciarán el factor de utilización de los mismos. De esta forma, se garantiza el incremento del rendimiento de toda la flota (ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22)

y el cumplimiento de la producción planeada en el programa de avances (diario, semanal, mensual, trimestral y anual) de la Unidad Minera Inmaculada.

1.3.3. Justificación metodológica

La implementación de un sistema de control de flotas inteligente en la administración de equipos de minería subterránea, como OneMine, aporta a la eficacia operativa y al aumento de los niveles de seguridad, así como en el incremento de la rentabilidad global de las operaciones mineras al optimizar el uso de recursos y cumplimiento de metas de producción. En tal sentido, el aporte de esta investigación es innovador debido a que proporciona la metodología de trabajo aplicando tecnología capaz de resolver problemas actuales en la minería subterránea y en tiempo real.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

El sistema OneMine mejora de manera positiva en el propósito de optimizar el rendimiento y productividad de los equipos de carguío en la Zona Alta Veta Angela en la Unidad Minera Inmaculada.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La reducción de los tiempos no operativos y demoras operativas de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine optimiza el incremento de los rendimientos y productividad de los equipos de carguío.
- El incremento de la disponibilidad mecánica y el factor de utilización de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine optimiza el incremento de los rendimientos y productividad de los equipos de carguío.

1.5. VARIABLES

1.5.1. Variable Independiente

Implementación del sistema OneMine

El sistema de gestión de flotas (FMS), es un término mayormente utilizado para referirse a una extensa gama de soluciones para las diferentes aplicaciones de flotas en los campos ya sea de transporte, la distribución y la logística: así mismo, implica una planificación específica, supervisión y control de las operaciones de la flota según los equipos disponibles y las restricciones de la aplicación (Bnouachir et al., 2020).

El Fleet Management System (FMS) por sus siglas en inglés tiene como objetivo reducir los riesgos, incrementar la calidad del servicio y optimizar la eficiencia operativa de una flota minimizando costes (Billhardt et al., 2014).

1.5.2. Variable Dependiente

Rendimiento y productividad de equipos de carguío

Productividad, relación que se da entre la producción obtenida y los recursos (tiempo, mano de obra, equipo) utilizados para obtenerla (Belete et al., 2016).

Se entiende por rendimiento correspondiente al equipo a operar bajo condiciones específicas establecidas previo a la operación. El rendimiento real difiere de lo teórico, según cómo se opere el equipo en las condiciones pronosticadas (Caterpillar_Inc., 2009).

Tabla 1.
Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	HERRAMIENTAS
VARIABLE INDEPENDIENTE Implementación del sistema OneMine	El sistema de gestión de flotas (FMS), es un término mayormente utilizado para referirse a una extensa gama de soluciones para las diferentes aplicaciones de flotas en los campos ya sea de transporte, la distribución y la logística: así mismo, implica una planificación específica, supervisión y control de las operaciones de la flota según los equipos disponibles y las restricciones de la aplicación (Bnouachir et al., 2020). El Fleet Management System (FMS) por sus siglas en inglés tiene como objetivo reducir los riesgos, incrementar la calidad del servicio y optimizar la eficiencia operativa de una flota minimizando costes (Billhardt et al., 2014).	• Control • Planificación • Integración	• Rendimiento de Flota (TM/h) • Tiempo de inactividad(h) • Disponibilidad del sistema (%)	• Fichas de registro • Base de datos del sistema OneMine • Entrevistas con operadores de la flota
VARIABLE DEPENDIENTE Rendimiento y productividad de equipos de carguío	Productividad, relación que se da entre la producción obtenida y los recursos (tiempo, mano de obra, equipo) utilizados para obtenerla (Belete et al., 2016). Se entiende por rendimiento correspondiente al equipo a operar bajo condiciones específicas establecidas previo a la operación. El rendimiento real difiere de lo teórico, según cómo se opere el equipo en las condiciones pronosticadas (Caterpillar_Inc., 2009).	• Eficiencia operativa • Gestión de mantenimiento • Costo operativo	• Toneladas por hora (TM/h) • Horas efectivas de trabajo (h) • Tiempo medio entre fallas (MTBF) • Tiempo medio en reparación (MTTR) • Disponibilidad mecánica (%) • Factor de utilización (%) • Toneladas por guardia (TM/Gdia) • Costo de carguío ($/TM)	• Registro de producción • Registros de mantenimiento • Base de datos del sistema OneMine • Horómetros

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Como antecedentes de investigación se tienen los siguientes:

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Manrique et al. (2022) comentan acerca de la implementación de un sistema de relacionado al despacho en operaciones de minería subterránea. La empresa Nexa Resources escoge la mina Vazante ya que es la mina más representativa del grupo, su producción es de 3900 TMD hasta antes de entrar al mercado peruano. Dicho esto, se inicia una mejora automatizada antes del 2019. La mejora implementada en la mina mantiene una productividad laboral, pero se debe identificar los impactos que causa los sistemas de despacho. Como objetivo se contribuye de manera literaria el cambio estructural en la cadena productiva laboral. El enfoque Cobb Douglas-LEMS evalúa la eficiencia y presenta un análisis multivariable a largo plazo. Los hallazgos son esenciales para la toma de decisiones operativas en la minería subterránea, verificando la integración del sistema de gestión subterránea. Se llegó a la conclusión que para estimar la rentabilidad es vital una evaluación financiera y económica.

Quiroga (2016) como objetivo se encarga de diseñar una herramienta computacional de control KPI para operadores de principales equipos de carguío y transporte con la finalidad de la obtención de una directriz de trabajo y tener una mejora en las prácticas operacionales en la mina Los Bronces. La metodología se centra en la familiarización de la información, estudios de sistemas de gestión y manejo con la reportabilidad, escoger equipos con mayor impacto, revisión literaria, identificar y seleccionar el KPI más destacado, recopilación y obtención de datos, análisis de datos por cada KPI, construir un diseño interfaz, entrega de la herramienta de manera previa, herramienta entregada al

final. Se llegó a la conclusión que la herramienta computacional planteada apoya a una mejora de la productividad individual y una adecuada gestión de indicadores mineros.

Bahamóndez (2017) como objetivo desarrolla e implementa un sistema de gestión que mejore los componentes de los equipos de carguío y transporte en la mina Escondida. La metodología es la Six Sigma que identifica el componente que no cumple su vida útil, luego se procede al análisis del desgaste prematuro y finalmente selecciona la medición de la causa. Los resultados evidencian que, los elementos no alcanzan su duración esperada. Las mejoras se hicieron en tres etapas encargadas de generar información, mantenimiento de información organizativa y las acciones centradas en los reforzamientos. Con las mejoras se llegó a la conclusión de la disminución de 52% de cantidad de eventos operacionales de los camiones al mes.

Bonzi (2016) como objetivo principal tiene la incorporación de mejoras operaciones con la finalidad del cumplimiento de compromisos de mejoras de disponibilidad de adquiridos en 2015. La metodología se centra en un análisis de base de datos, un estudio de operación por unidad, levantamiento de datos del terreno y las propuestas de mejora en índices de operación. Se llega a la conclusión que la empresa debe gestionar un reporte ya que carece de confiabilidad de datos y que las decisiones tomadas no sean erróneas. Además, la minera Pelambres tiene desafíos llamativos como la falta de comunicación, planificación y desarrollo de caminos, traslado de carguío y operadores, entre otros.

Bnouachir et al. (2020) en su artículo introduce un enfoque innovador para los Sistemas de Gestión de Flotas (FMS, por sus siglas en inglés), con un enfoque específico en el control en tiempo real de equipos de minería a través de un sistema multiagente. Las arquitecturas tradicionales de FMS enfrentan limitaciones en entornos abiertos y dinámicos, dificultando la escalabilidad y autonomía. Nuestra propuesta de arquitectura

de FMS distribuida e inteligente, diseñada para minas a cielo abierto, aprovecha algoritmos de inteligencia artificial de alto rendimiento y un mecanismo de percepción basado en IoT, gobernado por un sistema de decisión integrado. Esto mejora la agilidad y capacidad de respuesta a los requisitos de los usuarios, alineándose con estándares de la industria como el ISA 95. En conclusión, hemos delineado el marco de este FMS inteligente, que incluye las capas de vehículos, procesamiento y decisión, con una implementación inicial y pruebas en la mina experimental de Benguerir. El trabajo futuro implica refinar el sistema, evaluarlo según los criterios de ISA 95, optimizar los algoritmos de despacho e implementar completamente la arquitectura del FMS inteligente.

Samatemba, B., Zhang, L., & Besa, B. (2020) en su artículo expresa que la producción de mineral implica perforación, carga y transporte. La mina subterránea Chibuluma South fue elegida como caso de estudio debido a su modernización y uso de equipos sin rieles. El uso efectivo de un equipo depende de su utilización, disponibilidad y antigüedad, la productividad juega un papel importante para garantizar que esto sea posible. El uso del software Rstudio para desplegar un algoritmo productivo y eficaz que se manejará como una herramienta importante para la optimización y eficacia de los equipos, y reducir costos en general. El futuro de la mayoría de las industrias hoy en día está en la inercia de la tecnología y la industria minera no es una excepción a este fenómeno.

Park, S., Choi, Y. (2021) en su artículo pronuncia un sistema para recopilar y analizar datos de registros relacionados con los tiempos de viaje de los camiones en minas subterráneas utilizando Bluetooth y tablets. Por medio de una tablet enlazada en un camión recoge la señal, la información se compila y se carga en un servidor en una nube. Cabe mencionar que, un programa de procesamiento de datos integra los archivos de datos de registro cargados, calculando los valores estadísticos para cada mecanismo

de la ruta de transporte. El sistema desarrollado se aplicó en la mina subterránea de piedra caliza ubicada en Jeongseon, Corea, para diagnosticar y analizar las rutas de transporte en el área de estudio. Como consecuencia de este análisis se pudo seleccionar tramos en los que el tiempo de transporte por camión fue estable e inestable. Conjuntamente, fue posible analizar las causas de las secciones a través de registros de producción y entrevistas al personal de campo.

Jian, G. L., Kai, Z. (2018) en su artículo analiza el estado actual de la investigación y la tendencia de desarrollo de tecnologías inteligentes para minas subterráneas de metales en China, donde dichas tecnologías están en desarrollo para su uso de recursos minerales de una manera segura, eficiente y respetuosa con el medio ambiente. Se presenta los últimos equipos y tecnologías con derechos de propiedad intelectual independientes para minería no tripulada, incluidas tecnologías de control inteligentes y no tripulados para jumbos de perforación de rocas, perforadoras de fondo de pozo (DTH), raspadores subterráneos, camiones de minería subterránea y vehículos de carga subterráneos. Se probaron equipos no tripulados en la mina de plomo y zinc Fankou en China, y en la mina se llevaron a cabo pruebas industriales en las plataformas básicas de minería inteligente y no tripulada. El experimento se centró en el raspador inteligente, que puede lograr una conducción autónoma e inteligente basándose en un sistema de comunicación inalámbrico, un sistema de localización y navegación y un sistema de adquisición de datos.

2.1.2. **Antecedentes Nacionales**

Cuti (2019) como objetivo determina los indicadores de rendimiento que mejoren la productividad de los equipos de acarreo, carguío y transporte en la Zona de Nazareno de Mina Chipmo. La unidad de estudio se centra en Orcopampa distrito, provincia de Castilla de la región de Arequipa. La metodología es tipo experimental, de nivel descriptivo y correlacional, mientras que la metodología que se usa como herramienta de gestión se

encarga de planificar, hacer, verificar y actuar. La selección comprende los equipos LHD, camiones de perfil bajo, Scooptram de 4.2, palas de perfil bajo y el Dumper MT2010 de 20 T. Los datos indican que los parámetros de desempeño de carga son 86,4% y 88,8% en relación a la disponibilidad y 78,4% y 83,8% para la utilización de Scooptram y Dumper, respectivamente. Se llegó a la conclusión que los parámetros importantes que determinan la disponibilidad, uso, tiempo medio de fallas y reparación son las 540 horas al mes.

Esteban y Huaroc (2020) como objetivo implementan una herramienta de gestión que optimice los tiempos inoperantes que incremente la productividad de un sistema de gestión de transporte de desmonte y mineral. La metodología adoptada es de naturaleza descriptiva y tiene un enfoque aplicado con un nivel explicativo. El conjunto de datos abarca las cámaras de carga en las áreas Norte y Sur de la Unidad Minera Huarón S.A. Los instrumentos empleados incluyen la medición de tiempos, informes diarios de trabajo, inspección de equipos, el uso de una laptop y la toma de notas en un cuaderno. Se llegó a la conclusión que, mediante la implementación de una herramienta de gestión, se optimizan los intervalos de inoperatividad en las Zonas Norte y Sur, lo que resulta en una optimización total de 151.42 horas, con un total de 295 viajes realizados en el transcurso de un mes.

Soto, J. (2022) como objetivo se encarga de la optimización de extracción mediante la gestión de indicadores de desempeño Kpi´s de los equipos usados en la minera Huachocolpa Uno en el 2022. La metodología es de tipo descriptiva aplicativa, de nivel experimental con método científico y un diseño de causa y efecto. La muestra es el scoop de acarreo y volquetes de desmonte y transporte mineral establecidos en la extracción del sistema de la unidad minera. Se llegó a la conclusión que mediante una adecuada gestión de Kpi´s optimiza el sistema extractivo, incrementando la capacidad de extracción de

49,90 Toneladas mensuales a 56,646 en el 2022, además del incremento de horas efectivas de 6.5 a 7.9.

Salgado y Nuñez (2021) como objetivo se encargan de reducir los tiempos inoperantes del relevo de personal que operan los equipos de acarreo y carguío en el interior de la mina U.M. Cuajone mediante Six Sigma como metodología. Inicialmente, se recopilaron los datos del sistema de administración JMineOps y la revalidación de información de campo con el registro de tiempos inoperantes y la fase final abarca la información y procesos del relevo de personal. Además, se evaluó los tiempos de tonelaje de arranque en diferentes guardias. Los hallazgos reflejan la disminución de retrasos operativos durante la primera hora de cada período laboral. Se llegó a la conclusión que una adecuada optimización y automatización operacional reduce las demoras operativas en relevo personal.

Camino (2023) como objetivo se encarga de optimizar la eficiencia de manera global de equipos usados en la construcción de caminos y movimientos de tierras del Proyecto Quellaveco. La metodología tiene un enfoque mixto con diseño cuantitativo y cualitativo, de nivel correlacional y de tipo básica-aplicada. Los datos obtenidos reflejan que la eficiencia operativa del camión CAT 794AC CMD es de 81.77%, mientras que para la pala eléctrica CAT 7945 es de 40.36%. El primer valor se considera adecuado, sin embargo, el segundo no cumple con los estándares de World Class según los valores de OERR. Se concluyó que en el caso del camión CAT 794AC CMD existe una presencia ligera de pérdidas económicas y una competitividad ligeramente baja. Por otro lado, en el caso de la pala eléctrica CAT 7945, se identificaron pérdidas económicas significativas y una considerable disminución de la productividad.

Chura, M. (2018) en su investigación se enfoca en abordar los desafíos de competitividad y productividad en el sector minero, particularmente en la mina Cuajone, mediante la optimización del proceso de Cambio de Guardia, que tenía un impacto significativo en la eficiencia operativa. La implementación de un módulo de Cambio de Guardia en el sistema MineOps permitió reducir las demoras operativas en la primera hora de cada turno, mejorando la productividad y aumentando el tonelaje producido en ese período. En resumen, esta optimización resultó en un ahorro del 22% en horas empleadas en el Cambio de Guardia, ganando 195 horas efectivas, y un incremento del 31% en la producción horaria al inicio de turno, equivalente a un tonelaje adicional de 92,175 toneladas. Además, la implementación de pantallas en la sala de Cambio de Guardia simplificó el proceso tanto para operadores como para el personal de movilización, evitando confusiones y pérdida de tiempo en la asignación de equipos. En conclusión, esta mejora contribuye significativamente a la competitividad y productividad en la mina Cuajone.

Silva (2019) en su trabajo de suficiencia profesional, se aborda el proyecto Quellaveco, centrándose en el control de las actividades relacionadas con el movimiento de tierra y la gestión de recursos en campo mediante indicadores de productividad y variables de maquinaria. La metodología se enfoca en identificar las brechas de rentabilidad basadas en la eficiencia presupuestaria y analizar las causas detrás de las distorsiones en la rentabilidad. Los resultados destacan que la maquinaria representa una parte significativa de los costos, pero la mano de obra tuvo un impacto negativo sustancial en la ganancia del proyecto. En conclusión, se enfatiza la importancia de monitorear la rentabilidad desde el inicio hasta el final del proyecto, utilizando indicadores de productividad y el presupuesto como referencia, para identificar y mitigar brechas negativas y potenciar

brechas positivas, asegurando así el cumplimiento de metas y evitando pérdidas económicas.

Soto, F. (2022) en su estudio es mejorar la productividad y eficiencia de los equipos pesados en el proceso de carguío y acarreo en la mina Quellaveco. La metodología se basa en la identificación y análisis de las causas de los tiempos no operativos, centrándose en factores como el tiempo con cucharón suspendido, tiempos de cola y otros indicadores de desempeño. Los resultados demuestran que la planificación adecuada y el control de los tiempos del ciclo de trabajo, junto con el uso de indicadores de desempeño, son fundamentales para una gestión eficiente de los recursos. Se logró reducir el tiempo con cucharón suspendido en un 30% y aumentar la tasa de producción de los equipos de carguío en un 40% y 20% para la pala eléctrica 7495HD y la pala hidráulica 6060BH, respectivamente. En conclusión, este enfoque orientado a la eficiencia y la gestión efectiva del tiempo resulta esencial para mejorar la productividad en la industria minera.

2.1.3. **Antecedentes Locales**

Anchiraico y Rojas (2020) como objetivo optimizan los tiempos inoperantes del proceso de acarreo en labores de exploración de Over Cut and Fill mediante Six Sigma. El método se centra en los datos que muestran los procesos repetitivos en la Unidad Minera Inmaculada como estudio y pretende llevar la calidad a niveles que estén cerca de la perfección, incluso se muestra un sistema de gestión de calidad que también se llama DMAIC encargado de definición, medición, análisis, mejoras y control. Los resultados muestran la presencia de 5 volquetes a través del GPS de la flota. Se llega a la conclusión que es vital la adquisición de un volquete para tener una disminución del tiempo del ciclo de transporte.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Medición de la producción y rendimiento de las operaciones mineras

2.2.1.1. Productividad en minería subterránea

La producción se concentra en los tiempos de trabajo que menciona a los cronómetros como vitales para determinar los estudios de tiempos, pero para su uso se debe determinar si la actividad es existente o nueva (Janania, 2008).

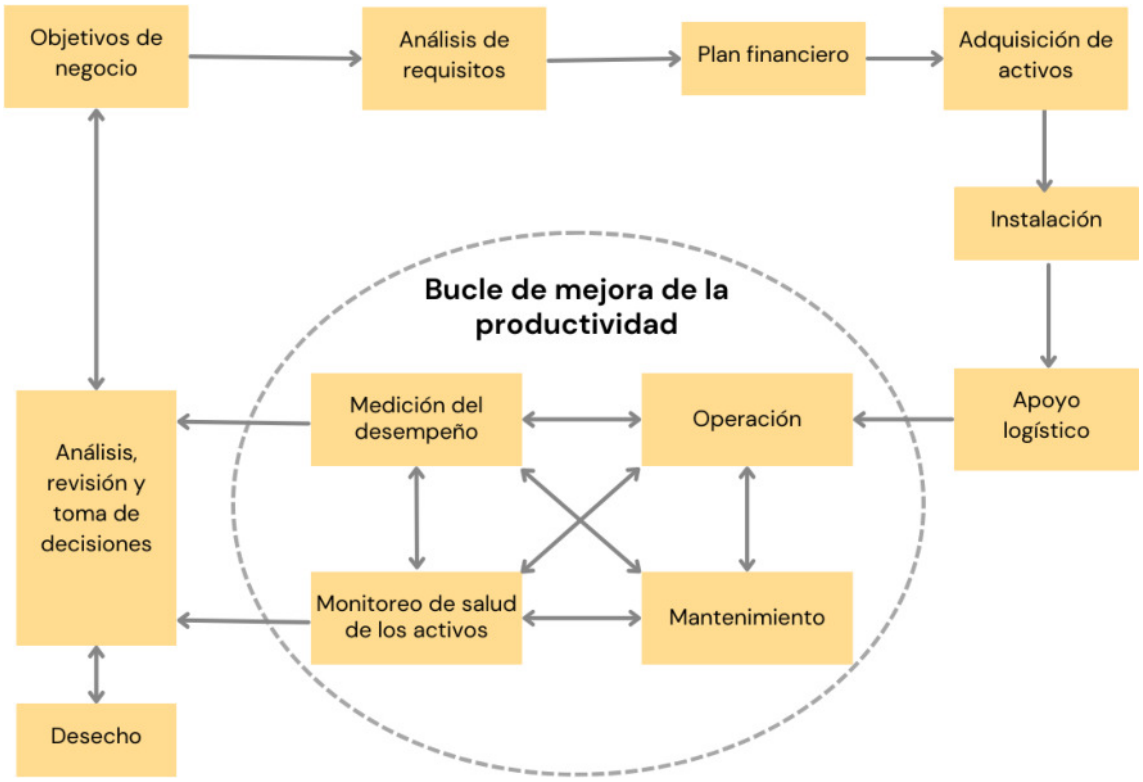
La productividad elimina los malos tiempos de las actividades, sus principales factores son (Esteban y Huaroc, 2020):

- Equipos
- Factor humano

En la actividad minera subterránea las pérdidas en la mano de obra más comunes son: Pérdida de tiempo por falta de control como: Espera de instrucciones, salida y retorno para refrigerio, inoperatividad de los equipos, desplazamientos innecesarios, etc (Bernaola, 2012).

Las pérdidas de rendimiento de equipos más frecuentes en la actividad minera son: Paradas programadas, tiempos muertos, preparación y ajuste, avería de equipos, paradas menores, pérdida de velocidad, por defecto de calidad del equipo, reprocesados y por operación (Bernaola, 2012). En la Figura 1, proporciona una representación visual de cómo se gestionan y optimizan los activos en la industria minera para mejorar la productividad, destacando la importancia de la coordinación, el monitoreo y la toma de decisiones efectivas en este proceso.

Figura 1.
Mejora de la productividad de activos - una visión general



Nota: Adaptado de "Desarrollo de un marco jerárquico de múltiples criterios para la medición del rendimiento del mantenimiento (MPM)", por Parida, (2006).

2.2.1.2. Estudio de tiempos operativos como factor clave en la mejora de producción

Tiempo total

Ramírez (2006) lo conoce como el tiempo calendario o cronológico con los valores de 24 horas al día, mensual y anual. En la Tabla 2, se muestra la distribución de la gestión de tiempos en las operaciones mineras, desglosando el tiempo de programación total en la Disponibilidad de tiempo total detallando el operado efectivo, demoras operacionales, demoras no operacionales y programado. Así mismo, el total de tiempo en Mantenimiento especificando correctivos y no programados.

Tabla 2.
Tiempo Total y las Demoras y Planificadas y no Planificadas: Distribución

Total de tiempo					
Programación de tiempo					
Disponibilidad de tiempo			Mantenimiento del tiempo		Tiempo no programado
Operando efectivo (encendido de motor)	Demoras operacionales (encendido de motor)	Demoras no operacionales (apagado del motor)	Programado (planeación)	Correctivo (falta de planeación)	

Nota: Tomado de *Sistema de gestión del tiempo en operaciones mineras: Concepto de gestión de tiempos*, por Ramírez, (2006).

Tiempo no programado

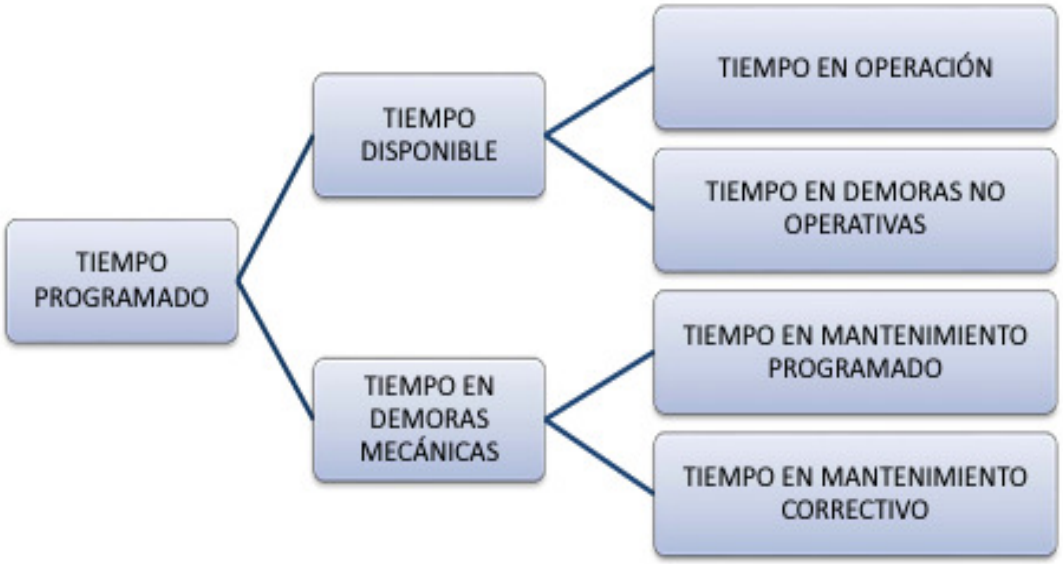
Según Ramírez (2006) se trata de un período en el que el equipo está inactivo, independientemente de su disponibilidad. Es vital el área de mantenimiento y logística**.**

- Retrasos no operativos programados.
- Aguarde de las piezas de repuesto.
- Clima adverso.
- Interrupción total de energía.
- Reparar en las afueras de los talleres de la minera.
- Trabajo de no performance.

Tiempo programado

Es el tiempo para cumplir actividades de carácter productivo, el mantenimiento requiere de intervención de equipos que reparen e inspeccionen mecánicamente el equipo (Ramírez, 2006). En la Figura 2, se tiene un ejemplar del mapa conceptual del tiempo programado dividido en tiempos disponibles y el tiempo en demoras mecánicas.

Figura 2.
Tiempo programado: Mapa conceptual



Nota: Tomado de *Sistema de gestión del tiempo en operaciones mineras: Concepto de gestión de tiempos*, por Ramírez, (2006).

Tiempo disponible

Se entiende por el tiempo donde la maquinaria o equipo presenta condiciones para tener trabajos productivos (Ramírez, 2006). En la Tabla 3, se despliegan dichos tiempos en motor encendido como una demora operativa y motor apagado como demora no operativa internamente del tiempo efectivo en la operación.

Tabla 3.
Distribución de tiempo disponible

Tiempo disponible		
Efectivo	Demoras en operación (motor prendido)	Demoras no operativas (apagado del motor)

Nota: Tomado de *STRGyM_CONST_OT_01: Definiciones de disponibilidad física, stand-by, demoras operativas y utilización*, por STRACONGYM, (2014).

- **Tiempo de operación efectiva**

Según Ramírez (2006) se asigna a las tareas fundamentales, y la duración de los ciclos de trabajo está condicionada por las máquinas empleadas, las circunstancias de operación y la destreza en la maniobrabilidad.

  - Preparación y conclusión del trabajo.
  - Operaciones auxiliares.
  - Tiempo de ciclo operativo.

- **Demoras operativas**

Son las horas donde el motor este prendido, pero no realiza ninguna actividad productiva (STRACONGYM, 2014).

Demoras operacionales (motor prendido).

  - Arranque y chequeo de máquinas.
  - Desplazamiento de equipos de un lugar a otro.
  - Llenado de combustible.
  - Acomodación del equipo al finalizar el turno.
  - Chancadora en espera.
  - Carguío esperado.
  - Descarga en espera.
  - Falta de equipos de acarreo.

Tiempo de mantenimiento

- **Tiempo de mantenimiento programado**

Es el tiempo de trabajo de una determinada área de mantenimiento planeado con anticipación (STRACONGYM, 2014).

Programa (planeado).

- Mantenimiento de servicio preventivo.
- Reparación predictiva.
- Reparación programada.
- Lubricación.

- **Tiempo de mantenimiento correctivo**

Es el tiempo perteneciente al mantenimiento, pero no está planeado, involucra el área de operaciones como causa de los daños (STRACONGYM, 2014).

Correctivo no planeado.

- Avería en equipos durante el tiempo efectivo.
- Reparación de avería.
- Tiempo de reparación.
- Demora en respuesta del aviso de falla.
- Espera de reparación.

2.2.1.3. Indicadores en el ciclo de minado subterráneo

Indicadores mecánicos

Según Soto, F. (2022) se refiere a la capacidad física o mecánica de los equipos e instalaciones en relación con los rendimientos y producciones por unidad de tiempo.

Indicadores de consumo

Exponen las medidas de los componentes consumidos para lograr una unidad de producto comercial y su rendimiento en términos de insumos.

Indicadores de mina

Muestran la relación o proporción de la materia prima de cualquier mineral y las que fluyen por las diversas etapas extractivas y beneficiosas.

Indicadores de desempeño

Se encarga de la medición de rendimiento o desempeño, medida relacionado al nivel de rendimiento de un proceso determinado. Guarda una relación con el objetivo fijado de manera previa y se expresa de manera porcentual.

Índices Mineros

Los que muestran las relaciones y/ o proporciones que toma la materia prima mineral y sus leyes al fluir por las distintas etapas del proceso de extracción y beneficio (ejemplo razón estéril/mineral).

Índices de Resultados

Indican y miden la relación entre logros planeados y reales para un periodo determinado (por ejemplo, ton Cu fino/mes).

Los índices de resultados aplicados al rendimiento de equipos están asociados a:

- Uso, funcionamiento y operación.
- Mantención electromecánica.
- Reemplazo oportuno y adecuado.

La optimización se concibe como como máxima disponibilidad operativa y rendimiento realizando el menor costo de inversión, operación y mantención posibles.

2.2.1.4. Descripción de índices mineros

Tiempo Cronológico o Calendario (TCR)

Son las horas correspondientes al tiempo calendario natural como días, meses, años, etc., y se divide en dos tiempos que corresponden a:

- Tiempo Hábil.
- Tiempo Inhábil.

Tiempo Hábil u Horas Hábiles (HH):

Son las horas dentro de la actividad en las que se contabilizan la producción y mantención de los elementos de producción y/ o infraestructura, está dividido en:

- Operación.
- Reserva.
- Mantención.

Tiempo Inhábil u Horas Inhábiles (HIN):

Son momentos en los que los trabajadores detienen sus actividades productivas y/o el mantenimiento de sus elementos y/o infraestructura por razones como:

- Las interrupciones programadas incluyen los domingos, las festividades, las vacaciones colectivas, las colaciones, entre otras.
- Los eventos imprevistos se deben a factores naturales como las lluvias, los temblores y la nieve, así como a factores ajenos al control de la actividad, como la falta de energía eléctrica, los retrasos en la llegada del transporte de personal y la ausencia colectiva debido a epidemias.

Tiempo de Operación u Horas de Operación (HOP):

Son las horas en que la unidad o instalación se encuentra entregada a su(s) operador(es), en condiciones electromecánicas de cumplir su objetivo o función de diseño y con una tarea o cometido asignado. Este tiempo se divide en:

- **Tiempo Efectivo u Horas Efectivas (HEF):** Son las horas en que la unidad de equipo o instalación está funcionando y cumpliendo su objetivo de diseño.
- **Tiempo de Pérdida Operacional u Horas de Pérdidas (HPE):** Son las horas en que la unidad de equipo o instalación, estando en condiciones electromecánicas de cumplir su objetivo de diseño, a cargo de su(s) operador(es) y con una tarea asignada, no puede realizarla por motivos ajenos a su funcionamiento intrínseco, como son los traslados, esperas de equipo complementario y en general por razones originadas en la coordinación de las operaciones.

Tiempo de Reserva u Horas de Reserva (HRE):

Es el período de tiempo en el que la unidad de equipo o instalación, estando en condiciones electromecánicas para realizar su función u objetivo de diseño, no puede hacerlo debido a una o más de las siguientes razones:

- Ausencia de operador o capacidad prevista de equipo complementario o accesorio.
- El plan de trabajo no lo requiere.
- No permitirlo entrar en el área donde debería desempeñar su trabajo.

Tiempo de Mantenimiento u Horas de Mantención (HMT):

Las horas hábiles comienzan cuando una unidad de equipo o instalación no puede realizar sus funciones objetivas o de diseño por defecto, sufre una falla en sus sistemas electromecánicos o ha sido entregada a mantención y/o reparación y permanece en su área de trabajo o estacionamiento en condiciones físicas de operación normal. Se divide el tiempo de mantención en:

- Esperas de personal, apoyo y/o repuestos.
- Transporte tanto hacia como hacia los talleres, estaciones de mantenimiento o reparación.
- Mantenimiento y/o reparación en tiempo real, moverlos o esperarlos en los lugares de reparación y mantenimiento.

2.2.1.5. Índices operacionales

Disponibilidad Física

Es la cantidad de horas hábiles totales en porcentaje en las que el equipo está en condiciones físicas para lograr su objetivo de diseño como se muestra en la Ecuación 1.

$$DF = \frac{(HOP + HRE) \times 100\%}{HH} \qquad \text{Ecuación (1)}$$

Este indicador está inversamente proporcional a la edad del equipo y a la eficiencia de su mantenimiento y/o reparación, y directamente proporcional a la calidad y a la eficiencia de su mantenimiento y/o reparación.

Índice de Mantenimiento

Es el tiempo en horas que el equipo es operado por cada hora invertida en su mantención y /o reparación, tal como se visualiza en la Ecuación 2.

$$IM = \frac{HOP}{HMT} \qquad \text{Ecuación (2)}$$

Índice de Utilización

Es la cantidad de tiempo, expresada en porcentaje, en la que el equipo funciona por cada hora en la que está físicamente disponible o en condiciones de cumplir su objetivo de diseño como se presenta en la Ecuación 3.

$$UT = \frac{HOP \times 100\%}{HOP + HRE} \qquad \text{Ecuación (3)}$$

Aprovechamiento

Es la fracción del total de horas hábiles, expresada en porcentaje, en que el equipo físicamente disponible es operado en su función de diseño, incluidas sus pérdidas operacionales, tal como se describe en la Ecuación 4.

$$A = \frac{HOP \times 100\%}{HH} \qquad \text{Ecuación (4)}$$

Factor Operacional

Es la cantidad de tiempo, expresada en porcentaje, en la que el equipo completa efectivamente su función de diseño por cada hora de operación, véase en la Ecuación 5.

$$FO = \frac{HEF \times 100\%}{HOP} \qquad \text{Ecuación (5)}$$

Es inversamente proporcional al tiempo de pérdida operacional.

Rendimiento de equipos de carguío

Corresponde al peso o volumen de producción teórico que un equipo específico puede generar en una unidad de tiempo (Mayhua, 2020), como de describe en la Ecuación 6.

$$\mathrm{R} = \frac{N°c\ x\ Cc\ x\ Fll\ x\ Ds}{1+\mathrm{Fe}} \qquad \text{Ecuación (6)}$$

Donde:

- N°c: es el número de ciclos por hora
- Cc: cuchara posee una capacidad real
- Fll: factor de llenado
- Ds: suelo roto expresado en densidad
- Fe: factor de esponjamiento

2.2.2. Tecnologías y Sistemas de Gestión de Flotas

2.2.2.1. Sistema de control de flotas Mining Tag OneMine

Se encarga de brindar una visibilidad de personal, soluciones y activos de gestión de flotas que impulse la productividad y seguridad. La recolección de datos automatizados inicia con los sensores, donde se muestran sistemas de control automático y la respectiva

visualización de datos. Como objetivo tiene ser una empresa líder para soluciones de automatización y seguimiento, además ser reconocidos como una empresa que busque soluciones tecnológicas que se centren en soluciones innovadoras.

El equipo apoya desde el diseño de solución hasta su funcionamiento y posible mantenimiento del sistema. Se adapta a nuevas tecnologías mediante formas innovadoras y destacan sus procesos de gestión cambio que disminuyen la tendencia de rechazo a nuevas tecnologías. Tienen una alta confiabilidad en materia a soluciones y crean soluciones innovadoras a un costo bajo (MiningTAG, s.f.).

2.2.2.2. Descripción del sistema de control de flota OneMine

MT OneMine constituye un sistema de Administración de Producción diseñado específicamente para operaciones mineras subterráneas. Fundamentado en la avanzada tecnología de RFID desarrollada por Identec Solutions, fusiona la confiabilidad propia de equipos de gama alta con un software de interfaz intuitiva, meticulosamente creada a partir de la perspicacia experta en operaciones mineras.

La utilización de etiquetas de identificación posibilita la ubicación definida de equipos de producción, en las actividades subterráneas, lo que facilita la identificación de su punto de origen y destino en el ciclo productivo. La integración con dispositivos de pesaje, además, posibilita la medición precisa de la producción efectiva (MiningTAG, s.f.).

2.2.2.3. Funcionamiento del sistema de control de flota OneMine

El funcionamiento se concentra en sensores que tiene los equipos. Los datos almacenados y procesados por algoritmos propios en un computador que lleva por nombre MT Box, encargado de la recepción de información de posición a través del uso de tecnología RFID. Luego la información se trasmite por WIFI a una sala que controla el acceso visual de la plataforma.

El MT OneMine da el manejo de información del estado actual de equipos, puntos de extracción y vaciado, calles de transporte; lo que resulta en la necesidad de tomar decisiones en la administración que posibiliten un progreso en términos de productividad.

Su compatibilidad se centra en modelos de equipos y configuraciones de mina y metodologías que traten de explotación (Mining TAG, s.f.).

2.2.2.4. Ventajas del sistema de control de flota OneMine

Entre las principales ventajas destaca (Mining TAG, s.f.):

- Aumento de productividad: se dan aumentos de productividad entre 5 a 40%.
- Medir la productividad a tiempo real: muestra los sucesos de faena y la relación con los estándares operacionales.
- Coordinación mejorada de los equipos: asigna tareas automáticas o manuales.
- Gestionar problemas: reasigna lugares de trabajo y equipos antes posible eventos.

2.2.2.5. Internet of Things (IoT) and Connected Devices

El concepto de "Internet de las Cosas" (IoT) se refiere a una idea tecnológica que ha adquirido una relevancia considerable en los últimos tiempos. Implica la interconexión de objetos físicos a través de la red, lo que posibilita que estos dispositivos recopilen y compartan datos, así como ejecuten acciones específicas para simplificar la vida cotidiana de las personas. Los aparatos conectados son elementos esenciales en el contexto del IoT, ya que cumplen una función fundamental en la obtención y transmisión de datos (Salazar y Silvestre, 2016).

- **Características Clave del IoT:**

De acuerdo con Salazar y Silvestre (2016), las caracteristicas clave del IoT son:

  - Conexión: El IoT se fundamenta en la conectividad constante, permitiendo que los dispositivos se comuniquen entre sí mediante tecnologías como Wi-Fi, Bluetooth, RFID o redes celulares.
  - Sensores y Actuadores: Muchos dispositivos IoT están equipados con sensores que capturan información del entorno, como temperatura, humedad, movimiento o ubicación. Además, algunos dispositivos también disponen de actuadores para llevar a cabo acciones basadas en los datos obtenidos.
  - Interconexión: Los dispositivos IoT pueden colaborar de manera conjunta, lo que facilita la creación de sistemas interconectados capaces de comunicarse y tomar decisiones en tiempo real.
  - Adquisición y Análisis de Datos: Los datos generados por los aparatos IoT se envían a servidores o sistemas de procesamiento, donde se almacenan y analizan, a menudo mediante tecnologías de grandes volúmenes de datos y aprendizaje automático.
  - Automatización y Control Remoto: El IoT permite la automatización de tareas y el control a distancia de dispositivos. Por ejemplo, se puede ajustar la temperatura de un hogar desde un dispositivo móvil o recibir notificaciones en tiempo real.

- **Ejemplos de Dispositivos Conectados:**
  - Termostatos Inteligentes: Aparatos como el termostato Nest de Google pueden aprender las preferencias del usuario y ajustar la temperatura de una vivienda de manera eficiente (Salazar y Silvestre, 2016).

- Cámaras de Seguridad Inteligentes: Estas cámaras permiten la vigilancia a distancia y envían notificaciones en caso de detectar movimiento.
- Dispositivos Vestibles: Relojes inteligentes y aparatos de seguimiento de la salud, como Fitbit, recopilan datos sobre la actividad física y la salud del usuario.
- Vehículos Conectados: Los automóviles modernos pueden incluir sensores para el monitoreo del rendimiento y actualizaciones remotas.
- Electrodomésticos Inteligentes: Desde refrigeradores hasta lavadoras, estos aparatos se pueden controlar y monitorear desde dispositivos móviles.
- Ciudades Inteligentes: Sensores en calles y edificios contribuyen a la gestión del tráfico, la iluminación pública y la gestión de residuos de manera más eficiente (Salazar y Silvestre, 2016).

- **Ventajas y Desafíos del IoT:**

Ventajas:

- Reducción de costos operativos y de mantenimiento.
- Datos en tiempo real para una toma de decisiones más fundamentada.
- Automatización de procesos en diversas industrias (Salazar y Silvestre, 2016).

Desafíos:

- Seguridad y salvaguardia de los datos.
- Interoperabilidad entre aparatos y estándares.
- Vulnerabilidades ante amenazas cibernéticas.
- Riesgos éticos y legales vinculados a la obtención de datos personales (Salazar y Silvestre, 2016).

2.2.2.6. Smart Sensors

Los "sensores inteligentes," también conocidos como "sensores avanzados," son dispositivos tecnológicos que desempeñan un papel crucial en el campo del Internet de las Cosas (IoT) y la tecnología moderna. Estos dispositivos son ampliamente reconocidos por su capacidad para adquirir datos precisos, comunicarse con otros dispositivos y ejecutar tareas específicas sin intervención humana. Exploraremos en detalle qué son estos sensores avanzados, sus características clave y aplicaciones destacadas (Valenzuela, 2016).

- **Características Clave de los Sensores Inteligentes (Sensores Avanzados):**

De acuerdo con Valenzuela (2016), las características clave de los sensores inteligentes son los siguientes:

  - Recopilación de Datos de Alta Precisión: Los sensores inteligentes o avanzados están equipados con tecnología avanzada que les permite adquirir datos en tiempo real sobre una amplia gama de parámetros, como temperatura, humedad, luz, presión, movimiento y otros.
  - Procesamiento Local: Algunos sensores avanzados tienen la capacidad de realizar análisis básicos de datos en el lugar donde se encuentran antes de transmitir información a otros dispositivos o sistemas.
  - Conectividad: Estos sensores suelen estar diseñados para conectarse a redes inalámbricas, como Wi-Fi, Bluetooth o Zigbee, lo que les permite comunicarse con otros dispositivos IoT y transmitir datos a la nube o a sistemas de control.
  - Aprendizaje Automático y Autocalibración: Algunos sensores inteligentes o avanzados pueden aprender y mejorar con el tiempo mediante técnicas de

aprendizaje automático. También son capaces de autocalibrarse para mantener la precisión de las mediciones.

- Capacidad de Almacenamiento Temporal: Algunos sensores inteligentes o avanzados tienen la capacidad de almacenar temporalmente los datos en caso de interrupciones en la conectividad, lo que garantiza que no se pierda información valiosa.

- **Aplicaciones de los Sensores Inteligentes (Sensores Avanzados):**

  Estos sensores avanzados tienen una amplia variedad de aplicaciones en diversas industrias y entornos. Algunos ejemplos destacados según Valenzuela (2016) incluyen:

  - Salud y Bienestar: Los sensores inteligentes se utilizan en dispositivos vestibles, como relojes inteligentes y monitores de actividad física, para rastrear la salud del usuario, como la frecuencia cardíaca, la calidad del sueño y otros parámetros.
  - Automoción: En la industria automotriz, los sensores avanzados son esenciales para sistemas de asistencia al conductor, control de emisiones y seguridad, como los sistemas de frenado automático.
  - Industria y Manufactura: Los sensores avanzados se emplean en la monitorización y control de procesos de producción, la medición de la calidad de los productos y la garantía de la seguridad en el lugar de trabajo.
  - Agricultura de Precisión: En la agricultura, estos sensores se utilizan para recopilar datos sobre el suelo, el clima y el crecimiento de cultivos, lo que permite una gestión más eficiente y sostenible de las explotaciones agrícolas.
  - Ciudades Inteligentes: En el ámbito de las ciudades inteligentes, los sensores avanzados se despliegan en calles y edificios para recopilar datos sobre el tráfico, la calidad del aire, la gestión de residuos y la eficiencia energética.

- Energía y Medio Ambiente: Se utilizan en la monitorización de la calidad del agua, la detección de fugas de gas y la gestión eficiente de recursos energéticos.

- **Ventajas de los Sensores Inteligentes (Sensores Avanzados):**

Según Valenzuela (2016), presenta las siguientes ventajas de los sensores inteligentes:

- Eficiencia: Los sensores inteligentes o avanzados permiten una recopilación de datos más eficiente y precisa en comparación con métodos manuales.
- Automatización: Ayudan a automatizar tareas y procesos, lo que conduce a una mayor eficiencia operativa.
- Análisis Avanzado: La capacidad de procesamiento y análisis local permite la toma de decisiones en tiempo real.
- Reducción de Costos: Pueden ayudar a reducir los costos operativos y de mantenimiento al prevenir problemas antes de que se conviertan en costosos.

- **Desafíos de los Sensores Inteligentes (Sensores Avanzados):**

Algunos desafíos de los sensores inteligentes de acuerdo con Valenzuela (2016) son los siguientes:

- Seguridad y Privacidad: La recopilación y transmisión de datos plantea desafíos en términos de seguridad y privacidad que deben abordarse adecuadamente.
- Interoperabilidad: La diversidad de protocolos y estándares en el IoT puede dificultar la interoperabilidad entre diferentes dispositivos.
- Consumo de Energía: La eficiencia energética es un desafío, especialmente para sensores alimentados por baterías.

2.2.2.7. Remote Operation Center (ROC)

El Remote Operation Center (ROC), también conocido como Centro de Operaciones a Distancia, es una instalación esencial en la supervisión y control remoto de operaciones en diversas industrias. Estos centros ofrecen la capacidad de supervisar y administrar sistemas, procesos y operaciones que pueden encontrarse en ubicaciones geográficamente dispersas (Guitiérrez, 2017).

- **Características Clave de un Remote Operation Center (ROC):**

De acuerdo con Guitiérrez (2017), las principales características clave de un Remote Operation Center son:

- Supervisión Remota: Los ROC permiten la supervisión de sistemas y operaciones en ubicaciones distantes.
- Automatización y Control: Estos centros a menudo incluyen sistemas de control que posibilitan a los operadores tomar decisiones y gestionar dispositivos y procesos de forma remota.
- Integración de Datos: Se recopilan datos procedentes de múltiples fuentes, como sensores, sistemas de control, cámaras y bases de datos, para proporcionar una visión completa y actualizada de las operaciones.
- Comunicación Avanzada: Los ROC emplean tecnologías de comunicación avanzadas, como redes de alta velocidad y conexiones seguras, para mantener la conectividad con ubicaciones remotas.
- Seguridad Cibernética: La seguridad cibernética es una prioridad en los ROC, ya que gestionan sistemas críticos y deben proteger datos y operaciones contra amenazas.

- **Aplicaciones del Remote Operation Center (ROC):**

Así mismo, Guitierréz (2017) detalla las aplicaciones del Remote Operation Center:

  - Energía: En la industria energética, los ROC supervisan y controlan la generación y distribución de energía eléctrica, así como la infraestructura de petróleo y gas.
  - Manufactura: En la manufactura, los ROC optimizan procesos, gestionan la producción y supervisan la cadena de suministro.
  - Seguridad y Vigilancia: En seguridad, los ROC controlan sistemas de video vigilancia, alarmas y acceso para garantizar una respuesta rápida a situaciones de seguridad.
  - Transporte: En el transporte, los ROC supervisan sistemas de gestión de tráfico, navegación aérea, ferrocarriles y control de tráfico marítimo.
  - Infraestructuras Críticas: Los ROC son esenciales para la supervisión y control de infraestructuras críticas como represas, plantas de tratamiento de aguas y centrales nucleares.
  - Telecomunicaciones: En telecomunicaciones, los ROC gestionan redes de comunicación y responden a interrupciones en los servicios.

- **Beneficios del Remote Operation Center (ROC):**

A continuación, se detallan algunos beneficios del Remote Operation Center que indica Guitiérrez (2017):

  - Eficiencia Operativa: Los ROC mejoran la eficiencia al permitir la supervisión continua y la toma de decisiones más rápida y precisa.
  - Reducción de Costos: La centralización de operaciones en los ROC puede disminuir los costos de mantenimiento y logística.

- Mayor Seguridad: La supervisión y el control centralizados mejoran la seguridad y la respuesta a incidentes.
- Acceso a Expertos: Los ROC facilitan el acceso a expertos en tiempo real, sin importar la ubicación.
- Resiliencia y Continuidad: Los ROC garantizan la continuidad de las operaciones incluso en situaciones de crisis.

2.2.2.8. **Elección del tipo de Redes y Sistemas de Control**

Es una decisión crucial en el diseño e implementación de diversas infraestructuras. Esto implica seleccionar la arquitectura de red y el sistema de gestión más adecuados basándose en los requisitos específicos y las restricciones de un proyecto dado. A continuación, se presentan algunas consideraciones clave para el proceso de selección que Abad (2015) consideras significativas:

- Alcance y Propósito: Comprender el alcance y el propósito de la red o el sistema de control es fundamental. ¿Se trata de comunicación de datos, automatización industrial, telecomunicaciones u otra aplicación? Los objetivos y el uso previsto orientarán la selección.
- Escalabilidad: Considerar si la red o el sistema de control deben ser escalables. La escalabilidad es crucial para la viabilidad a largo plazo.
- Fiabilidad y Redundancia: La fiabilidad suele ser una prioridad. Dependiendo de la importancia de la aplicación, la redundancia y la tolerancia a fallos pueden ser necesarias para garantizar un funcionamiento ininterrumpido.
- Velocidad de Datos y Ancho de Banda: Se debe determinar la velocidad de datos y el ancho de banda requeridos. Esto es esencial para mantener una comunicación y transferencia de datos eficiente.

- Seguridad: Se deben implementar medidas de seguridad como el cifrado, la autenticación y el control de acceso para proteger datos sensibles y prevenir el acceso no autorizado.
- Costo y Presupuesto: El presupuesto disponible para el proyecto desempeña un papel importante en el proceso de selección. Equilibrar el rendimiento y el costo es crucial.
- Factores Ambientales: Considerar factores ambientales como el entorno de operación (interior, exterior, condiciones adversas), la temperatura y las interferencias electromagnéticas.
- Compatibilidad y Normativas: Asegurarse de que la red y el sistema de control seleccionados sean compatibles con la infraestructura existente y cumplan con las normativas de la industria. Esto facilita la integración y la interoperabilidad.
- Soporte a Largo Plazo y Mantenimiento: Evaluar la disponibilidad de soporte, mantenimiento y la vida útil de la tecnología para tomar decisiones informadas.

2.2.2.9. **Instalación con cable coaxial**

El cable coaxial es una elección común para la transmisión de datos y comunicación. Consta de un conductor interno, una capa aislante, un blindaje metálico y una capa aislante externa. La instalación de cable coaxial implica los siguientes pasos de acuerdo con Abad (2015):

- Planificación: Determinar la ruta y el diseño del cable coaxial, incluyendo la ubicación de conectores, salidas y amplificadores necesarios.
- Enrutamiento del Cable: Hacer pasar el cable coaxial a través de rutas designadas, evitando giros bruscos o dobleces que puedan degradar la calidad de la señal.

- Conectores: Instalar conectores en los extremos del cable y las salidas. Asegurarse de una terminación adecuada para mantener la integridad de la señal.
- Amplificadores: Si la longitud del cable es larga o la degradación de la señal es una preocupación, se pueden instalar amplificadores para potenciar la señal.
- Pruebas: Después de la instalación, realizar pruebas para asegurarse de la calidad de señal y el rendimiento cumplan con los estándares requeridos.

2.2.2.10. **Instalación con fibra óptica**

La fibra óptica es un medio de transmisión de alta velocidad y alto ancho de banda que utiliza la luz para transportar datos. Según Abad (2015), la instalación de fibra óptica implica los siguientes pasos:

- Preparación del Cable: Preparar los cables de fibra óptica retirando los revestimientos protectores y preparando los extremos de las fibras para su terminación.
- Terminación: Conectar los extremos de las fibras ópticas a los conectores. La terminación puede realizarse mediante diversas técnicas, como empalme por fusión o empalme mecánico.
- Enrutamiento: Instalar los cables de fibra óptica en conductos o bandejas de cables, minimizando dobleces y tensiones que puedan dañar los cables.
- Empalmes: En casos donde se requieren largas extensiones de cable, se pueden utilizar empalmes para unir múltiples secciones de cable de fibra óptica.
- Pruebas: Realizar pruebas exhaustivas utilizando reflectómetros ópticos en el dominio del tiempo (OTDR) para verificar la calidad de la señal, la pérdida y la continuidad.

2.2.2.11. Sistema inalámbrico

Los sistemas inalámbricos se basan en ondas de radio para transmitir datos y no requieren cables físicos. De acuerdo con Abad (2015), la instalación de un sistema inalámbrico generalmente involucra estos pasos:

- Estudio del Sitio: Evaluar el sitio de instalación para determinar la ubicación de los puntos de acceso inalámbrico y evaluar las posibles fuentes de interferencia.
- Configuración del Hardware: Instalar puntos de acceso inalámbrico, enrutadores y otro equipo necesario. Configurar los parámetros de red y protocolos de seguridad.
- Seguridad: Implementar medidas de seguridad como cifrado (WPA2/WPA3), contraseñas sólidas y filtrado MAC para proteger la red inalámbrica contra accesos no autorizados.
- Pruebas: Realizar pruebas de intensidad de señal y rendimiento para asegurarse de que haya una cobertura adecuada y que las velocidades de transferencia de datos sean satisfactorias en todas las áreas.
- Optimización: Ajustar la configuración del sistema para minimizar interferencias y maximizar el rendimiento de la red inalámbrica.

2.2.2.12. Carguío con LHD

El término "carguío con LHD" hace referencia a una operación comúnmente empleada en la industria minera y de construcción. La sigla "LHD" proviene de "Cargar-Transportar-Descargar" y se utiliza en la industria para describir el proceso de carga, transporte y descarga de materiales. En esta operación según Mogollón (2023), se utiliza un equipo especializado conocido como Load-Haul-Dump (LHD) para llevar a cabo una serie de tareas esenciales:

- Carga: El LHD se utiliza para cargar materiales, tales como rocas, minerales, arena o escombros, desde la zona de extracción o área de trabajo hasta su compartimento de carga.
- Transporte: Una vez que el material ha sido cargado, el LHD procede a transportarlo a una ubicación designada dentro de la mina, cantera o sitio de construcción. Estos equipos están diseñados para funcionar en terrenos complicados y son ampliamente utilizados en entornos subterráneos.
- Descarga: Finalmente, el LHD descarga el material en su destino final, ya sea en una pila de almacenamiento, un camión de transporte o en una instalación de procesamiento.
- El carguío con LHD juega un papel fundamental en las operaciones mineras subterráneas y en proyectos de construcción, permitiendo una extracción, transporte y disposición eficiente de grandes volúmenes de material de manera segura.

Equipos LHD En Minería Subterránea

"Los equipos LHD (Load-Haul-Dump), conocidos también como cargadores subterráneos, desempeñan un papel esencial en la minería subterránea, donde se utilizan para cargar, transportar y descargar materiales, como minerales, rocas y escombros. Estos equipos pueden funcionar de diversas maneras según la fuente de energía que empleen, ya sea híbrida, diésel o eléctrica. A continuación, se describirá el funcionamiento, la puesta en marcha, la aceleración y el frenado de estos equipos en cada una de estas categorías cumpliéndose para el equipo híbrido, equipo diésel y equipos eléctricos según Quitral (2022).

- Equipo hibrido

Funcionamiento

Los equipos LHD híbridos combinan un motor diésel con un sistema eléctrico. El motor diésel se utiliza principalmente para cargar y mover grandes volúmenes de material, mientras que el sistema eléctrico proporciona potencia adicional y mejora la eficiencia energética. La energía del motor diésel se emplea para cargar el cubo, mientras que el sistema eléctrico se utiliza para acelerar y maniobrar el equipo en espacios subterráneos estrechos y confinados. La combinación de ambas fuentes de energía permite un funcionamiento más eficiente y reduce las emisiones de gases de escape.

Puesta en marcha

Para poner en marcha un equipo LHD híbrido, se inicia el motor diésel y se enciende el sistema eléctrico. El operador configura los controles para la operación diésel-eléctrica y verifica que todos los sistemas estén funcionando correctamente antes de comenzar la operación.

Aceleración

La aceleración en un equipo LHD híbrido es suave y controlada. El operador utiliza el sistema eléctrico para aumentar la potencia y acelerar el vehículo, lo que proporciona un excelente control de velocidad y tracción gracias a la combinación de la potencia diésel y eléctrica.

Frenado

El frenado en un equipo LHD híbrido se logra principalmente mediante la regeneración eléctrica y los frenos mecánicos. Cuando se reduce la velocidad, el sistema eléctrico actúa como un generador, convirtiendo la energía cinética en electricidad que se almacena o

disipa. Además, se dispone de frenos mecánicos tradicionales para un frenado adicional en situaciones de emergencia.

- Equipo Diésel

Funcionamiento

Los equipos LHD diésel funcionan principalmente con motores diésel, que proporcionan la potencia necesaria para cargar y mover material. El motor diésel impulsa las ruedas o las orugas del equipo, permitiendo la carga y el transporte de material en la mina.

Puesta en marcha

Para poner en marcha un equipo LHD diésel, se arranca el motor diésel. El operador verifica que todos los sistemas estén en funcionamiento y que el equipo esté en condiciones de operar en la mina.

Aceleración

La aceleración en un equipo LHD diésel se controla mediante el acelerador del motor diésel. El operador ajusta el acelerador para aumentar la potencia del motor y acelerar el vehículo.

Frenado

El frenado en un equipo LHD diésel se logra principalmente mediante frenos mecánicos. El operador reduce la velocidad soltando el acelerador y aplicando frenos cuando sea necesario. Los frenos mecánicos proporcionan un frenado efectivo y seguro.

- Equipos Eléctricos

Funcionamiento

Los equipos LHD eléctricos funcionan exclusivamente con motores eléctricos que proporcionan la potencia necesaria para cargar, mover y descargar materiales en la mina. Estos motores eléctricos suelen recibir energía de cables de alimentación eléctrica en la mina.

Puesta en marcha

Para poner en marcha un equipo LHD eléctrico, se conecta a la fuente de alimentación eléctrica mediante un cable. El operador verifica que todos los sistemas eléctricos estén en funcionamiento antes de comenzar la operación.

Aceleración

La aceleración en un equipo LHD eléctrico es suave y controlada. El operador ajusta los controles eléctricos para aumentar la potencia y acelerar el vehículo de manera gradual.

Frenado

El frenado en un equipo LHD eléctrico se logra mediante la inversión del flujo de energía en los motores eléctricos, lo que actúa como freno regenerativo. Cuando se reduce la velocidad, la energía se devuelve a la red eléctrica o se disipa de manera controlada, proporcionando un frenado suave y eficiente en comparación con los frenos mecánicos".

Productividad del equipo LHD

La productividad de un equipo LHD (Load-Haul-Dump) en minería subterránea es un aspecto crítico para el éxito de las operaciones mineras. La productividad se refiere a la eficiencia con la que el equipo realiza sus tareas de carga, transporte y descarga de

materiales. Aquí hay algunos factores clave que influyen en la productividad de un equipo LHD según Carrasco (2016):

- Velocidad de carga y descarga: La eficiencia de un equipo LHD se mide en parte por su capacidad para cargar material en el cubo y descargarlo en el lugar designado de manera rápida y efectiva.
- Tiempo de ciclo: El tiempo que lleva completar un ciclo, que incluye la carga, el transporte y la descarga, es un factor crucial en la productividad. Reducir el tiempo de ciclo mejora la cantidad de material movido por hora.
- Mantenimiento adecuado: Un mantenimiento regular y eficiente del equipo es esencial para evitar tiempos de inactividad no planificados que puedan afectar la productividad.
- Entrenamiento del operador: La capacitación y la habilidad del operador tienen un impacto significativo en la productividad. Un operador experimentado es más eficiente en la operación del equipo.
- Planificación de rutas: La planificación de rutas eficientes dentro de la mina puede reducir la distancia y el tiempo de transporte, lo que mejora la productividad.
- Optimización de carga: Cargar el equipo LHD de manera eficiente, sin sobrecargarlo ni subcargarlo, es esencial para maximizar la productividad.
- Una gestión adecuada de todos estos factores contribuye a una mayor productividad del equipo LHD y, por lo tanto, a un rendimiento más eficiente de las operaciones mineras.

2.2.2.13. **Conceptos de gestión de tiempos de esperas**

La gestión de tiempos de espera se refiere a la administración de los períodos de inactividad o espera en los procesos o actividades de una organización. De acuerdo con

Carrasco (2016), algunos conceptos importantes en la gestión de tiempos de espera incluyen:

- Tiempo de inactividad planificado: Estos son períodos de tiempo durante los cuales se espera que una máquina o equipo esté inactivo debido a tareas de mantenimiento programadas o cambios de turno. La gestión eficiente de estos tiempos de espera puede minimizar el impacto en la productividad.
- Tiempo de inactividad no planificado: Estos son tiempos de espera no programados que pueden deberse a fallas inesperadas de equipos, problemas logísticos, falta de suministros, entre otros. La gestión de estos tiempos de espera implica la identificación rápida de las causas y la implementación de soluciones para minimizar los retrasos.
- Optimización del tiempo de ciclo: Reducir el tiempo de ciclo de un proceso puede reducir el tiempo de espera entre etapas, lo que mejora la eficiencia general.
- Tiempo de espera en la programación: En la programación de proyectos, se debe considerar el tiempo de espera para garantizar que las actividades se ejecuten de manera eficiente y sin retrasos innecesarios.

2.2.2.14. **Sistema de colas**

Un sistema de colas en minería se caracteriza por la espera de camiones, equipos de carga o personal en fila para llevar a cabo tareas específicas dentro de la mina. Esto puede abarcar desde la demora para cargar material extraído, descargarlo, ingresar a un área de trabajo o incluso el período de espera en la superficie antes de descender a las galerías subterráneas. La gestión eficiente de un sistema de colas en minería es fundamental para optimizar el flujo de trabajo, minimizar los tiempos de espera y, por consiguiente, mejorar la productividad y reducir los costos operativos. Se emplean estrategias como la programación de turnos, la asignación de recursos y el monitoreo en tiempo real para

asegurar que los equipos y vehículos operen de forma continua y eficaz en el entorno minero (Carrasco, 2016).

2.2.2.15. Evaluación económica

La evaluación económica es un procedimiento fundamental empleado en la toma de decisiones empresariales y de proyectos. Su propósito es analizar y cotejar los costos y beneficios de una inversión o proyecto a lo largo del tiempo con el objetivo de determinar su viabilidad y rentabilidad. Existen diversas herramientas y métodos utilizados en la evaluación económica, y a continuación se describen algunas de las más comunes:

- **Valor Actual Neto**

El Valor Actual Neto es una medida que calcula la discrepancia entre el valor presente de los beneficios netos (ingresos menos costos) y el valor presente de las inversiones o gastos. Un proyecto se considera viable si su VAN es positivo. Cuanto mayor sea el VAN, mayor será el atractivo financiero del proyecto (Gallardo, 2022).

- **Tasa Interna de Rendimiento**

La Tasa Interna de Rendimiento es la tasa de descuento que equipara el VAN de un proyecto a cero. En otras palabras, es la tasa que resulta en un rendimiento igual a la inversión inicial. Un proyecto se considera viable si su TIR es igual o superior a la tasa de rendimiento mínima requerida. Cuanto mayor sea la TIR, más atractivo será el proyecto (Gallardo, 2022).

- **Relación Beneficio – Costo**

La Relación Beneficio-Costo es una métrica que compara los beneficios presentes de un proyecto con los costos presentes. Un B/C superior a 1 indica que los beneficios superan

los costos, lo que sugiere que el proyecto es viable y genera valor. Cuanto mayor sea el B/C, más atractivo será el proyecto (Gallardo, 2022).

- **Periodo de Recuperación de la Inversión**

El Período de Recuperación de la Inversión es el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial a través de los flujos de efectivo del proyecto. Un período de recuperación más corto suele ser más deseable, ya que implica una recuperación más rápida de la inversión (Gallardo, 2022).

- **Análisis de Sensibilidad**

El Análisis de Sensibilidad implica la evaluación de cómo los resultados del proyecto (VAN, TIR, B/C, etc.) varían en respuesta a cambios en ciertos parámetros, como costos, ingresos, tasas de interés o plazos. Este análisis ayuda a comprender el impacto de la incertidumbre en la viabilidad del proyecto (Gallardo, 2022).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Análisis de Datos:

Proceso de examinar y modelar datos para identificar patrones y tendencias que puedan mejorar la toma de decisiones (Mena, 2019).

Automatización Minera:

Uso de tecnología para realizar procesos mineros de manera autónoma o semiautónoma, aumentando la eficiencia y seguridad (Salvador, 2020).

CAPEX:

Conocido como "Gastos de Capital" en español, se refiere a los desembolsos financieros destinados a la adquisición, construcción o mejora de activos físicos en una empresa o

proyecto. Estos activos físicos pueden incluir edificios, maquinaria, equipo, infraestructura y otros elementos que se utilizan para la operación y el crecimiento del negocio (Espinoza, V. 2022).

Cultura Organizacional:

Conjunto de valores, creencias y normas compartidas en la organización minera que pueden influir en la aceptación y éxito de proyectos (Vera, 2018).

Equipos de Carguío:

Maquinaria utilizada en la carga de material extraído en una mina, como palas, cargadores frontales, y excavadoras (INACAP, s.f.).

Eficiencia Operativa:

Capacidad de realizar operaciones mineras con el menor consumo de recursos posibles, maximizando la producción y minimizando los costos (INGEMMET, s.f.).

Gestión de Flotas:

Definición de estrategias y técnicas para administrar y optimizar la operación de flotas de equipos en la industria minera (Chura, 2019).

Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs):

Métricas utilizadas que miden el desempeño de las operaciones mineras y evalúan la gestión de flotas como impacto (KPI-Indicadores Clave de rendimiento, s.f.).

Innovación Tecnológica:

Introducción y aplicación de nuevas soluciones tecnológicas para abordar desafíos y mejorar la eficiencia en la industria minera (Universidad Nacional de Quilmes, 1996).

Monitoreo en Tiempo Real:

Sistema que permite supervisar y controlar las operaciones mineras en tiempo real (Andes Pacific Technology Access, 2021).

Planificación de Mantenimiento:

Estrategia para programar y ejecutar el mantenimiento de actividades preventivas y correctivas de los equipos, minimizando los tiempos inactivos (Espinoza, O. 2019).

Productividad:

Relación que se da entre la producción obtenida y los recursos (tiempo, mano de obra, equipo) utilizados para obtenerla (Belete et al., 2016).

Rendimiento Minero:

Medida de la eficiencia y efectividad de las operaciones mineras, considerando la cantidad de material extraído y procesado en un período de tiempo determinado (Pirca, 2020).

RFID:

Es el acrónimo de «RADIO-FREQUENCY IDENTIFICATION» (Identificación por Radiofrecuencia) y se refiere a una tecnología mediante la cual los datos digitales codificados en etiquetas RFID o etiquetas inteligentes son capturados por un lector RFID a través de ondas de radio.

Tag:

Es un dispositivo que permite monitorear personas y equipos dentro de una mina subterránea, mediante el conocimiento de su ubicación.

Telemetría:

Tecnología que permite la transmisión de datos a distancia, utilizada para recopilar información sobre el estado y la ubicación de los equipos (Bedolla, 2019).

Tiempos de Ciclo:

Duración total requerida para realizar una operación completa, desde la carga hasta la descarga del material, y su impacto en la productividad (Bello et al., 2020).

OPEX:

Conocido como "Gastos Operativos" en español, se refiere a los gastos operativos de una empresa que son necesarios para mantener sus operaciones diarias. Estos gastos no están relacionados con la adquisición de activos a largo plazo, como en el caso de CAPEX, sino con los costos recurrentes de la operación normal del negocio (Espinoza, V. 2022).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. PROCEDIMIENTOS

Este estudio se desarrollará en la Unidad Minera Inmaculada en la Veta Angela NV 4500, donde se ubican cuatro scoops: ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22.

3.1.1. Lugar de ejecución

La Unidad Minera Inmaculada se localiza al Sur del Perú dentro de la Provincia de Parinacochas y Paucar del Sara Sara en el departamento de Ayacucho, situado aproximadamente en la Latitud 14°57'27"S y Longitud 73°14'42"W. La propiedad está situada entre los 3,900 y 4,800 m.s.n.m. en el cinturón de Puquio - Caylloma y se localiza aproximadamente a 210 km Sur - Oeste del Cuzco y a unos 530 km Sud - Este de Lima, la capital del Perú, como se muestra en la Figura 3.

El tiempo total de viaje desde Lima a la Unidad Minera Inmaculada es aproximadamente 15.5 horas. Para acceder a la propiedad se puede llegar desde Lima vía la Panamericana Sur hasta Nazca, luego hacia el Este hasta Iscahuaca vía la carretera desde Nazca a Cuzco, luego por una carretera no asfaltada hasta el cruce de Huancamarca, atravesando la comunidad de Sauricay y Sorani. Accesos alternativos pueden hacerse desde Cuzco viajando hacia el Oeste en la carretera Cuzco-Nazca y desviándose en el cruce de Chalhuanca a Iscahuaca, siguiendo a continuación el itinerario anterior.

Figura 3.
Plano de ubicación de la Unidad Minera Inmaculada



Fuente: Elaboración por el área de Planeamiento.

La Unidad Minera Inmaculada cuenta en su interior con las siguientes instalaciones, véase en la Figura 4, siendo vitales para la vivencia de los colaboradores que tienen un régimen de 14x7; es decir, 14 días trabajados en unidad ya sea personal administrativo y/o de campo y 7 días de descanso en sus ciudades de residencia.

En campamento principal cuenta con oficinas para personal administrativo y de campo empezando por la Gerencia de Unidad Minera, Planeamiento, Geología, Operaciones Mina, Relleno Mina, Servicios Mina, Geomecánica, Productividad, Control de Gestión, RRHH, Seguridad Industrial, TI, Medio Ambiente, Administración de Contratos y Contabilidad. En la parte baja de dicho campamento se encuentra los pabellones de dormitorios para damas y varones; así como, sala de juegos, mercantil y gimnasio. Al frente de este, se localiza el Policlínico y Comedor principal.

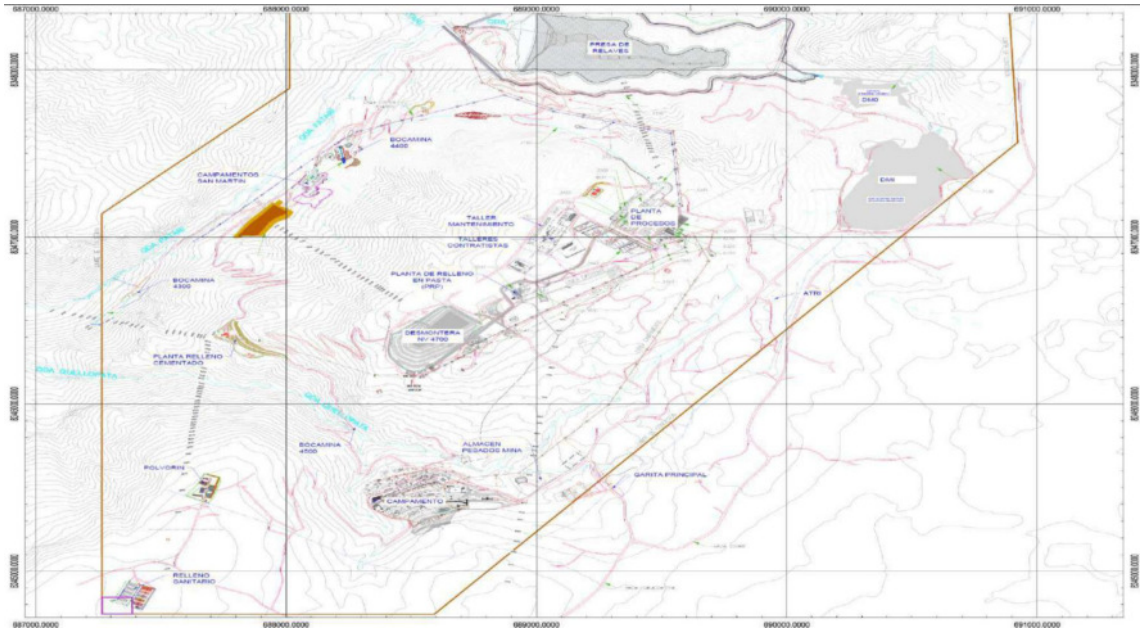
Se cuenta con tres Bocaminas: NV 4300, NV 4400 (en el mismo nivel en mención se halla el Campamento San Martín para las Empresas Contratistas) y NV 4500 con su

propia garita para el registro de fotocheck de todo colaborador que ingrese a mina y registro de camionetas.

Aproximadamente en el NV 4700 encontramos la Planta de relleno Cementado, Planta de relleno en Pasta (PRP), Planta de Procesos, Taller Mantenimiento, Taller Contratistas y Desmontera.

Adicional a lo mencionado se puede hallar la Presa de Relaves, Polvorín, Relleno Sanitario, Almacén pesados mina, Almacén Temporal de Residuos Industriales (ATRI) y un Polideportivo.

Figura 4.
Plano general de ubicación de instalaciones superficiales



Fuente: Elaboración por el área de Planeamiento.

3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de investigación

El presente proyecto se enmarca en el enfoque cuantitativo, ya que requiere recopilar datos de campo basados en la medición de variables. Además, implica analizar los datos

utilizando métodos estadísticos y generar conclusiones que se deriven de datos con un alto nivel de validez y confiabilidad (Hernández y Mendoza, 2018).

3.2.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación adoptado es correlacional, ya que se establecen relaciones entre las variables de estudio, lo que posibilita la formulación de predicciones y la capacidad de cuantificar dichas relaciones (Hernández y Mendoza, 2018).

3.2.3. Diseño de investigación

La elección del diseño de investigación se orienta hacia lo experimental, dado que tiene como objetivo examinar bajo condiciones controladas si la variable independiente ejerce un impacto de importancia sobre la variable dependiente del estudio (Hernández y Mendoza, 2018).

3.3. Materiales y Equipos

Los materiales y equipos que se empelarán en el desarrollo del presente estudio llevado a cabo en la Unidad Minera Inmaculada en la Zona Alta Veta Angela son los siguientes:

- Cuatro equipos scoop R1600H ubicados en la Zona Alta Veta Angela.
- Formato impreso del instrumento de investigación “Ficha de seguimiento de demoras operativas y tiempos en scoop”.
- Sistema OneMine, conformado por una pantalla dentro del equipo, MT Box y Tag.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

La totalidad de la flota de los equipos de carga en funcionamiento conforma la población objeto de estudio y unidades proyectadas con características de scooptram dentro de la Unidad Minera Inmaculada.

3.4.2. Muestra

La muestra es determinada de manera no probabilística intencional direccionada, siendo representada por los equipos Scoop ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22 de capacidad de cuchara 6Yd^3 R1600H de la marca Caterpillar, en la Zona Alta Veta Angela Nv 4500.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.5.1. Técnica de recolección de datos

A continuación, se describen las técnicas y herramientas que se utilizarán para recopilar datos fundamentales en el contexto de esta investigación. Estas metodologías se diseñarán con el propósito de capturar datos relevantes sobre el rendimiento de los equipos de carguío y del sistema de gestión de flotas.

Revisión del material documentario

Esta metodología posibilitará la adquisición de información significativa acerca de los registros de tiempo laboral, indicadores de eficiencia y desempeño de los equipos de carga. Además, permitirá adquirir datos digitales en motores de búsqueda sobre la implementación exitosa del sistema de gestión de flotas OneMine, así como identificar factores inmediatos para el filtrado de información en los informes de los equipos de carga.

Observación

Permite la recolección de información cuantificable a partir del monitoreo y medición de tiempos de trabajo de la flota de equipos de carguío dentro de las labores mineras.

3.6. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Guía de observación

Instrumento que permitirá la recolección de datos a través de pautas de observación sobre las variables de estudio.

Guía de análisis documental

A través de este instrumento se obtendrá la información relevante en el uso adecuado del sistema OneMine para el control de rendimientos de la flota de equipos de carguío.

Hojas de registro

Instrumento que permite la recopilación y organización de datos obtenidos a partir de las variables de estudio, Véase en el Anexo 2.

Modelo de regresión lineal simple

Trata de explicar la relación que existe entre una variable dependiente (variable respuesta) y un conjunto de variables independientes (variables explicativas). En un modelo de regresión lineal simple frecuentamos explicar la relación que existe entre la variable respuesta Y y una única variable explicativa X.

La ecuación de una línea recta tiene la siguiente forma, véase la Ecuación 7:

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon \qquad \text{Ecuación (7)}$$

Donde:

- α es la ordenada en el origen (el valor que toma Y cuando X vale 0).
- β es la pendiente de la recta (ε indica cómo cambia Y al incrementar X en una unidad).

- ε una variable que incluye un conjunto grande de factores, cada uno de los cuales influye en la respuesta sólo en pequeña magnitud, a la que llamaremos error.
- X e Y son variables aleatorias, por lo que no se puede establecer una relación lineal exacta entre ellas.

3.7. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

En base a los datos recolectados se llevará a cabo un análisis descriptivo y explicativo de los resultados logrados previo y posterior a la introducción del Sistema de Control de Flota OneMine. Este análisis se enfocará en la supervisión de los rendimientos y la productividad de la flota de equipos de carga, utilizando hojas de cálculo de MS Excel."

3.7.1. Técnica de Análisis: Modelo de regresión lineal simple

Para el presente análisis usando el Modelo de regresión lineal simple, se efectuará el seguimiento en campo por 30 días consecutivos, 2 guardias respectivamente por día (turno noche/día) hacia los operadores de scoop de toda la flota, se visualizará en campo la interacción del sistema telemétrico OneMine de los diferentes estados y sub estados que presenta dicho sistema y posterior a ello, en gabinete, el respectivo análisis de la relación de interacciones con la utilización del equipo.

El propósito es poder demostrar que, el sistema OneMine impacta de manera positiva hacia la utilización de los equipos en cuanto a sus interacciones introducidas por el usuario principal (operador) de manera real y amigable. Y con dichos resultados, empezar a realizar la instalación del sistema OneMine de la nueva flota de scoop de Sandvik, véase en el Anexo 6.

En la Tabla 4, se muestra la interacción de los estados y sub estados de las horas totales de 5 días de seguimiento de los operadores de scoops de la flota mencionada de ambos turnos (noche/día) por medio del sistema OneMine, al ser un procedimiento nuevo existe un leve rechazo al cambio.

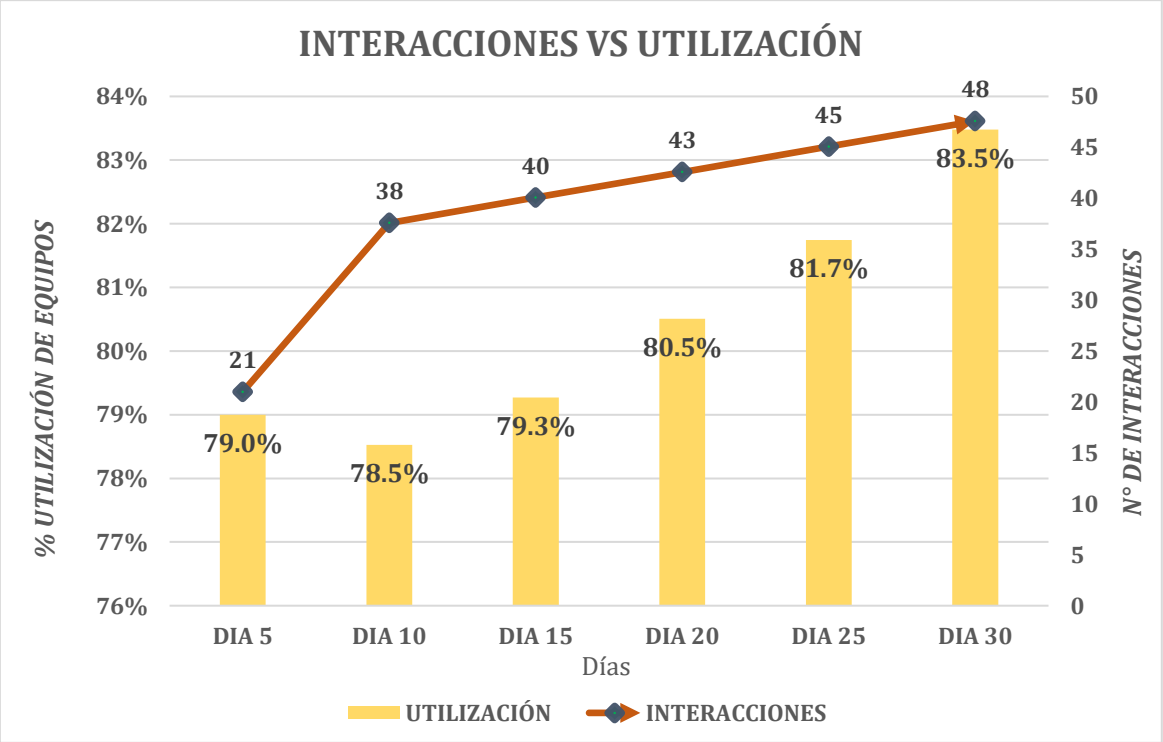
Tabla 4.
Interacción del sistema OneMine a 5 días de instalación

Cuenta de DURACION HRS	**Operados Scoop**					
	Edgar Huacasi Maraza	**Operador Mantenimiento**	**Operador Por Defecto**	**Ruben Dario Ccari Limache**	**Wilson Paccaya Huamani**	**TOTAL**
Demora Operativa	**1**	**8**		**6**	**5**	**20**
Espera de Volquete		1		6	3	10
Falta de circuito de aire		1			1	2
Falta desate		4			1	5
Falta sost. shotcrete	1					1
Sin área de trabajo		1				1
Voladura guardia anterior		1				1
Mantenimiento	**1**	**3**		**6**	**1**	**11**
Engrase de equipo	1			2	1	4
Hidráulico		1		3		4
Lavado de Equipo		1		1		2
Sistema eléctrico		1				1
No Operativo	**5**	**11**		**7**	**12**	**35**
Cambio de Guardia	2	5		3	5	15
Insp. de labor/equipo	3	2		2	3	10
Refrigerio		4		2	4	10
Operativo	**19**	**45**	**5**	**40**	**33**	**142**
Acarreo/doble manipuleo		3		2	4	9
Checklist	3	5		5	5	18
Detrítico		2		5		7
Limpieza de Mineral	2	12		10	9	33
Limpieza de pozas				2		2
Mantenimiento vías		1				1
Operativo	3	5	5	5	5	23
Raspado frente y piso	4	2		1		7
Traslado de equipo	6	14		10	10	40
Traslado de material	1	1				2
TOTAL	**26**	**67**	**5**	**59**	**51**	**208**

Nota: Elaboración propia.

El seguimiento exhaustivo por el área de Productividad fue desde inicio de guardia hasta final de guardia para ambos turnos, contrastando de manera manual las actividades que ejecutaba el operador de scoop en campo para tener un contaste de fiabilidad del sistema telemétrico OneMine. Posterior a ello, se realiza el análisis en gabinete con el área de Operación Mina, TI, Mantenimiento Mina y GUM para los posibles planes de acción a ejecutar para que el sistema OneMine de los resultados esperados, es así como se muestra en la Figura 5.

Figura 5.
Interacción del sistema OneMine vs Utilización del equipo



Fuente: Elaboración propia.

De tal forma se demuestra que, el sistema OneMine da los resultados previstos en los primeros 30 días, incrementando la utilización en sus equipos de 79% a 83.5%, esto debido a que hay mayores interacciones introducidos por los operadores en el sistema OneMine la utilización del equipo se eleva existiendo una relación directamente proporcional.

3.7.2. **Modelo estadístico: *t de Student***

La interacción del sistema OneMine, muestra la cantidad de estados de los equipos registrados y la cantidad de tiempo en cada uno de estos, para la validación de la hipótesis, se plantea que con la implementación del sistema telemétrico se reduzcan las tiempos no operativos, de modo que aumente el tiempo operativo de los equipos de carguío, para esto, se usará el modelo estadístico ***t de Student*** de modo que, el promedio de una muestra de 30 datos del año 2022 sin el sistema OneMine se compare con el promedio de muestra de la misma cantidad de datos para el año 2023 con el sistema implementado. A continuación, se muestra el escenario de hipótesis unilaterales que puede ser con cola hacia la derecha o izquierda.

H_0: $\mu_d \leq 0$ H_0: $\mu_d \geq 0$

H_l: $\mu_d > 0$ H_l: $\mu_d < 0$

Y, el estadístico de prueba:

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}} \qquad \text{Ecuación (8)}$$

Donde:

t : Estadístico ***t*** calculado

$\bar{d}$: Promedio de las diferencias

S_d : Desviación estándar de las diferencias

Que sigue una distribución ***t*** con ***n-1*** grados de libertad. Se rechaza la hipótesis nula (H_0) si:

$t > t\,(1-\alpha)\,,\,(n-1)$: Unilateral derecha

$t < t\,(\alpha)\,,\,(n-1)$: Unilateral izquierda

La hipótesis nula ($H_{0)}$: Es una afirmación de que no hay diferencia entre las variables, es decir que no están relacionadas. A menudo, esto puede considerarse el statu quo y, como resultado, si no se puede aceptar lo nulo, se requiere alguna acción.

La hipótesis alterna ($H_{l)}$: Es una afirmación sobre la población que es contradictoria con H_0 y lo que concluimos cuando rechazamos H_0.

Estas muestras relacionadas con distribución normal se resumen en una hipótesis nula (H_0) donde la diferencia de promedios será menor a 0, y la hipótesis alterna nos indica que la diferencia de promedios es mayor a 0. Con lo mencionado anteriormente, en el Anexo 5, se muestra los 30 datos aleatorios de la toma de tiempos no operativos del año 2022 y 2023.

Para la obtención de los siguientes resultados, se usó la ecuación 8 ejecutada en el programa de Excel con un nivel de confianza al 95%, Ver Tabla 5.

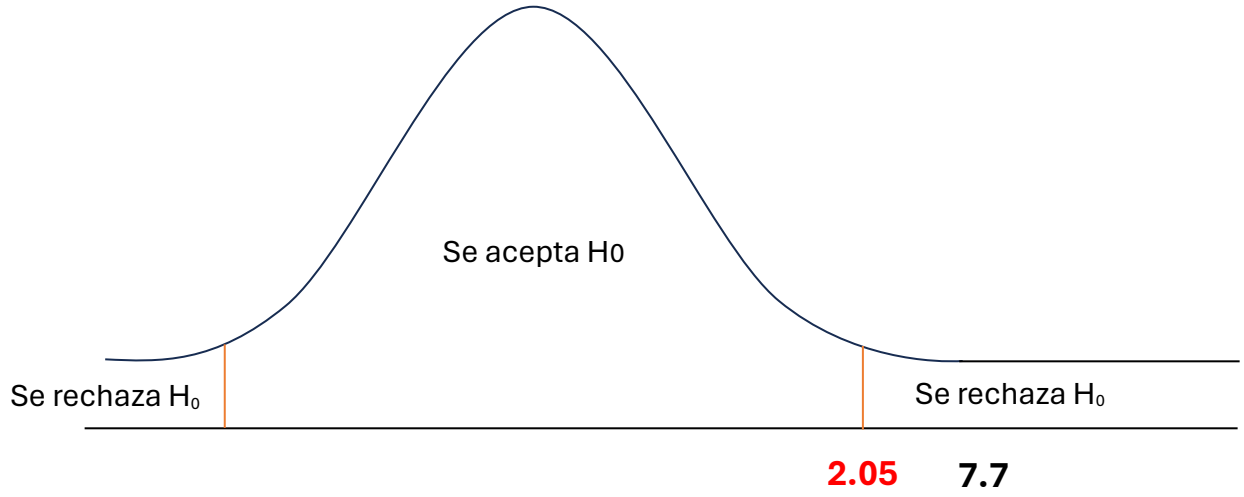
Tabla 5.
Resultados estadísticos para análisis de t de Student

	AÑO 2022	***AÑO 2023***
Media	1.25873762	0.78888889
Varianza	0.30428471	0.16797573
Observaciones	30	30
Correlación de Pearson	0.79880121	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	29	
Estadístico t	**7.7217096**	
P(T<=t) una cola	8.1409E-09	
Valor crítico *t* (una cola)	1.69912703	
P(T<=t) dos colas	1.6282E-08	
Valor crítico *t* (dos colas)	**2.04522964**	

Nota: Elaboración propia.

De lo mostrado en la Tabla 5, se obtiene que el ***Valor Crítico de t*** es 2.05 en ambos límites, y el valor ***Estadístico t*** es igual a 7.72, lo cual se representa en la Figura 6.

Figura 6.
Representación gráfica del Valor Crítico de t y valor Estadístico t



Nota: Elaboración propia.

Se concluye de acuerdo a la Figura 6 que, no se debe aceptar la hipótesis nula (H_0). La hipótesis alterna (H_1) es la acertada, donde el promedio de valores del año 2022 respecto a los tiempos no operativos es mayor a los tiempos medidos en el año 2023 con la implementación del sistema OneMine. Por lo tanto:

Se Cumple:			RESULTADO
Valor Crítico t		***Estadístico t***	
2.05	<	7.72	**VERDADERO**

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ONEMINE

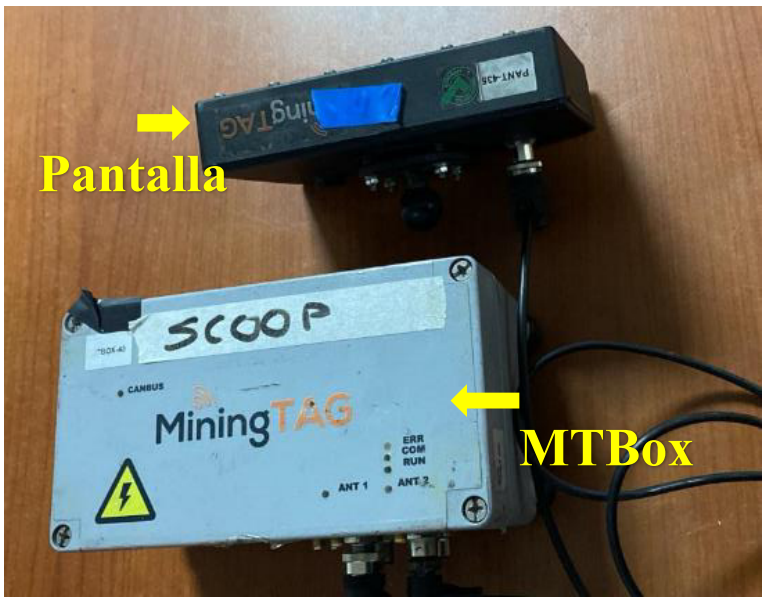
Comprende la instalación de los instrumentos para la transmisión de información, tanto en los equipos como en las labores:

4.1.1. Instalación en los equipos

Entre los dispositivos conformantes del sistema OneMine en los Scoops se tiene:

- La instalación del MTBox en el interior de la cabina del scoop en la parte superior derecha juntamente con el cableado correspondiente que anexa la pantalla principal donde se realizará la interacción manual táctil del sistema OneMine, dichas ubicaciones de los equipos en mención fueron recomendadas y aprobadas por el área de Seguridad Industrial e Higiene con la finalidad de buena ergonomía hacia los usuarios principales (operadores de scoop). Ver Figura 7.

Figura 7.
Dispositivos del sistema OneMine: MTBox y Pantalla



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.1. Descripción de comandos de la interfaz OneMine Remote Service

La interfaz gráfica principal del usuario permite el ingreso manual del monitor táctil para los distintos datos de gestión y control de flotas, así como el reconocimiento visual del actual estado en el que se encuentra el equipo dejado por su contraguardia anterior, tal como se observa en la Figura 8.

Figura 8.
Interfaz gráfica de usuario



Fuente: Elaboración propia.

Como siguiente paso, el usuario debe introducir su número de DNI, tal como se muestra en la Figura 9, para que el sistema lo identifique y enlace la información correcta con el sistema OneMine y pueda ser visualizado en el Dashboard para su continuo seguimiento desde Centro de Control. Esto permite la autentificación de interacción de los diferentes equipos hacia el sistema telemétrico en cuanto a sus actividades en tiempo real.

Figura 9.
Ingreso de Nº SAP (DNI) de operador



Fuente: Elaboración propia.

El sistema OneMine te solicita el ingreso de horómetros iniciales y finales de manera obligatoria, ver Figura 10, para el respectivo análisis por el área de Productividad y propuestas de planes de acciones para Operaciones Mina, con la finalidad de poder cumplir las horas de trabajo establecidas.

Figura 10.
Ingreso de horómetro del equipo



Fuente: Elaboración propia.

Después de haber culminado el paso anterior, se debe de marcar el nivel de combustible que tiene el equipo a operar, como se muestra en la Figura 11, esto ayuda al operador entrante a identificar si puede empezar a realizar su Orden de Trabajo o si tiene que acercarse al Taller del NV 4300 para el abastecimiento o en su defecto llamar de forma radial a Centro de Control para que se acerquen a su punto para que abastezcan de combustible el equipo para abordar con sus actividades.

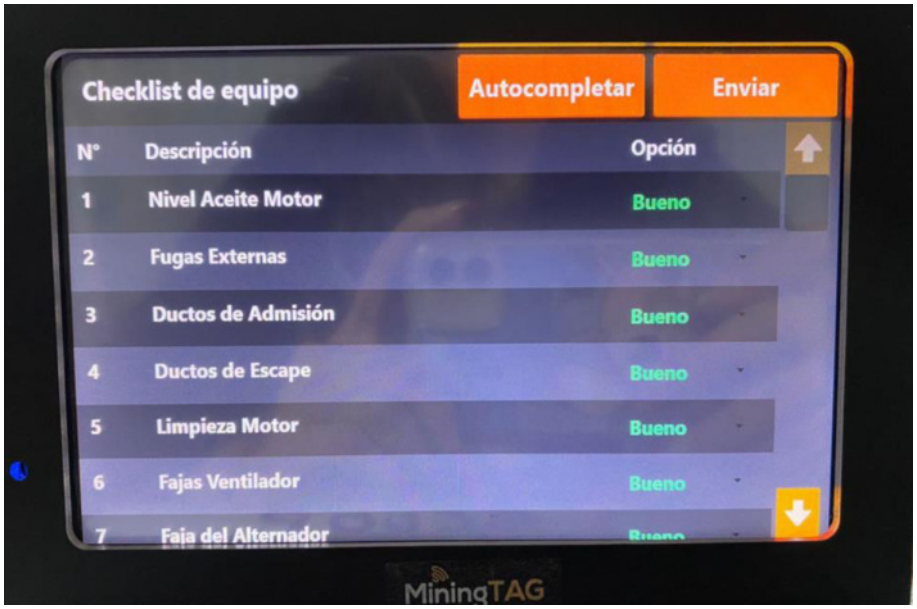
Figura 11.
Ingreso del nivel de combustible



Fuente: Elaboración propia.

El llenado virtual del checklist del equipo, ver Figura 12, sustituye el papeleo lo cual elimina toda posibilidad de pérdida de información por el mismo hecho que queda almacenada y enlazada en el sistema OneMine y posteriormente visualizada desde el Dashboard o descarga del Excel por Centro de Control, Supervisión Mina, GUM y Gerencias Corporativas en tiempo real, además de ser una alternativa eco amigable con el medio ambiente para recopilar información.

Figura 12.
Llenado virtual de checklist



Fuente: Elaboración propia.

El sistema OneMine, permite también el ingreso de distintos datos como el ***Estado actual*** de los equipos en tiempo real ya sea ***Operativo, Demoras operativas, No operativas, Mantenimiento y/o Mensajería.*** Ver la Figura 13.

Figura 13.
Estado actual de los equipos



Fuente: Elaboración propia.

Para llevar un registro exhaustivo de los diferentes estados de los equipos en tiempo real, la interfaz igualmente ofrece una descripción de la situación específica dentro de cada tipo de estado. Por ejemplo, en el estado ***OPERATIVO***, podemos encontrar lo siguiente: Limpieza de Mineral, Raspado de frente y piso, Mantenimiento de vías, Traslado de equipo, Acarreo/doble manipuleo, Relleno, Limpieza de pozas y Traslado de material, tal como se muestra en la Figura 14. Esta interacción del usuario principal (operador) con dicho sistema favorece el análisis y toma de decisiones rápidas de Supervisión Mina para corregir y optimizar los procesos del ciclo de minado.

Figura 14.
Actividad específica en el estado Operativo



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se visualiza en la Figura 15, el panel de opciones específicas para la selección del tipo ***DEMORA OPERATIVA***, las cuales son: Espera de volquete, Falta de servicios, Ventilación inadecuada, Falta de herramientas de gestión como el IPERC o la Orden de Trabajo. Se exhibe la sinergia de las diferentes situaciones que deben ser

atendidas lo más pronto posible para que nuestro ciclo de minado sea concluido de la manera más satisfactoria y por ende se de el cumplimiento del programa diario y semanal como corto plazo, a su vez, las respuestas inmediatas de las áreas involucradas en la operación y seguridad de nuestros colaboradores.

Figura 15.
Demora Operativa específica



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 16, se puede visualizar el panel de opciones para la selección del tipo ***NO OPERATIVO***, las cuales presenta las siguientes opciones: Abastecimiento de combustible, Refrigerio, Cambio de guardia o Inspección de labor/equipo. Estos ítems son vitales para el análisis del área de Productividad y planes de acción como en el caso de “Refrigerio”, ya que se ha evidenciado la salida del personal hacia los comedores en interior mina NV 4300, hasta 1 hora antes de lo indicado (hora establecida para refrigerio en comedor 11:45 am/pm), esta conclusión se efectuó por medio de la interacción de las actividades en tiempo real del operador hacia el sistema OneMine. Así como “Cambio de

Guardia" como cierre final de jornada laboral, este sub estado específico nos salvaguarda que nuestros colaboradores han concluido con sus actividades de manera satisfactoria.

Figura 16.
Actividad específica en el estado No Operativo



Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, en la Figura 17, se muestra el panel de opciones para la selección del tipo ***MANTENIMIENTO***, las cuales se desglosan en: Lavado de equipo, Engrase de equipo, Mantenimiento Preventivo, Inspección, Mantenimiento Correctivo o Accidente. Este interfaz ayuda a los KPI´s del área de Mantenimiento Mina y respuestas inmediatas en campo con las herramientas adecuadas para las diferentes intervenciones. Actualmente, el área de Productividad y Mantenimiento Mina vienen trabajando en un exhaustivo seguimiento en campo a la flota de Scoop (ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22) para seguir alimentando el listado de las diferentes casuísticas de intervenciones para posterior a ello enviar dicha data a MiningTag y por medio de algoritmos sean introducidos al sistema OneMine.

Figura 17.
Actividad específica en el estado de Mantenimiento

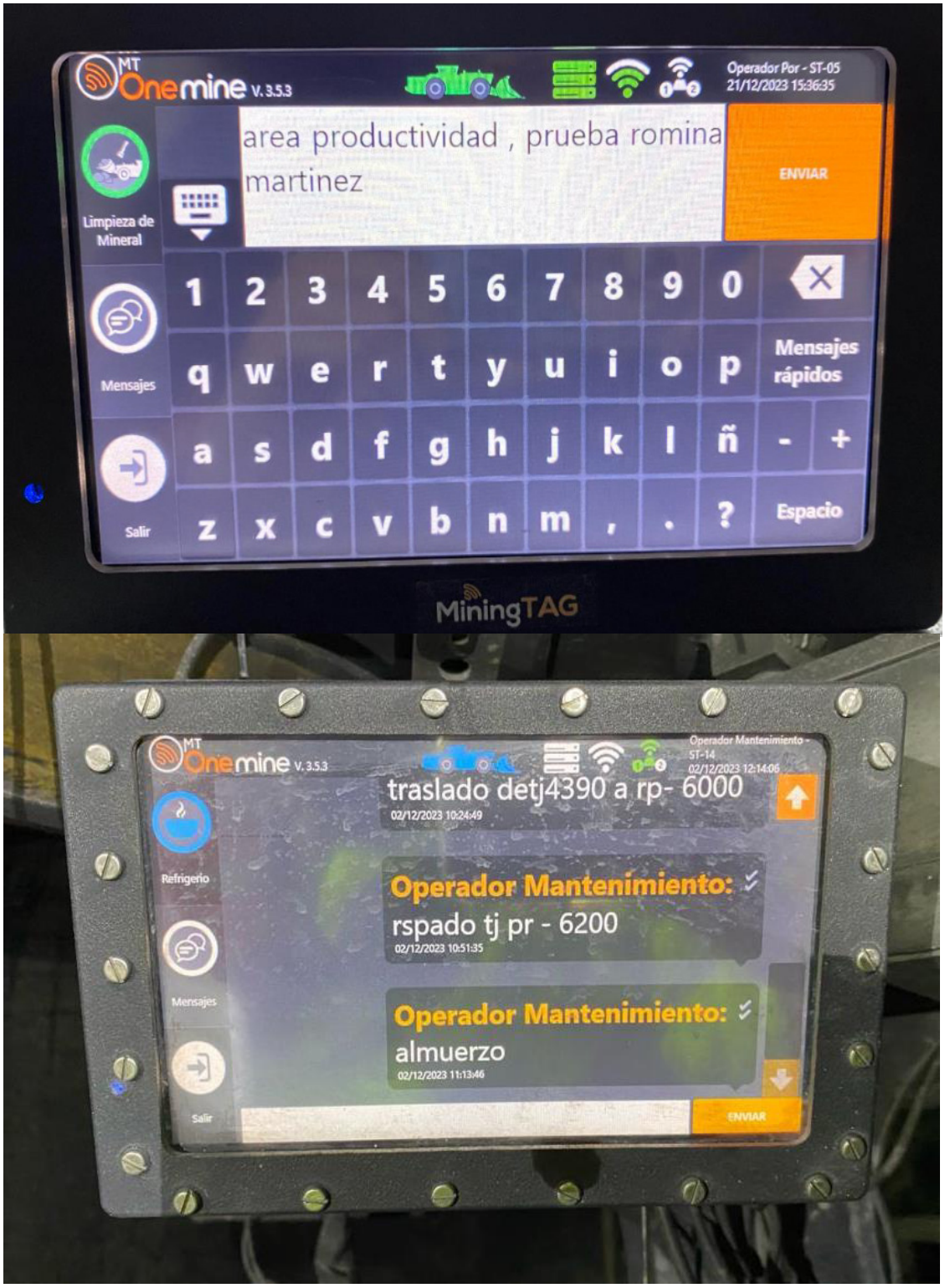


Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, tenemos la opción de ***MENSAJERÍA***, ver la Figura 18. Cada operador de scoop puede hacer uso de este desplegable para resolver dudas y/o comunicar su actual ubicación en caso de incidentes, accidentes del mismo u otro personal y/o referencia de dónde se encuentra con la finalidad de poder obtener una respuesta rápida de auxilio y/o atención de Supervisión por medio de la lectura de Centro de Control y aviso del mismo hacia las áreas y/o encargados correspondientes.

Como empresa, estamos comprometidos con la seguridad de nuestros colaboradores, es por ello que, buscamos herramientas tecnológicas que prioricen la seguridad de todo personal laborando en interior mina, cumpliendo con nuestro atributo cultural de ***Innovación***.

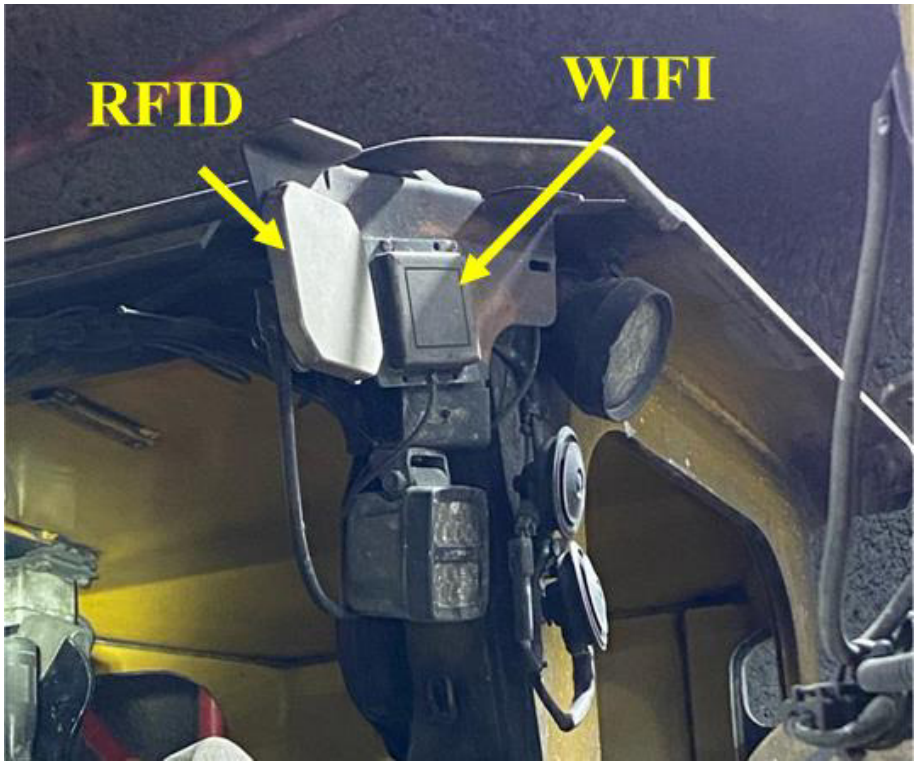
Figura 18.
Actividad de prueba en Mensajería



Fuente: Elaboración propia.

La transmisión inalámbrica de la información está basada en la utilización del sistema de identificación por radio frecuencia RFID y antenas WiFi, estas últimas para poder establecer la captación de información recopilada por el RFID hacia los Tag's. En la Figura 19, se muestra la instalación del RFID y Wifi en la parte superior derecha de la cabina posterior del scoop, de tal manera no incomode en las diferentes maniobras que ejecute el operador al realizar sus actividades de jornada y mayor visualización y maniobras de mantenimiento por el área de TI.

Figura 19.
Instalación y posicionamiento del dispositivo RFID y Wifi en los Scoop



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. **Instalación de Tag en las labores**

Consiste en la colocación del tag en distintas labores estratégicas que tengan mayor frecuencia en la operación con la finalidad de tener mayor precisión de los enlaces, Ver el Anexo 3. Dichos dispositivos tienen un alcance de 5 metros de radio para captar la

información transmitida desde los RFID's de los equipos por medio del Wifi, como se observa en la Figura 20.

Figura 20.
Visualización de Tag anclado y señalizado en hastial de labor



Fuente: Elaboración propia.

Por solicitud de los colaboradores de interior mina y evaluación de Supervisión, se hizo la colocación de tag en refugios puntuales donde las labores ya iban a culminar, pero aún existía tránsito de personal con el fin de salvaguardar su seguridad. Ver Figura 21.

Figura 21.
Tag ubicado en refugio



Fuente: Elaboración propia.

Como parte del seguimiento y proceso de carguío, se vio vital colocar un tag en las cámaras de carguío, ver Figura 22, pegado al hastial derecho con el propósito que sea visualizado por todo el personal y sin que este sea dañado por los equipos en movimiento.

Figura 22.
Tag ubicado en cámara de carguío



Fuente: Elaboración propia.

Para mayor certeza de ubicación de la flota de scoop (ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22), se vio por conveniente tener un tag a la entrada de los tajos de producción como se muestra en la Figura 23, para facilitar respuestas inmediatas.

Figura 23.
Tag ubicado en tajo de producción



Fuente: Elaboración propia.

El taller Trackless es un punto muy importante para la sincronización de data del sistema OneMine por ser una zona muy iluminada y como parte establecida toda la flota de scoop debe parquearse en las bahías designadas a final de guardia. Ver Figura 24.

Figura 24.
Tag ubicado en taller Trackless



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se consensuo la instalación de tag al inicio de los echaderos, ubicación estratégica para que no se vea afectada la seguridad del personal en caso de mantenimiento o reposición de dicho dispositivo, como se muestra en la Figura 25.

Figura 25.
Tag ubicado en echadero



Fuente: Elabora propia.

4.2. CAPACITACIÓN Y EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE OPERADORES

Para aprovechar al máximo los beneficios del sistema OneMine, es fundamental que todos los involucrados, especialmente los operadores de Scoop, sean constantemente capacitados de manera teórica, Ver Anexo 4, y en campo respecto al uso de todas sus aplicaciones, se familiaricen con el funcionamiento como se evidencia en la Figura 26, procedimientos, protocolos, se adapten a los cambios, actualizaciones que el sistema eventualmente tendrá, así como valorar, felicitar, premiar a aquellos colaboradores que dominen excepcionalmente la utilización del sistema y tengan los más altos índices de rendimientos operacionales con sus respectivos equipos.

Figura 26.
Operador ingresando datos a través de la pantalla táctil – Sistema OneMine

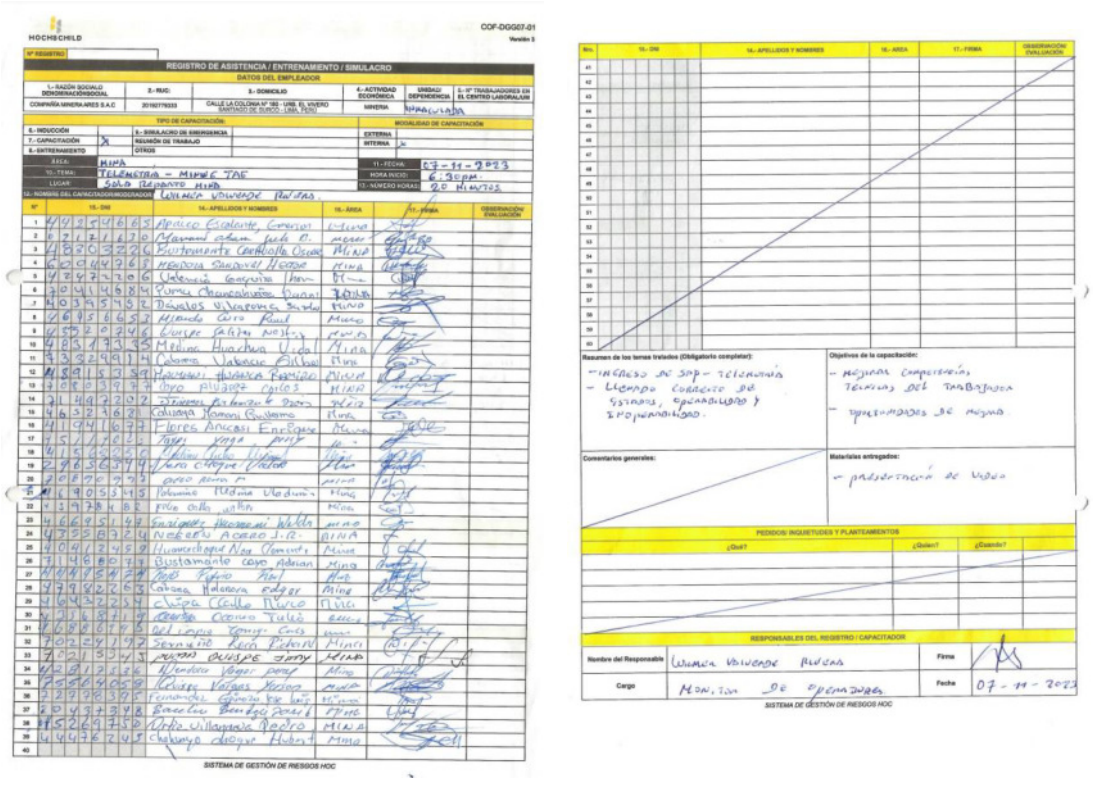


Fuente: Elaboración propia.

Las capacitaciones teóricas en el sistema OneMine fueron debidamente registradas y evidenciadas en formatos de asistencia en el reparto de guardia realizadas por el área de

Recursos Humanos, el Monitor de Operadores con el soporte del área de Productividad y Mina. Ver Figura 27.

Figura 27.
Evidencia de la capacitación en el sistema OneMine

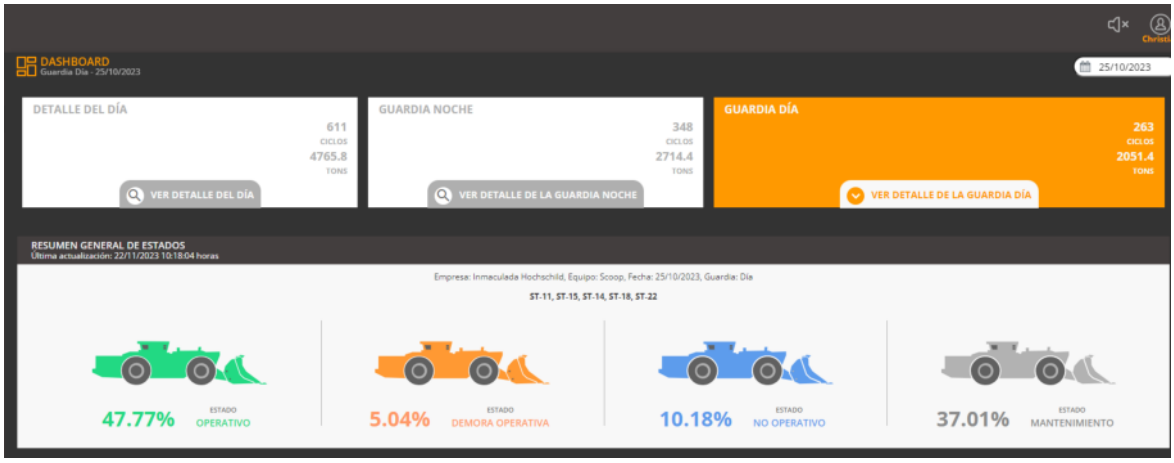


Fuente: Elaboración por el área de Recursos Humanos.

También se otorgaron reconocimientos públicos a los trabajadores con mejor rendimiento con el fin de incentivar la productividad. Ver Anexo 6.

Como resultado del ingreso de interacción de los diferentes datos realizado por los operadores por medio del sistema telemétrico OneMine, se obtienen gráficas en el Dashboard reportando la actividad diaria por equipo como se muestra en la Figura 28.

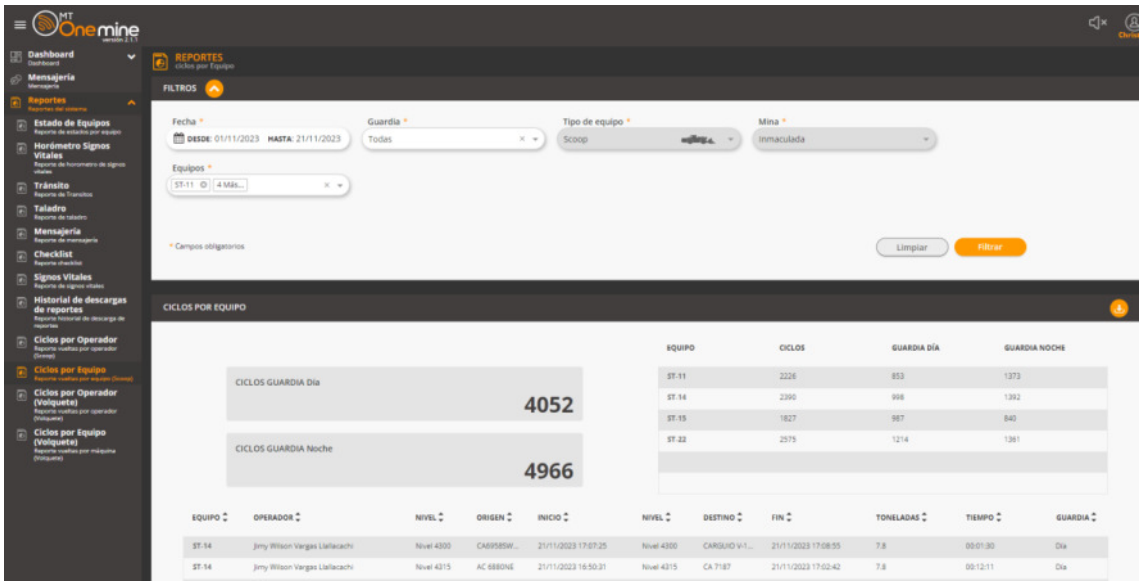
Figura 28.
Dashboard de utilización de equipos



Fuente: Elaboración propia.

También permite la visualización de resúmenes de productividad por intervalo de tiempo, tipo de guardia, operador, equipo, etc. Ver Figura 29.

Figura 29.
Resumen de productividad de scoops en el mes de octubre (2023)

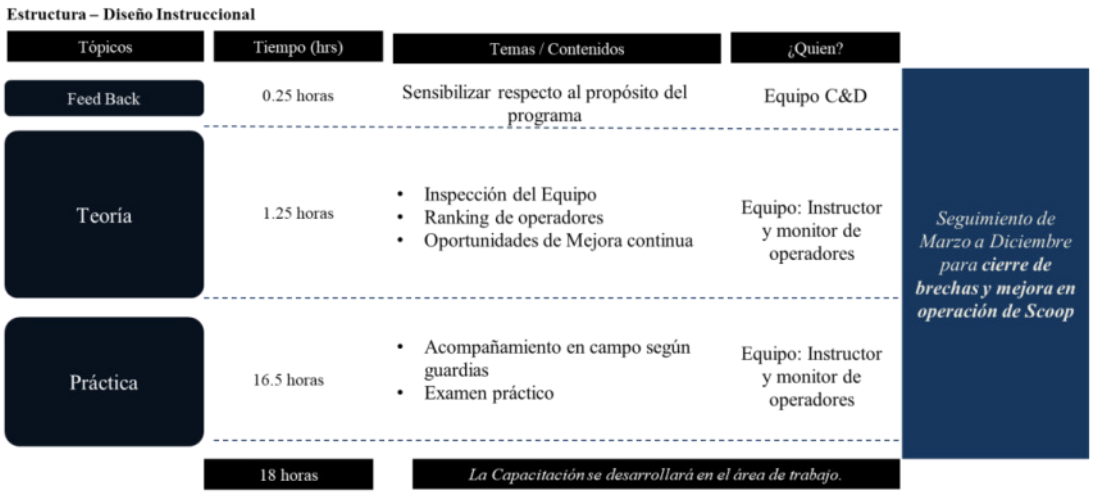


Fuente: Elaboración propia.

A partir del seguimiento continuo de la productividad por equipo y operador, se puede obtener con certeza una medida del desempeño de cada operador, quienes una vez

identificados pueden ser adecuadamente retroalimentados para ello se realizó un programa de capacitación detallado en la Figura 30.

Figura 30.
Programa de capacitación para operadores con bajo rendimiento



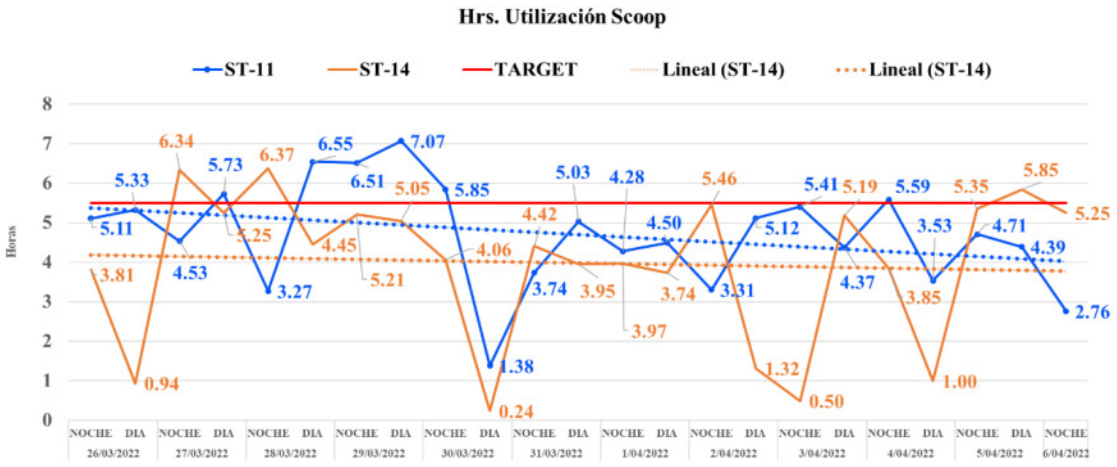
Fuente: Elaboración propia.

4.3. ANÁLISIS TÉCNICO COMPARATIVO

Se compararon las horas de utilización de dos equipos scoops, siendo el ST-11 y ST-14, en dos escenarios. El primero de ellos sin la implementación del sistema OneMine, como se observa en la Figura 31 y el segundo caso con la implementación ya ejecutada, ver Figura 32. Se demostró que la utilización de los equipos mencionados sin la implementación de dicho sistema no supera el target de 5.5 horas.

El ST-11, muestra una tendencia de utilización por debajo del target establecido; sin embargo, tiene dos picos de 7.07 y 6.55 horas que demuestran que si se puede tener una utilización mayor de 5.5 horas, pero con las condiciones adecuadas y respuestas inmediatas de las áreas relacionadas a la ejecución de la operación. Por otro lado, el ST-14, evidencia menor utilización siendo sus picos más altos de 6.37 y 6.34 horas en dos ocasiones de 12 días de seguimiento, la tendencia que maneja es por debajo del target con mayor frecuencia.

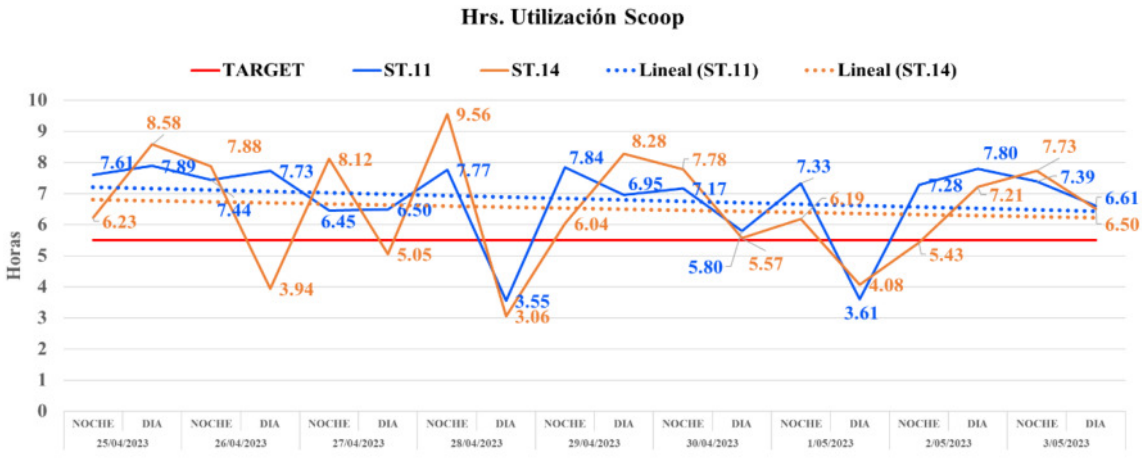
Figura 31.
Utilización de Scoops sin la implementación de OneMine



Fuente: Elaboración propia.

Dada la implementación del sistema OneMine, se visualiza significativamente la utilización en ambos equipos, superando el target establecido de 5.5 horas. Esto se debe a la interacción de las actividades de estados en tiempo real de los operadores hacia el sistema, el cual permite una respuesta rápida y segura de las diferentes casuísticas a resolver en el lugar exacto donde se encuentra el equipo, permitiéndole continuar con sus actividades de manera fluida.

Figura 32.
Utilización de Scoops con la implementación de OneMine



Fuente: Elaboración propia.

4.4. RESUMEN DE HORAS MÁQUINA EMPLEADAS POR LOS SCOOP (AÑO 2022)

Se presenta a continuación la Tabla 6 que, resume las horas operativas según las distintas actividades realizadas por los Scoops durante el ciclo de minado en el año 2022, cuando el sistema de telemetría OneMine, aún no había sido implementado en los equipos ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22:

Tabla 6.
Resumen de horas máquina de equipos Scoop (2022)

HORAS OPERACIÓN	**Equipo**				
Actividades	**ST-11**	**ST-14**	**ST-15**	**ST-22**	**TOTAL**
Acarreo	37.86	9.93	62.27	58.37	168.43
Carguío de Frentes	2.65	2.84	0.22	4.17	9.88
Carguío de Tajos	265.64	222.41	353.92	652.75	**1,494.72**
Dique Cementado	3.89	3.46			7.35
Dique Detrítico	17.32	2.43	4.55		24.3
Dique Pasta	24.44	16.69	8.74	6.84	56.71
Espera de volquete	0.67				0.67
Limpieza de Frentes	14.65	16.68	47.47	63.5	142.3
Limpieza de Tajo	774.26	510.35	861.58	379.11	**2,525.30**
Mantenimiento de Vías	35.58	26.87	5.96	16.53	84.94
Mantto Correctivo Mecánico	5.85	1.01	0.27	1.44	8.57
Otros (Especifique)	36.82	22.75	38.1	33.43	131.1
Relleno	59.84	36.26	68.13	166.19	330.42
Reparto de Guardia		0.36			0.36
Servicios	21.77	59.96	32.9	53	167.63
Traslado de Equipo	112.04	79.82	96.35	111.9	**400.11**
TOTAL	**1,413.28**	**1,011.82**	**1,580.46**	**1,547.23**	**5,552.79**

Nota: Elaboración propia.

Se observa el segregado general de las diferentes actividades con mayor consumo de horas de los equipos ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22. En análisis efectuado evidencia que la flota en mención tiene mayores horas en ***carguío y limpieza de tajos*** representando el 72.4% del tiempo asignado al total de actividades.

La Tabla 7 muestra el resumen de las distintas demoras operativas y horas no trabajas por razones relacionadas al estado de toda la flota de equipos en mención, de horas operativas y no operativas, teniendo en cuenta la estancia del personal durante el año 2022. Se analiza un total de 1,001.09 horas por Demoras Operativas siendo la espera de volquete, ventilación deficiente y traslado de equipo las que más impactan en el proceso con 309.25, 280.94 y 157.91 horas respectivamente. En cuanto a las horas de Mantenimiento, los mantenimientos correctivos en la flota tienden a 2,337.72 horas, esto se debe porque en el año 2022 no se contaba con respuestas inmediatas y los planes de acción no proporcionaban buenos resultados, en muchos casos la señal radial fallaba constantemente y la comunicación era deficiente, tendiendo la molestia e incomodidad de los operadores que cargado al disparador de “apuro”, forzaban el trabajo del equipo haciendo que este se malograra de manera repetitiva.

Tabla 7.
Resumen de horas no trabajadas (2022)

TIEMPO FINAL (Hrs)	**Equipo**				
Actividades	**ST-11**	**ST-14**	**ST-15**	**ST-22**	**TOTAL**
DEMORAS NO OPERATIVAS	***1,131.66***	***767.26***	***1,187.55***	***1,157.36***	***4,243.84***
Reparto de Guardia	305.66	213.52	296.34	328.01	1,143.53
Traslado Superficie - Mina	408.07	275.40	423.51	390.48	**1,497.47**
Inspección labor/equipo	75.76	39.61	64.91	83.12	263.40
Refrigerio	314.77	204.64	331.34	321.04	1,171.80
Traslado refrigerio	4.69	11.19	4.66	5.02	25.57
Lavado de equipo		2.21	26.92	0.17	29.30
Espera de traslado personal	1.01	1.84			2.85
Otras demoras No Operativas	10.80	12.83	15.77	12.41	51.81
Traslado a labor	0.25			0.50	0.75
Traslado + Refrigerio	10.65	6.01	24.10	16.60	57.36
DEMORAS OPERATIVAS	***229.87***	***243.79***	***266.69***	***260.74***	***1,001.09***
Traslado de equipo	11.88	13.87	59.63	72.53	157.91
Espera de volquete	75.08	64.22	81.83	88.12	**309.25**
Falta de habilitación de área de trabajo	29.84	15.89	18.83	14.62	79.19
Falta de servicios	10.55	4.84	5.03	6.69	27.11
Falta estandarización de labor	3.48	7.59	5.02	3.55	19.64
Otras Demoras Operativas	36.60	31.47	29.84	29.15	127.06
Ventilación deficiente	62.44	105.90	66.52	46.08	280.94
MANTTO	***632.74***	***1,583.59***	***575.55***	***381.75***	***3,173.63***
Mantto Programado Scoop	109.88	132.00	117.35	94.40	453.64
Mantto Correctivo Scoop	426.08	1,336.03	349.45	226.15	**2,337.72**
Mantto Preventivo Scoop	96.77	115.56	108.75	61.19	382.27
TOTAL	**1,994.27**	**2,594.64**	**2,029.80**	**1,799.85**	**8,418.56**

Nota: Elaboración propia.

4.5. CÁLCULO DE RENDIMIENTOS DE SCOOP (AÑO 2022)

De las tablas anteriores se calcularon:

- Disponibilidad física

$$DF = \frac{(HOP + HRE) \times 100\%}{HH}$$

$$DF = \frac{(5552.79 + 1001.09 + 4243.84) \times 100\%}{5552.79 + 8418.56} = \mathbf{77.28\%}$$

- Índice de Mantenimiento

$$IM = \frac{HOP}{HMT}$$

$$IM = \frac{5552.79 + 1001.09}{3173.63}$$

$$IM = \mathbf{2.06}\ horas\ trabajadas\ por\ hora\ de\ matenimiento$$

- Índice de Utilización

$$UT = \frac{HOP \times 100\%}{HOP + HRE}$$

$$UT = \frac{(5552.79 + 1001.09) \times 100\%}{5552.79 + 1001.09 + 4243.84} = \mathbf{60.70\%}$$

- Aprovechamiento

$$A = \frac{HOP \times 100\%}{HH}$$

$$A = \frac{(5552.79 + 1001.09) \times 100\%}{5552.79 + 8418.56} = \mathbf{46.91\%}$$

- Factor Operacional

$$FO = \frac{HEF \times 100\%}{HOP}$$

$$FO = \frac{5552.79 \times 100\%}{5552.79 + 1001.09} = \mathbf{84.73\%}$$

4.6. RESUMEN DE HORAS MÁQUINA EMPLEADAS POR LOS SCOOP (AÑO 2023)

Siguiendo con este razonamiento, la Tabla 8 presenta el resumen de las horas empleadas de los equipos ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22, teniendo en cuenta la aplicación del sistema telemétrico OneMine. Según las distintas actividades realizadas por la flota durante el ciclo de minado en el año 2023, cuando el sistema de telemetría ya ha sido implementado y verificado su correcto funcionamiento.

Tabla 8.
Resumen de horas máquina del Scoop (2023)

HORAS OPERACIÓN	**Equipo**				
Actividades	**ST-11**	**ST-14**	**ST-15**	**ST-22**	**TOTAL**
Acarreo	43.5	11.6	71.4	67.7	194.2
Carguío de Frentes	3.1	3.2	0.3	4.9	11.5
Carguío de Tajo	306.7	257.1	403.3	761.5	**1,728.60**
Dique Cementado	3.9	2.4			6.3
Dique Detrítico	14.5	3.5	5.5		23.5
Dique Pasta	23.9	19.3	10.4	7.7	61.3
Espera de volquete	0.6				0.6
Limpieza de Frentes	17.2	19.3	54.2	73.4	164.1
Limpieza de Tajo	882.9	582.04	980.82	441	**2,886.76**
Mantenimiento de Vías	35.7	26.3	7.9	18.5	88.4
Mantto Correctivo Mecánico	4.4	1.2	0.3	1.1	7
Otros (Especifique)	31.4	23.2	36.8	30.3	121.7
Relleno	68.9	35.4	65.6	168.9	338.8
Reparto de Guardia		0.3			0.3
Servicios	24.9	55.2	37.3	56.9	174.3
Traslado de Equipo	114.2	80.9	98.68	112.03	**405.81**
TOTAL	**1,575.80**	**1,120.94**	**1,772.50**	**1,743.93**	**6,213.17**

Nota: Elaboración propia.

Se analiza que las actividades con la implementación del sistema OneMine durante el ciclo de minado del año 2023, manifiesta con mayor consumo de horas de los equipos ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22 el ***carguío y limpieza de tajos*** representando el 74.28% del tiempo asignado al total de actividades. Así mismo, la diferencia de horas totales de la flota del año 2022 y 2023 fueron 660.38 horas.

La tabla 9, nos indica la utilización en horas del año 2023 siendo 7940.74 horas totales de la flota en mención para las distintas demoras y mantenimientos de los equipos analizados. Por consiguiente, la diferencia de horas del año 2022 y 2023 fue de 477.82 horas, número relevante por la interacción del sistema telemétrico OneMine. En cuanto a las horas de los mantenimientos correctivos se tiene una diferencia de 391.47 horas, un constante reto para la operación; sin embargo, se evidencia la reducción de horas ampliando la utilización de los equipos scoop. Como primer año de uso de dicho sistema, se espera poder seguir alimentando la data con los seguimientos por parte del área de Productividad y reacción de respuestas inmediatas por el área de Mantenimiento Mina.

Tabla 9.
Resumen de horas no trabajadas (2023)

TIEMPO FINAL (Hrs)	**Equipo**				
Actividades	**ST-11**	**ST-14**	**ST-15**	**ST-22**	**TOTAL**
DEMORAS NO OPERATIVAS	***1,125.95***	***763.39***	***1,181.60***	***1,151.82***	***4,222.75***
Reparto de Guardia	304.17	212.42	294.83	326.43	1,137.85
Traslado Superficie - Mina	405.92	273.98	421.35	388.65	**1,489.90**
Inspección labor/equipo	75.37	39.41	64.60	82.70	262.07
Refrigerio	313.25	203.67	329.78	319.52	1,166.22
Traslado refrigerio	4.67	11.13	4.63	5.00	25.43
Lavado de equipo		2.20	26.78	0.17	29.15
Espera de traslado personal	1.00	1.83			2.83
Otras demoras No Operativas	10.75	12.75	15.67	12.35	51.52
Traslado a labor	0.25			0.50	0.75
Traslado + Refrigerio	10.58	6.00	23.95	16.50	57.03
DEMORAS OPERATIVAS	***219.28***	***234.43***	***257.58***	***251.93***	***963.23***
Traslado de equipo	11.83	13.82	59.32	72.13	157.10
Espera de volquete	74.70	63.88	81.40	87.68	**307.67**
Falta de habilitación de área de trabajo	29.67	15.83	18.75	14.57	78.82
Falta de servicios	10.50	4.82	5.00	6.65	26.97
Falta estandarización de labor	3.47	7.55	5.00	3.53	19.55
Otras Demoras Operativas	27.00	23.22	21.98	21.52	93.72
Ventilación deficiente	62.12	105.32	66.13	45.85	279.42
MANTTO	***549.27***	***1,450.13***	***435.02***	***320.33***	***2,754.75***
Mantto Programado Scoop	103.50	120.00	69.33	88.00	380.83
Mantto Correctivo Scoop	335.77	1,202.63	249.52	158.33	**1,946.25**
Mantto Preventivo Scoop	110.00	127.50	116.17	74.00	427.67
TOTAL	**1,894.50**	**2,447.96**	**1,874.20**	**1,724.08**	**7,940.74**

Nota: Elaboración propia.

4.7. CÁLCULO DE RENDIMIENTOS DE SCOOP (AÑO 2023)

De las tablas anteriores se calcularon:

- Disponibilidad física

$$DF = \frac{(HOP + HRE) \times 100\%}{HH}$$

$$DF = \frac{(6213.17 + 963.23 + 4222.75) \times 100\%}{6213.17 + 7940.74} = \mathbf{80.54}\%$$

- Índice de Mantenimiento

$$IM = \frac{HOP}{HMT}$$

$$IM = \frac{6213.17 + 963.23}{2754.75}$$

$$IM = \mathbf{2.605}\ horas\ trabjadas\ por\ hora\ de\ matenimiento$$

- Índice de Utilización

$$UT = \frac{HOP \times 100\%}{HOP + HRE}$$

$$UT = \frac{(6213.17 + 963.23) \times 100\%}{6213.17 + 963.23 + 4222.75} = \mathbf{62.96}\%$$

- Aprovechamiento

$$A = \frac{HOP \times 100\%}{HH}$$

$$A = \frac{(6213.17 + 963.23) \times 100\%}{6213.17 + 7940.74} = \mathbf{50.70}\%$$

- Factor Operacional

$$FO = \frac{HEF \times 100\%}{HOP}$$

$$FO = \frac{6213.17 \times 100\%}{6213.17 + 963.23} = \mathbf{84.73}\%$$

4.8. RESULTADOS COMPARATIVOS EN LAS EFICIENCIAS

En la Tabla 10 se detalla el comparativo de los rendimientos con el uso del sistema telemétrico OneMine en el año 2023 y sin telemetría en el año 2022. Se concluye que, la tecnología introducida por la empresa MiningTag ha cumplido lo establecido dentro del contrato determinado con dicho sistema, con la interacción de los usuarios ha sido posible alimentar los signos vitales de los equipos y, finalmente la disponibilidad física, índice de rendimiento, índice de utilización, aprovechamiento y factor operacional han aumentado.

Tabla 10.
Tabla de comparación de rendimientos

Indicador	Sin telemetría	Sistema telemétrico OneMine
Disponibilidad Física	77.285%	80.537%
Índice de mantenimiento	2.065 h/h	2.605 h/h
Índice de Utilización	60.697%	62.956%
Aprovechamiento	46.909%	50.703%
Factor operacional	84.725%	86.578%

Nota: Elaboración propia.

4.9. MODELAMIENTO LINEAL DE RENDIMIENTOS

A partir del resumen de horas de operación efectivas, demoras y mantenimiento por cada equipo, se modeló mediante regresión lineal la relación entre las horas de mantenimiento y horas operativas de cada equipo, comparando el escenario sin la implementación del sistema OneMine, contra el escenario con la implementación del sistema OneMine.

En la Tabla 11 se muestra que, sin el sistema telemétrico para la flota de quipos de scoop (ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22), existe mayor número de horas en mantenimiento, pero menos horas de operación siendo una relación inversa. Sin embargo, al introducir nuestro sistema OneMine hay un impacto inverso que ayuda al rendimiento y utilización de estos, se tiene menos horas de mantenimiento y mayor incremento de horas de operación.

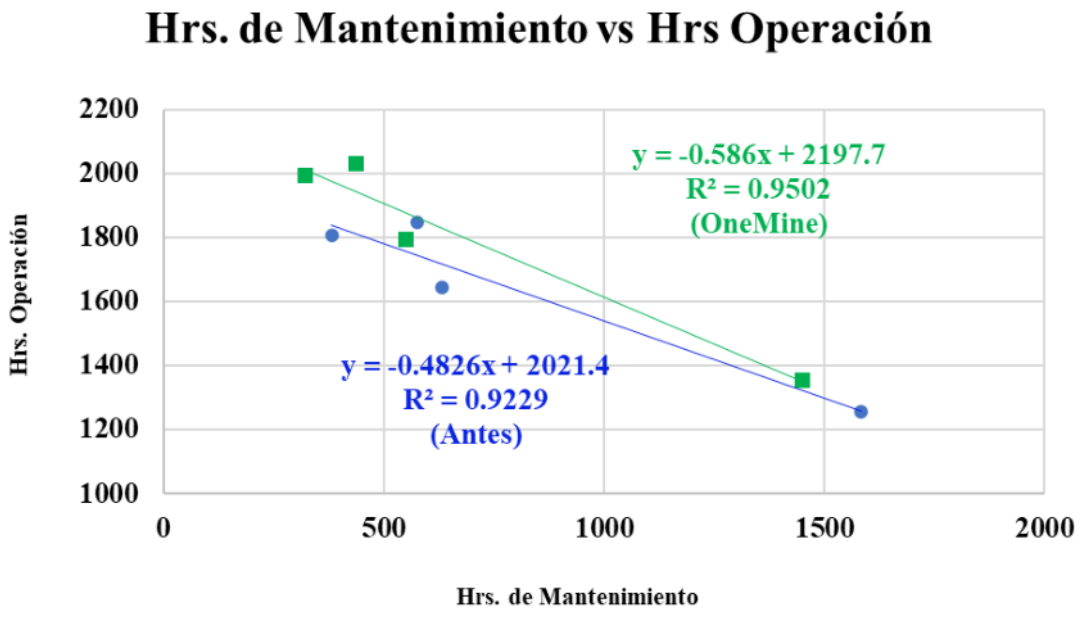
Tabla 11.
Horas de mantenimiento y operación por equipo

	OneMine		Antes	
Scoop	**MANTTO**	**HOP**	**MANTTO**	**HOP**
ST-11	549.27	1795.08	632.74	1643.15
ST-14	1450.13	1355.37	1583.59	1255.61
ST-15	435.02	2030.08	575.55	1847.15
ST-22	320.33	1995.86	381.75	1807.97

Nota: Elaboración Propia

En la Figura 33 nos muestra la regresión lineal de las horas de mantenimiento vs las horas de operación de la flota, demostrando la relación inversamente proporcional existente en las horas mencionadas. Y se concluye que, el sistema OneMine presenta mayor horas de operación a comparación que cuando no se tenía dicho sistema y menores horas de mantenimiento, el grafico evidencia que a mayores horas de operación se presenta menores horas de mantenimiento y por ende el sistema tiene un impacto positivo.

Figura 33.
Regresión lineal horas de mantenimiento vs. horas de operación



Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 12 muestra el resumen de las horas de mantenimiento preventivo con y sin el sistema OneMine; así como, las horas de operación por equipo (ST-11-ST-14 y ST-22).

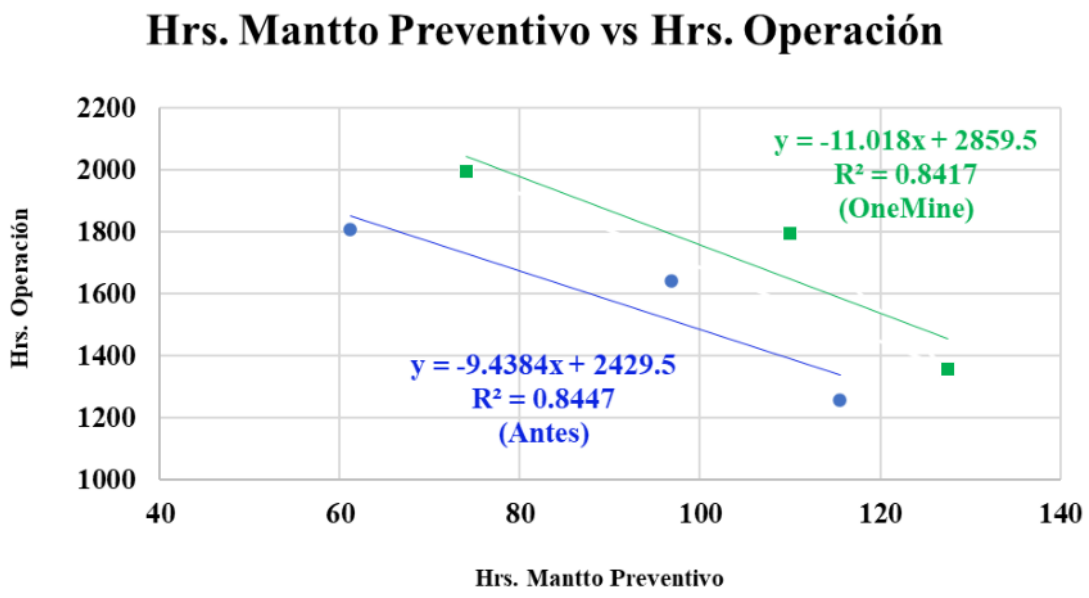
Tabla 12.
Horas de mantenimiento preventivo y operación por equipo

	OneMine		Antes	
Scoop	**MP**	**HOP**	**MP**	**HOP**
ST-11	110.00	1795.08	96.77	1643.15
ST-14	127.50	1355.37	115.56	1255.61
ST-22	74.00	1995.86	61.19	1807.97

Nota: Elaboración Propia

El estudio de la regresión lineal de las horas de mantenimiento preventivo vs horas de operación es una relación proporcional, véase la Figura 34, porque demuestra que al tener mayores horas de intervención en los mantenimientos preventivos las horas de operación aumentaran de la misma forma.

Figura 34.
Regresión lineal horas de mantenimiento preventivo vs. horas de operación



Fuente: Elaboración Propia

4.10. REDUCCIÓN DE COSTOS

Para el cálculo de reducción de la tarifa horaria del Scoop R-1600 de Caterpillar de 6 Yd^3, se han considerado los rendimientos obtenidos sin aplicar el sistema telemétrico OneMine, costo actual de combustible, así como los costos de adquisición y depreciación del equipo. En la Figura 35, se muestra que la hr/gda es de 9.54 y la disponibilidad de 77.28% alargando el periodo de posesión en 2.3 años. Así mismo, se presenta un costo de inversión de propiedad siendo 10.65 US$/hr, el pico de costo más relevante es el de operación teniendo en cuenta las reparaciones, mantenimiento y repuestos asignados sumando un total de 23.43 US$/hr y 5.86 US$/hr todo lo relacionado a aceites lubricantes, filtros y grasas. El costo de operación total se ve referido al ítem "Costo de Operación" y sus especificaciones con 45.54 US$/hr. Por ende, el costo final del equipo sin considerar el combustible es de 143.59 US$/hr.

A partir de los nuevos rendimientos mediante la aplicación del sistema telemétrico OneMine, se obtuvo una nueva tarifa horaria, véase la Figura 36. Se tiene un incremento de hr/gda a 9.67 y con una disponibilidad de 80.54% pero con un periodo de posesión de 2.1 años. El costo de inversión tiene una ligera diferencia de 0.39 US$/hr y el costo horario de propiedad total disminuye a 52.86 US$/hr en comparación con el costo sin la implementación de dicho sistema. Al desglosar el costo de operación respecto a las reparaciones, mantenimiento y repuestos asignados suma un total de 18.57 US$/hr y 4.64 US$/hr todo lo relacionado a aceites lubricantes, filtros y grasas, en ambos casos el costo es menor que el anterior. Obteniendo el costo final del equipo sin considerar el combustible de 137.83 US$/hr.

Figura 35.
Cálculo de la tarifa horaria sin el sistema OneMine

DETERMINACIÓN DE LA TARIFA HORARIA: SCOOPTRAM R-1600H (6.0 YD3)							
CAT MOD R-1600H 6.00 Yd3							
Información Básica							
						MARCA	
						CAT	
MODELO						R-1600H 6.00 Yd3	
Precio Integral del Equipo							
Unidad Básica	1					580,000	US$
Jgos de Llantas	1	4	3,000	US$/llanta		12,000	US$
A. Precio de venta o de adquisición:						568,000	US$
B1. Cuota Inicial							US$
B2. y/o valor de equipo a cambio						-	US$
B3. Sub-Total: B1+ B2						-	US$
C. Saldo por pagar: A - B3						568,000	US$
D. Período de posesión						2.3	años
D1. Vida económica						12,000	hrs
	12 Meses/año	443 hr/mes	30			15120	5310.4
	9.54 Hr/gda	2 Gdia/dia	dias/mes			17280	14.75098
	77.28% Disponibilidad						
(IV.) Costo Total de Propiedad del Equipo						380,340	US$
COSTO DE PROPIEDAD Y OPERACIÓN: SCOOPTRAM							
						MARCAS	
						CAT	
						R-1600H 6.00 Yd3	
COSTO DE PROPIEDAD						Por hora	
Parte 1							
Costo Total de Propiedad del Equipo						580,000	US$
a. Costo de llantas						12,000	US$
b. Costo Total del equipo sin llantas						568,000	US$
c. Costo de depreciación						42.60	US$/hr
d. Factor de Inversión						0.72	
e. Costo de Inversión						10.65	US$/hr
Costo Horario de Propiedad Total: (c + e)						53.25	US$/hr
COSTO DE OPERACIÓN						Por hora	
Parte 2							
a. Reparaciones, mantenimiento y repuestos					(a.)	23.43	US$/hr
Asignación aprox. de la depreciación							
b. Aceites lubricantes, filtros y grasas					(b.)	5.86	US$/hr
Asignación aprox.de (a.)		25.0%					
c. Reemplazo de llantas (3,000 $/pieza)					(c.)	8.00	US$/hr
Vida util	1,500 hrs						
d. De Labor (Operador)	1.1				(d.)	7.98	US$/hr
e. EPP (Operador)					(e.)	0.27	US$/hr
Costo Horario de Operación Total: (a + b + c + d))						45.54	US$/hr
Costo Horario Total de Propiedad y Operación :						98.78	US$/hr
(no incluye petróleo)							
Utilidad		10%				9.88	US$/hr
TARIFA						108.66	US$/hr
(no incluye combustible (petróleo)							
e. Combustible:		(a.)	34.93	US$/hr		34.93	US$/hr
Petroleo diesel N° 2	6.35	US$/Gal					
			5.50	Gal/hr			
COSTO DE ALQUILER (INCLUYENDO PETROLEO)						143.59	US$/hr
		Observación				US$/Hr	S/./Hr
		Tarifra horaria total				143.59	535.58

Fuente: Elaboración por el área de Mantenimiento Mina.

Figura 36.
Cálculo de la tarifa horaria aplicando el sistema OneMine

DETERMINACIÓN DE LA TARIFA HORARIA: SCOOPTRAM R-1600H (6.0 YD3)								
CAT MOD R-1600H 6.00 Yd3								
Información Básica								
						MARCA		
						CAT		
MODELO						R-1600H 6.00 Yd3		
Precio Integral del Equipo								
Unidad Básica	1					580,000	US$	
Jgos de Llantas	1	4	3,000	US$/llanta		12,000	US$	
A. Precio de venta o de adquisición:						568,000	US$	
B1. Cuota Inicial							US$	
B2. y/o valor de equipo a cambio						-	US$	
B3. Sub-Total: B1+ B2						-	US$	
C. Saldo por pagar: A - B3						568,000	US$	
D. Período de posesión						2.1	años	
D1. Vida económica						12,000	hrs	
	12 Meses/año	467 hr/mes	30			15120	5606.1	
	9.67 Hr/gda	2 Gdia/dia	dias/mes			17280	15.57262	
	80.54% Disponibilidad							
(IV.) Costo Total de Propiedad del Equipo						379,469	US$	
COSTO DE PROPIEDAD Y OPERACIÓN: SCOOPTRAM								
						MARCAS		
						CAT		
						R-1600H 6.00 Yd3		
COSTO DE PROPIEDAD						Por hora		
Parte 1								
Costo Total de Propiedad del Equipo						580,000	US$	
a. Costo de llantas						12,000	US$	
b. Costo Total del equipo sin llantas						568,000	US$	
c. Costo de depreciación						42.60	US$/hr	
d. Factor de Inversión						0.73		
e. Costo de Inversión						10.26	US$/hr	
Costo Horario de Propiedad Total: (c + e)						52.86	US$/hr	
COSTO DE OPERACIÓN						Por hora		
Parte 2								
a. Reparaciones, mantenimiento y repuestos					(a.)	18.57	US$/hr	
Asignación aprox. de la depreciación								
b. Aceites lubricantes, filtros y grasas					(b.)	4.64	US$/hr	
Asignación aprox.de (a.)		25.0%						
c. Reemplazo de llantas (3,000 $/pieza)					(c.)	8.00	US$/hr	
Vida util	1,500 hrs							
d. De Labor (Operador)	1.1				(d.)	7.87	US$/hr	
e. EPP (Operador)					(e.)	0.27	US$/hr	
Costo Horario de Operación Total: (a + b + c + d))						39.36	US$/hr	
Costo Horario Total de Propiedad y Operación :						92.22	US$/hr	
(no incluye petróleo)								
Utilidad		10%				9.22	US$/hr	
TARIFA						101.44	US$/hr	
(no incluye combustible (petróleo)								
e. **Combustible:**		(a.)	36.39	US$/hr		36.39	US$/hr	
Petroleo diesel N° 2	6.35	US$/Gal						
			5.73	Gal/hr				
COSTO DE ALQUILER (INCLUYENDO PETROLEO)						137.83	US$/hr	
		Observación				US$/Hr	S/./Hr	
		Tarifra horaria total				137.83	514.10	

Fuente: Elaboración por el área de Mantenimiento Mina.

Debido a la reducción del índice de mantenimiento de 2.06 a 2.65, se reduce el costo horario de mantenimiento en la siguiente proporción:

$$Costo\ reducido = Costo\ horario\ anterior \div \frac{Indice\ de\ mantenmiento\ anterior}{Indice\ de\ mantenmiento\ actual}$$

$$Costo\ reducido\ = \$23.43 \times \frac{2.06}{2.65} = \$\mathbf{18.57}$$

De la Figura 34, se obtiene una tarifa horaria de $137.83, que es $5.76 más económica que cuando no se aplicaba el sistema OneMine en la flota de los scoops (ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

De acuerdo con el Modelo de regresión lineal simple presentado como técnica de análisis para el presente informe, se busca la relación directamente proporcional de las interacciones que realizan los operadores de scoops por medio del sistema OneMine con la utilización de los equipos, esto alineado a la gestión y optimización de tiempos que guarda relación con lo que sostienen Chura, M. (2018), reduciendo las horas de demoras operativas, mejorando la productividad y obteniendo una optimización en un 22% y Soto, F. (2022), en el control de tiempos del ciclo de trabajo aumentando la tasa de producción de los equipos de carguío en un 40%. Para ello, se hizo el seguimiento exhaustivo de la flota (ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22) por un periodo de 30 días, ambos turnos desde inicio a fin de guardia. El trabajo en campo era observar si el operador ingresaba de manera correcta al sistema OneMine y desde el inicio de su jornada laboral tenga la correcta interacción con los diferentes estados y sub estados presentados por el sistema telemétrico que guarda relación con Park, S., Choi, Y. (2021), quienes nos plantea la gestión de flotas y seguimientos de los mismos mediante el uso de tecnologías que nos permiten obtener datos que puedan ser optimizables. Para demostrar la fiabilidad de la data arrojada de dicho sistema se empezó con el seguimiento por parte del área de Productividad, quien de manera manual y visual registraba todas las actividades según la Orden de Trabajo de cada equipo, para luego insertar dicho seguimiento en un Excel de tal forma se pueda tener una comparativa con los datos que el propio Dashboard del sistema OneMine brinda, que coincide con Quiroga (2016), indicando que para mejorar las practicas operacionales en la mina es necesario el diseño de una herramienta computacional para el control de KPIs. Al ser una nueva tecnología algunos de los operadores se rehusaban a usarla, porque conceptualizaban que dicho sistema era para vigilarlos; sin embargo, el

principal objetivo era poder reducir los tiempos no operativos y sus demoras operativas, así como incrementar la disponibilidad mecánica y el factor de utilización de los mismos, esto alineado a la mejora de la disponibilidad y utilización descrita por Cuti (2019).

Se enfatiza que el sistema OneMine, por medio de los distintos sensores instalados en los equipos de carguío, permite la obtención de los diferentes estados y sub estados específicos de la mayor parte de los componentes y reportes del funcionamiento de los sistemas mecánicos de los mismos, por lo tanto se puede anticipar con mayor antelación desperfectos en los equipos y realizar sesiones de mantenimiento en forma absoluta a todos los desperfectos mecánicos, es decir, arreglar todo error mecánico sin dejar desapercibida ninguna falla, por ende guarda relación con Bonzi (2016), el cual aplica una metodología que analiza las bases de datos para obtener mejores resultados de disponibilidad en los equipos de carguío.

Examinando las demoras operativas, factor que golpea muy fuerte a la operación tuvo en el año 2022 un total de 1,001.09 horas y con la implementación del sistema OneMine, que permite identificar en tiempo real las actividades y obtener respuestas rápidas por medio de Centro de Control un total de 963.23 horas, todo un reto para la operación que coincide con Bnouachir et al. (2020), el cual nos expone que este enfoque de sistema de gestión de flotas ayuda a controlar en tiempo real los equipos mineros a través de un entorno multiparamétrico.

Otro punto importante es la regresión lineal de las horas de mantenimiento y horas de operación de la flota. Indicando la relación inversamente proporcional existente en las horas mencionadas. Se puede llegar a la conclusión que, el sistema OneMine presenta mayores horas de operación a comparación que cuando no se tenía dicho sistema en los equipos de carguío y menores horas de mantenimiento alineado con Samatemba et al.

(2020), quien nos expresa que las industrias de hoy en día están a la vanguardia de la tecnología para aumentar la disponibilidad de equipos y la reducción de costos en general por lo que la industria minera no es una excepción a esta tendencia.

Finalmente, se evidencia que las horas de operación tuvo un incremento del año 2022 al 2023 en 660.38 horas. Obteniendo mayor productividad de los equipos ST-11, ST-14, ST-15 y ST-22, en las actividades de limpieza de tajos, carguío de tajos y acarreo, por ende se ve relacionado con Salgado y Nuñez (2021), quienes tienen un enfoque en la reducción de los tiempos no operativos como el relevo de personal y espera de carguío en interior mina, lo cual resulta en mayores horas operativas y correcta optimización de recursos.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

1. Se determina mediante el Modelo de regresión lineal simple que, a mayor interacción del operador por medio del Sistema OneMine mayor será la utilización de los equipos de carguío de la Unidad Minera Inmaculada, existiendo una relación directamente proporcional, a los 5 días de interacción se obtuvo un 79% de utilización y a los 30 días de seguimiento se tiene 83.5% con 48 interacciones. Y la demostración de validación de hipótesis mediante el Modelo estadístico de ***t de Student,*** indica que los tiempos no operativos en el año 2022 sin la implementación del sistema OneMine es mayor en comparación con la media de tiempos del año 2023, cuando ya existe interacción con el sistema.
2. Se cumplió con la reducción de los tiempos no operativos, esta última siendo de 4,243.83 a 4,222.75 horas, obteniendo una reducción de 21.09 horas máquina en un periodo de 183 días o seis meses; en cuanto a las demoras operativas se efectuó una reducción de 37.86 horas en el periodo mencionado en el que fueron comparadas dos grupos de datos sin y con la implementación del sistema OneMine. Las demoras operativas más significativas analizadas a mayor detalle mediante la interacción de los operadores con el sistema telemétrico OneMine fueron: espera de volquete, ventilación deficiente y traslado de equipo. Esta sinergia es el resultado del trabajo en equipo de diferentes áreas y seguimientos exhaustos.

   Así mismo se redujo los tiempos totales de mantenimiento de 3,173.63 a 2,754.75 horas, siendo una reducción total de 418.88 horas máquina para el mismo periodo de 183 días, la elevación de dichos tiempos se daba por los mantenimientos correctivos seguidos que presentaba el equipo tales como: fuga de aceite por

manguera de transmisión, engrase de equipo, falla de motor diesel, cambio de filtro, acumuladores, cambio de circulina, entre otros que el mismo operador por el sistema OneMine introduce por Mensajería para obtener mayor detalle y que Centro de Control eleve dicha comunicación al equipo de Mantenimiento Mina para que pueda resolverlo de la manera más segura, rápida y con las herramientas adecuadas.

3. Con la implementación del sistema OneMine, se cumplió con el incremento de los índices de rendimiento y productividad de los equipos de carguío de la Unidad Minera Inmaculada, así mismo, se redujo la tarifa horaria de 143.59 $/h a 137.83 $/h, generando un ahorro de 5.76 $/h-maquina, que anualmente por equipo es $40,103.43 y por toda la flota $160,413.70, monto significativo para la empresa Hochschild Mining efectuando uno de los atributos culturales significativos ***Eficiencia***.

- Disponibilidad Física de 77.285% a 80.537%.
- Índice de mantenimiento de 2.065 a 2.605 horas operativas por hora de mantenimiento.
- Índice de Utilización de 60.697% a 62.956%.
- Aprovechamiento de 46.909% a 50.703%.
- Factor operacional 84.725% a 86.578%.

Y, respecto a su productividad de la flota, se evidencia que las horas de operación tuvo un incremento del año 2022 al 2023 en 660.38 horas.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

1. Seguir realizando seguimientos en campo a los equipos de carguío, para la verificación correcta de interacción de los operadores hacia el sistema OneMine con la finalidad de poder obtener más casuísticas como parte de la operación para poder alimentar el sistema telemétrico con el propósito de mejorar y que nuestros usuarios se sigan sintiendo más cómodos con la interacción de la misma y el uso de nuevas tecnologías.
2. Tener al menos una visita anual por la propia empresa chilena Mining Tag, para evaluaciones y/o recomendaciones propias del sistema OneMine; así como la capacitación constantemente por parte de la Supervisión Mina hacia al personal para la correcta utilización de las aplicaciones web, intranet o internet asociadas al sistema telemétrico OneMine, para maximizar su potencial y mantener o incrementar las mejoras en la reducción de los tiempos no operativos y demoras operativas existentes dentro de nuestra operación.
3. Presentar en los Planning Semanales un breve cuadro de las horas de operación de los equipos de carguío de la Zona Alta por parte del área de Mantenimiento Mina para conocimiento de estatus de disponibilidad física, índice de mantenimiento, índice de utilización, aprovechamiento y factor operacional de la semana. Y posterior a ello, un análisis de todos los ítems mencionados de manera mensual y trimestral y posibles planes de acción de ser necesarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abad, A. (2015). *Instalación física de una red*. Recuperado el 06 de Marzo,2024.

https://goo.su/kvk1M4w

Anchiraico, A., & Rojas, K. (2020). *Optimización del sistema de acarreo y transporte en labores de preparación de las zonas de profundización mediante la metodología Six Sigma operada por la E.C.M. Zicsa en la Unidad Minera Inmaculada.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655408

Andes Pacific Technology Access. (2021). *Minería del futuro para una operacion inteligente y sustentable.*

https://goo.su/rvTATBa

Bahamóndez, M. (2017). *Implementación sistema de gestión para reducción de costos optimizando el desempeño por componente en equipos mineros.* Santiago de Chile: Universidad de Chile.

https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/146289

Bedolla, N. (2019). *Implementación del sistema de telemetría.* Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.

https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/27061?show=full

Belete, O., Estenoz, S., & Diéguez, Y. (2016). *Performance mining equipment (extraction-load-transportation) in the Ernesto Guevara Factory. Boletín de Ciencias de la Tierra.*

https://goo.su/HASp

Bello, D., Murrieta, F., & Cortes, C. (2020). *Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias. Ciencia Administrativa 1, 1870-9427.*

https://goo.su/G2wzco

Bernaola, H. G. (2012). *Gestión de la productividad total en minería subterránea.*

https://goo.su/cBH7

Bnouachir, H., Semmar, A., Medromi, H., Chergui, M., Chakir, A., Machkour, N., . . . Deshayes, L. (2020). *Intelligent Fleet Management System for Open Pit Mine . Morocco: (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 11.*

https://goo.su/Uh6a

Bonzi, J. (2016). *Propuestas de mejora de la utilización efectiva en base a disponibilidad de la flota de carguío y transporte en minera Los Pelambres.* Santiago de Chile: Universidad de Chile.

https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/139829

Camino, E. (2023). *Optimización de la eficiencia global de los equipos utilizados en el movimiento de tierras y construcción de caminos proyecto minero Quellaveco S.A.* Piura: Universidad Nacional de Piura.

https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/4243

Carrasco, F. (2016). A*signación dinámica de operadores de LHD para operación a distancia en minería subterránea.* Santiago de Chile: Universidad de Chile.

https://goo.su/rxlw

Caterpillar_Inc. (2009). *"Manual de Rendimiento Caterpillar", Caterp. Inc., Peoria, Illinois, EE.UU., vol. 1, p. 1394, 2009.*

https://lc.cx/-LsoeZ

Chura, M. (2018). *Reducción de demoras operativas por cambio de turno con la implementación de módulo de cambio de guardia en la unidad minera Cuajone. Moquegua, Perú*: Universidad Nacional de Moquegua.

https://repositorio.unam.edu.pe/items/52adc071-046b-4cac-b75f-d73a5d665174

Chura, W. (2019). *Propuesta de un plan de control de utilización para flotas de acarreo de una mina a tajo abierto.* Arequipa: Universidad Continental.

https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7109

Cuti, J. (2019). *Determinación de indicadores de rendimiento en equipos de carguío, acarreo y transporte para mejorar la productividad en mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa de Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. Arequipa.* Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4279

Espinoza, O. (2019). *Gestión de mantenimiento de la flota de cargadores de bajo perfil de la Empresa Administradora Chungar – Volcan Compañia Minera S.A.A.* Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.

https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6587

Espinoza, V. (2022). P*royecto de ampliación del dique de abrigo en el puerto de Santa Cruz de la Palma*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

https://n9.cl/0c3ke

Esteban, J., & Huaroc, J. (2020). *Optimización de la productividad del sistema de gestión de transporte de mineral y desmonte en zona sur y zona norte en la Unidad Minera Huarón, Pan American Silver Perú S.A.C.* Huancayo: Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8369

Gallardo, J. (2022). *Evaluación económica y financiera: Proyectos y portafolios de inversión bajo condiciones de riesgo.* México:Universidad Autónoma de Mexico. https://n9.cl/ixnoj

Guitiérrez, L. (2017). *Centros de Operación Remoto.* Recuperado el 06 de Marzo,2024. https://goo.su/2XVCK

Hernandez - Smpieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education. https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612

H. Billhardt (2014). "Coordinación dinámica en sistemas de gestión de flotas: hacia flotas cibernéticas inteligentes", IEEE Intell. Sistema, vol. 29, núm. 3, págs. 70–76. https://ieeexplore.ieee.org/document/6871706

INACAP. (s.f.). *Extracción Mina II: Apuntes Carguío y transporte.* Universidad Tecnológica de Chile. https://goo.su/bUt2

INGEMMET. (s.f.). *Gestión de la percepción de voladuras con un enfoque social y eficiencia operativa en Unidad Minera La Arena.* https://goo.su/Aj9L5

Janania, C. (2008). *Manual de Tiempos y Movimiento de Metodos.* Ciudad de México: Limusa.

https://goo.su/9qJVjVe

KPI-Indicadores Clave de rendimiento. (s.f.). Recuperado el 29 de noviembre, 2023.

https://www.pefft.usach.cl/sites/pefft/files/kpis_0.pdf

Manrique, J., Yapias, E., Rojas, R., & Torres, O. (2022). *Análisis de la relación entre la implementación de un sistema de despacho y la productividad laboral de las operaciones en la minería subterránea: un estudio de caso para la mina Vazante en Brasil.* Lima: Escuela de Postgrado GĚRENS .

https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3324712

Mayhua, Y. (2020). *El acarreo de mineral y la producción de la sección I, en la Mina Yauliyacu - Empresa Minera Los Quenuales S.A., Huarochirí.* Huancayo: Universidad del Centro del Perú.

https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6071

Mena, D. (2019). *La cultura organizacional, elementos generales, mediaciones e impacto en el desarrollo integral de las instituciones. Pensamiento & Gestión, núm. 46.*

https://www.redalyc.org/journal/646/64664303002/

Mining TAG. (s.f.). Recuperado el 29 de noviembre,2023.

https://www.miningtag.com/es/productivity/fms

Mining TAG. (s.f.). *Linkedin*. Recuperado el 29 de noviembre,2023.

https://acortar.link/ctR713

Mining TAG. (s.f.). *Youtube*. Recuperado el 29 de noviembre,2023. https://www.youtube.com/watch?v=U91fUVc4d08&ab_channel=MiningTAG

MiningTAG. (s.f.). Recuperado el 29 de noviembre,2023. https://www.miningtag.com/en

MiningTAG. (s.f.). Recuperado el 29 de noviembre,2023. https://www.miningtag.com/en/productivity

MiningTAG. (s.f.). Recuperado el 29 de noviembre,2023. https://youtu.be/U91fUVc4d08)

MiningTAG. (s.f.). Recuperado el 29 de noviembre,2023. https://www.miningtag.com/es/productivity/fms

Mogollón, F. (2023). *"Optimización del sistema de transporte subterráneo en la Unidad Minera San Cristóbal, Contratista American Rent a Car SAC, Yauli, 2022"*. Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura. Recuperado el 12 de noviembre,2023. https://goo.su/AMyVgS

Li, J., & Zhan, K. (2018). *Intelligent mining technology for an underground metal mine based on unmanned equipment. Engineering, 4(3), 381-391.* https://doi.org/10.1016/j.eng.2018.05.013

Parida, A. (2006). *Desarrollo de un marco jerárquico de múltiples criterios para la medición del rendimiento de mantenimiento (MPM). Journa of Quality in Maintenance Engineering, Vol.13, No. 3, pp. 241-258.* http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011

Park, S., & Choi, Y. *(2021). Analysis and diagnosis of truck transport routes in underground mines using transport time data collected through Bluetooth beacons and tablet computers. Applied sciences, 11(10), 4525.* https://doi.org/10.3390/app11104525

Pirca, J. (2020). *Análisis de las variables de rendimiento operacional en equipos de carguío para la reducción de costos de transporte de mineral en la Unidad Minera Condestable - 2020.* Huancayo: Universidad Continental.

https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/9442

Quiroga, P. (2016). *Diseño de herramienta computacional para control de KPI de operadores de carguío y transporte - Mina Los Bronces.* Santiago de Chile: Universidad de Chile.

https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/142772

Quitral, G. (2022). *Comparativa técnica, económica, innovativa y ambiental de equipos LHD en minería subterránea*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

http://dspace.utalca.cl/handle/1950/12926

Ramírez, N. (2006). *Sistema de gestión del tiempo en operaciones mineras: Concepto de gestión de tiempos.* Lima.

https://www.calameo.com/read/005798980020175549f59

Salazar, J., & Silvestre, S. (2016). *Internet de las cosas. Techpedia. České vysoké učení technické v Praze Fakulta elektrotechnická.*

https://goo.su/XZE24qC

Salgado, L., & Nuñez, D. (2021). *Mejora de la gestión de la productividad de la flota de carguío y acarreo U.M Cuajone, mediante la aplicación de la metodología Six Sigma para disminuir las demoras operativas en el relevo del personal.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659078

Samatemba, B., Zhang, L., & Besa, B. (2020). *Evaluating and optimizing the effectiveness of mining equipment; the case of Chibuluma South underground mine. Journal of Cleaner Production, 252(119697), 119697.*

https://lc.cx/LLll-2

Salvador, C. (2020). *Evaluación de automatización de operaciones unitarias en minería subterránea.* Santiago de Chile: Universidad de Chile.

https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/174493

Silva, F. (2019). *Control aplicado al movimiento de tierras masivo del proyecto Quellaveco.* Piura, Perú: Universidad de Piura.

https://pirhua.udep.edu.pe/items/4b406a54-6f3b-4fbe-9614-ebd223ac8590

Soto Barrios, F. (2022). *"Control y optimización de indicadores de rendimiento y tiempos clave - etapa de desarrollo y pre-strippingmina Quellaveco - Stracon S.A."* . Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3328328

Soto Yupanqui, J. (2022). *Optimización del sistema de extracción mediante la gestión de los indicadores de desmpeño KPI´s de los equipos en la unidad minera Huachocolpa Uno.* Lima, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.

https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/8399

STRACONGYM. (2014). *STRGyM_CONST_OT_01: Definiciones de disponibilidad física, stand-by, demoras operativas y utilización.* Cusco.

https://goo.su/XVcJw

Universidad Nacional de Quilmes. (1996). *La innovación tecnológica : definiciones y elementos de base. Redes, 6(3), 131-175.*

https://www.redalyc.org/pdf/907/90711287005.pdf

Valenzuela (2016). *Diseño de un sistema de sensores y gestión inteligente para el Campus Sur de la UPN.* Lima, Perú: Universidad Privada del Norte. Recuperado el 29 de noviembre,2023.

https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/1402

Vera, E. (2018). *Relación de la cultura organizacional con el comportamiento laboral en el proyecto minero Las Bambas en el Distrito de Chalhuahuacho Cotabambas Apurimac – 2017.* Arequipa: UNSA.

https://repositorio.unsa.edu.pe/items/51ae5956-87ee-40b1-9ea3-94d8ea583e65

ANEXOS

Anexo 1.

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES
Problema general ¿Cuál es la implementación del sistema OneMine en el propósito de mejora del rendimiento y productividad de los equipos de carguío en la Zona Alta Veta Angela en la Unidad Minera Inmaculada?	**Objetivo general** Determinar la implementación del sistema OneMine en el propósito de mejora del rendimiento y productividad de los equipos de carguío en la Zona Alta Veta Angela en la Unidad Minera Inmaculada.	**Hipótesis general** El sistema OneMine mejora de manera positiva en el propósito de optimizar el rendimiento y productividad de los equipos de carguío en la Zona Alta Veta Angela en la Unidad Minera Inmaculada.	**Variable Independiente:** X = Sistema de gestión de flotas OneMine **Indicadores** – Rendimiento de Flota (TM/h) – Tiempo de inactividad(h) – Disponibilidad del sistema (%)
Problemas específicos ¿Cómo reducir los tiempos no operativos y demoras operativas de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine? ¿Cómo incrementar la disponibilidad mecánica y el factor de utilización de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine?	**Objetivos específicos** Reducir los tiempos no operativos y demoras operativas de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine. Incrementar la disponibilidad mecánica y el factor de utilización de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine.	**Hipótesis específicas** La reducción de los tiempos no operativos y demoras operativas de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine optimiza el incremento de los rendimientos y productividad de los equipos de carguío. El incremento de la disponibilidad mecánica y el factor de utilización de los equipos de carguío aplicado el sistema OneMine optimiza el incremento de los rendimientos y productividad de los equipos de carguío.	**Variable Dependiente:** Y = Rendimiento y productividad de equipos de carguío **Indicadores** – Toneladas por hora (TM/h) – Horas efectivas de trabajo (h) – Tiempo medio entre fallas (MTBF) – Tiempo medio en reparación (MTTR) – Disponibilidad mecánica (%) – Factor de utilización (%) – Toneladas por guardia (TM/Gdia) – Costo de carguío ($/TM)

Nota: Elaboración propia.

Anexo 2.

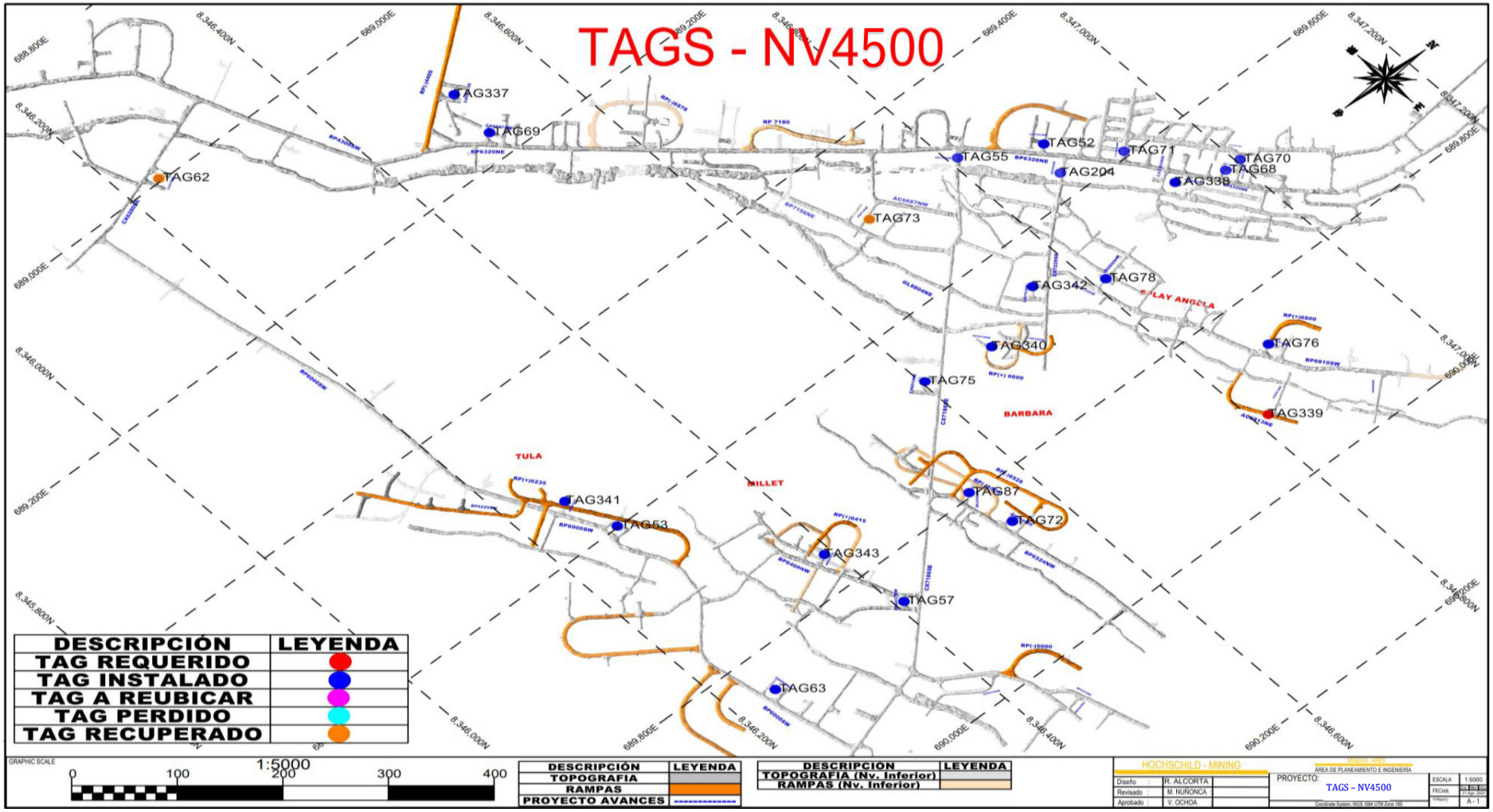
Instrumento de investigación

RESPONSABLE	FECHA	TURNO	NIVEL	EQUIPO	CAPACIDAD (YD3)	MARCA	N° SCOOP / Labor	PUNTO DE CARGA	PUNTO DESCARGA	EMPRESA	ACTIVIDAD	TIPO MATERIAL	DISTANCIA ACARREO	TIEMPO TOMADO	T. INICIAL	T. FINAL	CICLO	T. TRASLADO	T. HOROMETRO	DEMORAS OPERATIVAS	MANTENIMIENTO	OBSERVACIONES

Nota: Elaboración propia, para el seguimiento del equipo y posterior análisis del mismo.

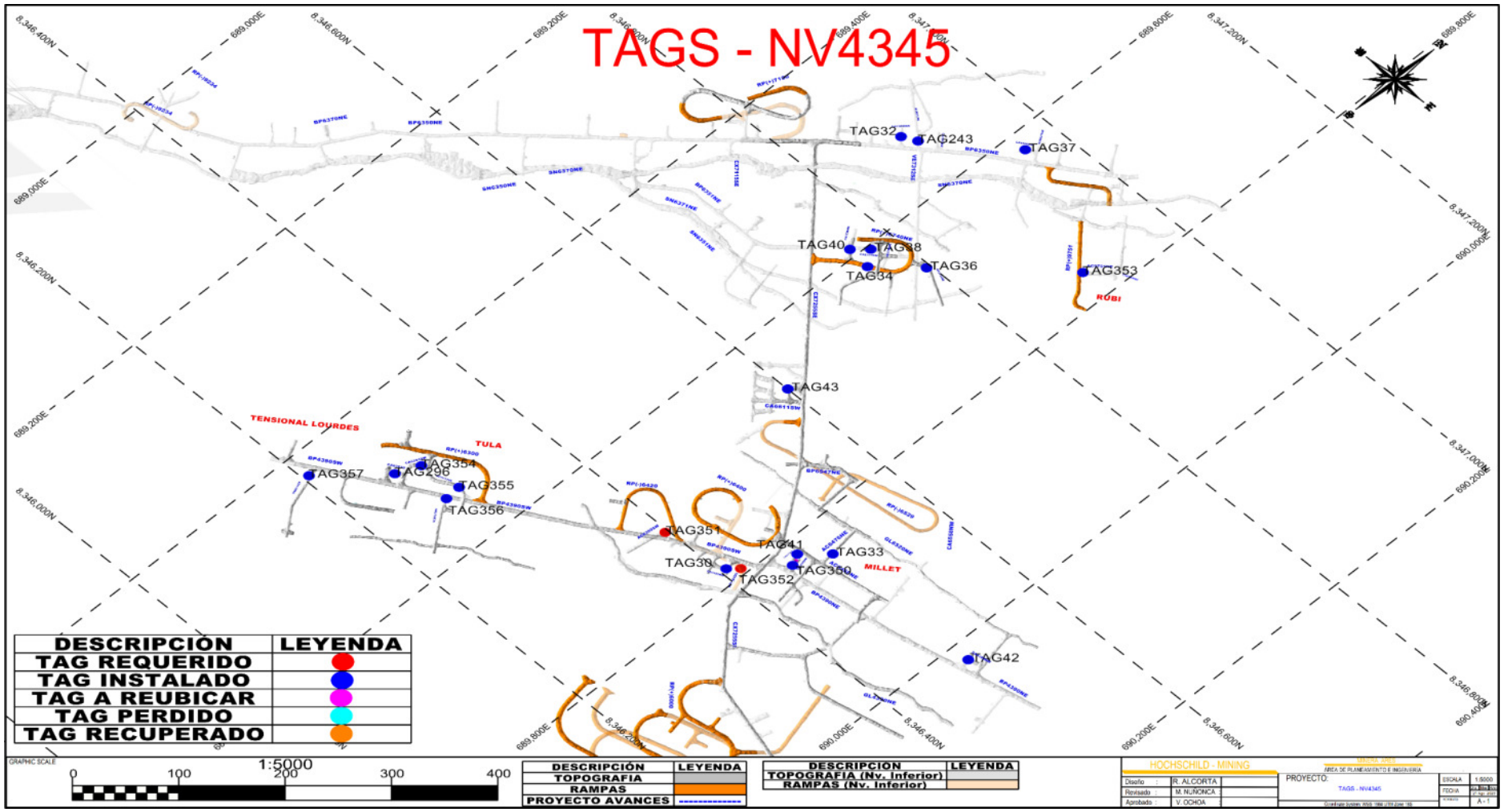
Anexo 3.

Plano de distribución de tags en el NV4500



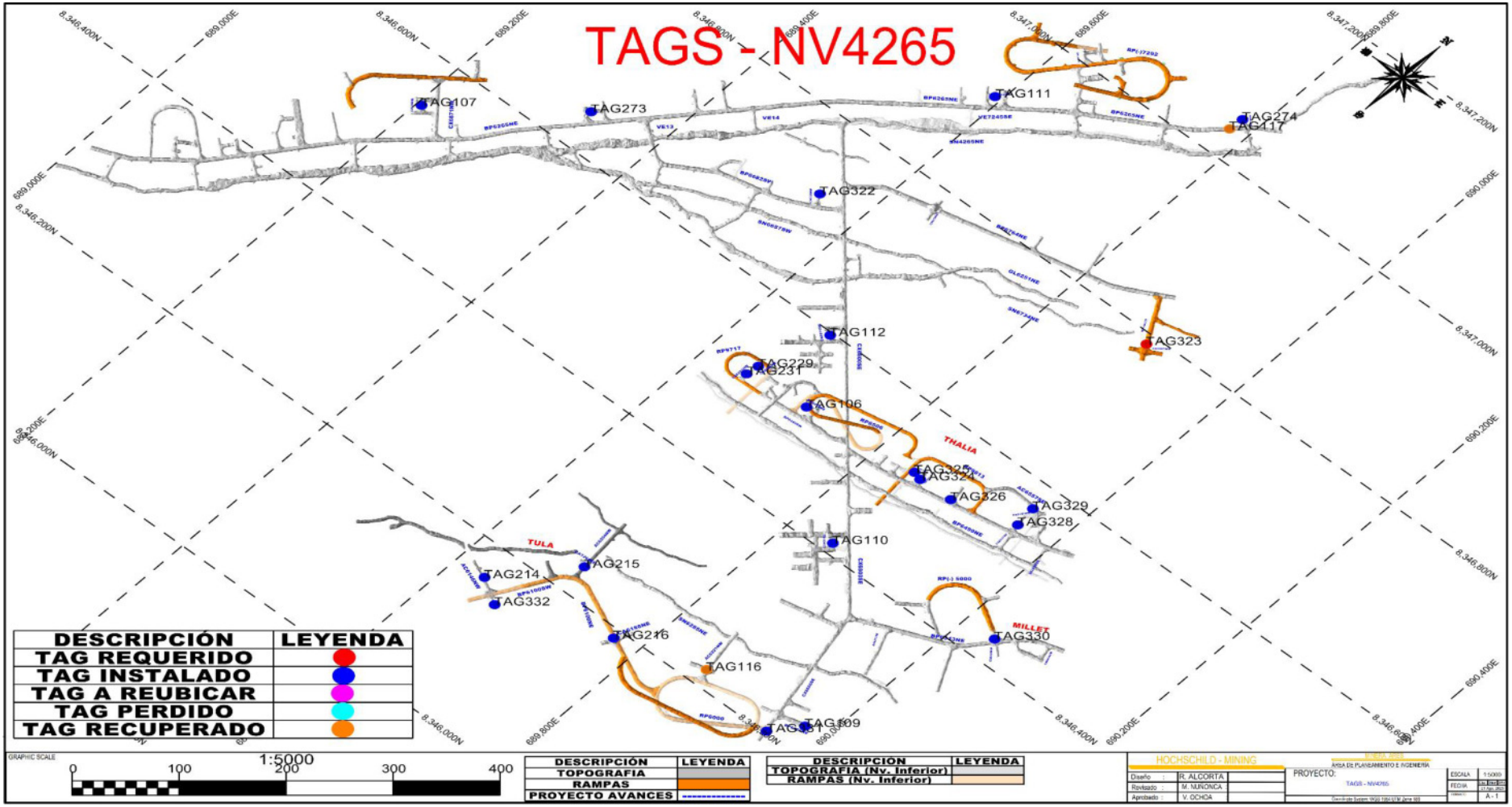
Nota: Elaboración por el área de Planeamiento, registro de Tag e identificación del mismo para mayor certeza de ubicación en interior mina.

Plano de distribución de tags en el NV4345



Nota: Elaboración por el área de Planeamiento, registro de Tag e identificación del mismo para mayor certeza de ubicación en interior mina.

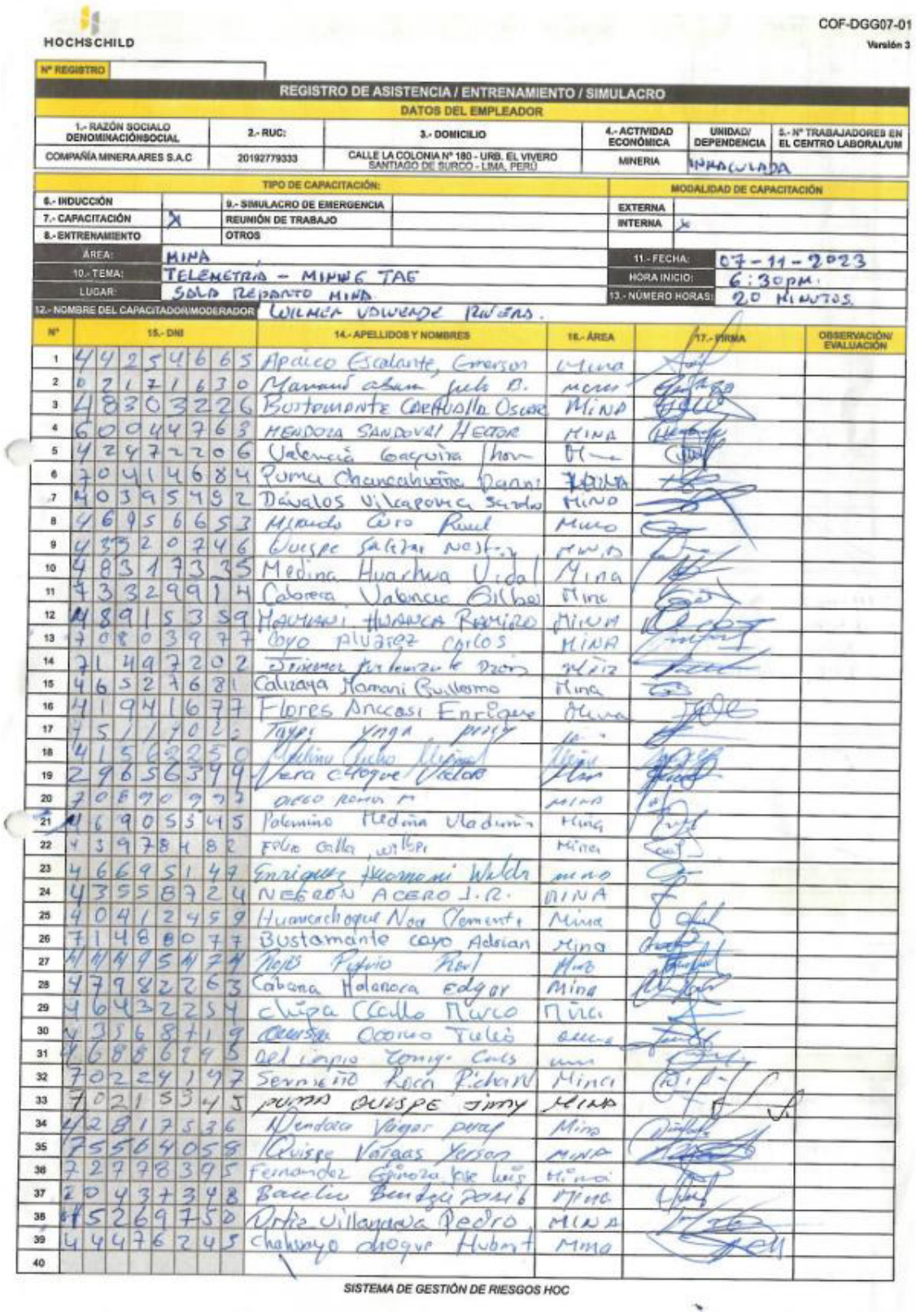
Plano de distribución de tags en el NV4265



Nota: Elaboración por el área de Planeamiento, registro de Tag e identificación del mismo para mayor certeza de ubicación en interior mina.

Anexo 4.

Capacitación al personal de Operaciones Mina - Uso del sistema OneMine



HOCHSCHILD

COF-DGG07-01

Versión 3

Nº REGISTRO

REGISTRO DE ASISTENCIA / ENTRENAMIENTO / SIMULACRO

DATOS DEL EMPLEADOR

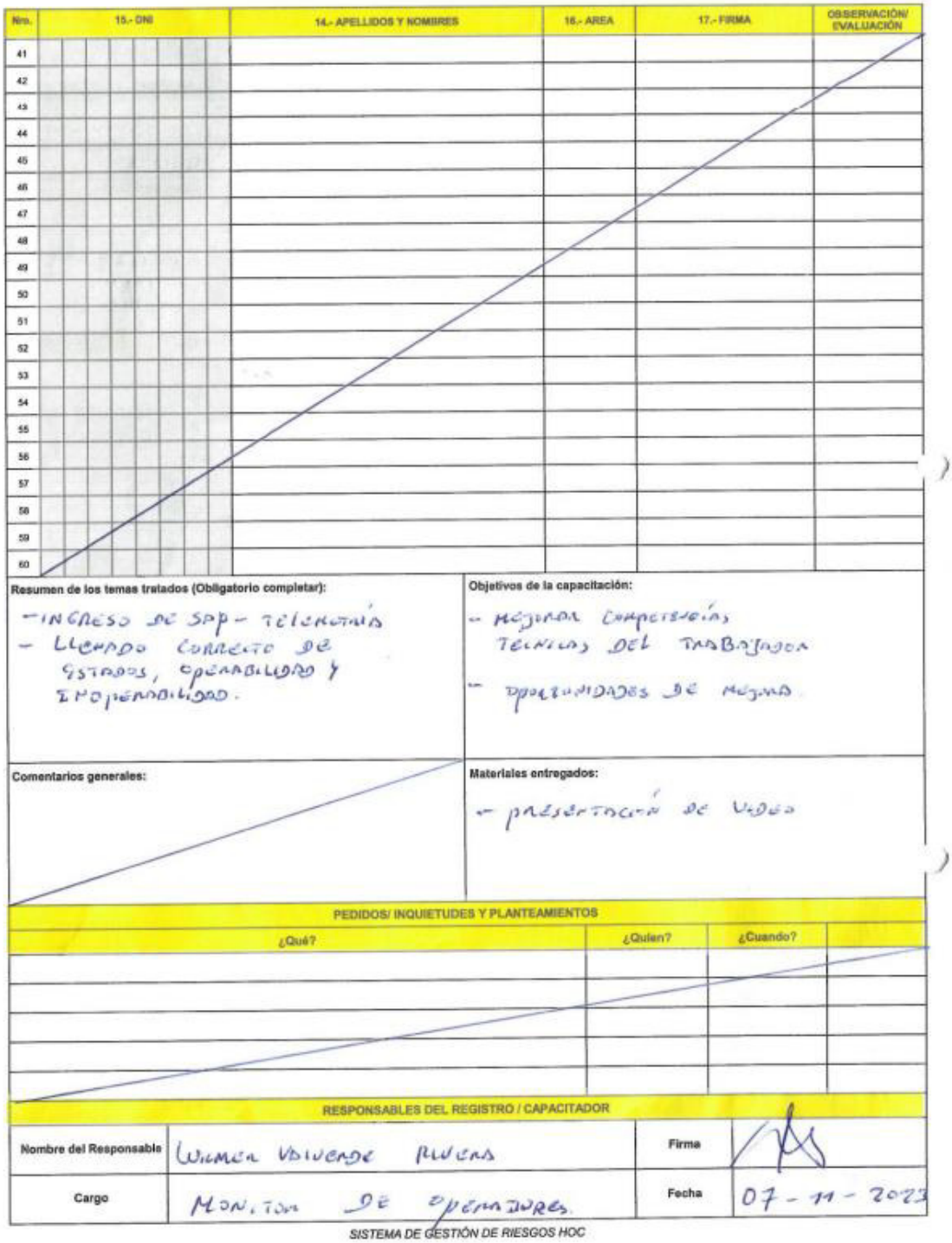
1.- RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	2.- RUC:	3.- DOMICILIO	4.- ACTIVIDAD ECONÓMICA	UNIDAD/ DEPENDENCIA	5.- Nº TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL/UM
COMPAÑÍA MINERA ARES S.A.C	20192779333	CALLE LA COLONIA Nº 180 - URB. EL VIVERO SANTIAGO DE SURCO - LIMA, PERÚ	MINERIA	UNIDAD	

TIPO DE CAPACITACIÓN:				MODALIDAD DE CAPACITACIÓN	
6.- INDUCCIÓN		9.- SIMULACRO DE EMERGENCIA		EXTERNA	
7.- CAPACITACIÓN	X	REUNIÓN DE TRABAJO		INTERNA	X
8.- ENTRENAMIENTO		OTROS			

ÁREA:	MINA	11.- FECHA:	07-11-2023
10.- TEMA:	TELEMETRIA - MINE 6 TAE	HORA INICIO:	6:30pm.
LUGAR:	SOLO REPARTO MINA	13.- NÚMERO HORAS:	2.0 MINUTOS
12.- NOMBRE DEL CAPACITADOR/MODERADOR	WILMER VALVERDE RIVERA.		

Nº	15.- DNI	14.- APELLIDOS Y NOMBRES	16.- ÁREA	17.- FIRMA	OBSERVACIÓN/ EVALUACIÓN
1	44254655	Apaico Escalante, Greyson	Mina		
2	02171630	Mamani Calsin Jose D.	MINA		
3	48303226	Bustamante Carhuallo Oscar	MINA		
4	60044763	MENDOZA SANDOVAL HECTOR	MINA		
5	42472206	Valencia Caquiña Jhon	Mina		
6	70414684	Punco Chancahuaña Danni	MINA		
7	40395492	Dávalos Villaporca Sandro	MINA		
8	46956653	Miranda Curo Raul	Mina		
9	43332074	Quispe Salazar Nestor	MINA		
10	48317335	Medina Huachua Vidal	Mina		
11	43329914	Cabrera Valencia Gilbert	Mina		
12	48915398	Mamani HUANCA RAMIRO	MINA		
13	70803977	Coyo ALVAREZ CARLOS	MINA		
14	71492702	Jiménez Portocarrero Dixon	MINA		
15	46321681	Calizaya Mamani Guillermo	Mina		
16	41946777	Flores Anccasi Enrique	Mina		
17	75112702	Taype Yanga Percy	MINA		
18	41562250	Molina Cuba Miguel	Mina		
19	29656394	Vera Choque Victor	Mina		
20	70897093	ORCO ROMAN M	MINA		
21	46905545	Palomino Medina Vladimir	Mina		
22	43978482	Feria Calla, Wilber	Mina		
23	46695147	Enriquez Huamani Walter	MINA		
24	43558724	NEGRON ACERO J.R.	MINA		
25	40412459	Huaracchoque Noa Clemente	Mina		
26	71488077	Bustamante coyo Adrian	Mina		
27	44449574	Nole Fulvio Raul	Mina		
28	47982263	Cabana Holanora Edgar	Mina		
29	46432254	Chipa Ccallo Nilo	Mina		
30	43568719	Quispe Ocoño Julio	MINA		
31	46885995	Del Campo Tomayo Carlos	MINA		
32	70224147	Serrano Poca Richard	Mina		
33	70215341	QUISPE QUISPE JIMMY	MINA		
34	42817536	Mendoza Vargas percy	Mina		
35	75564058	Quispe Vargas Yerson	MINA		
36	72787395	Fernandez Quispe Jose Luis	Mina		
37	20434886	Bacilio Bendezu Paulo	MINA		
38	41526975	Ortiz Villanueva Pedro	MINA		
39	44476245	Chahuayo choque Hubert	Mina		
40					

SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS HOC



Nro.	15.- DNI	14.- APELLIDOS Y NOMBRES	16.- AREA	17.- FIRMA	OBSERVACIÓN/ EVALUACIÓN
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					

Nota: Guardia A.

HOCHSCHILD

COF-DGG07-01
Versión 3

Nº REGISTRO

REGISTRO DE ASISTENCIA / ENTRENAMIENTO / SIMULACRO

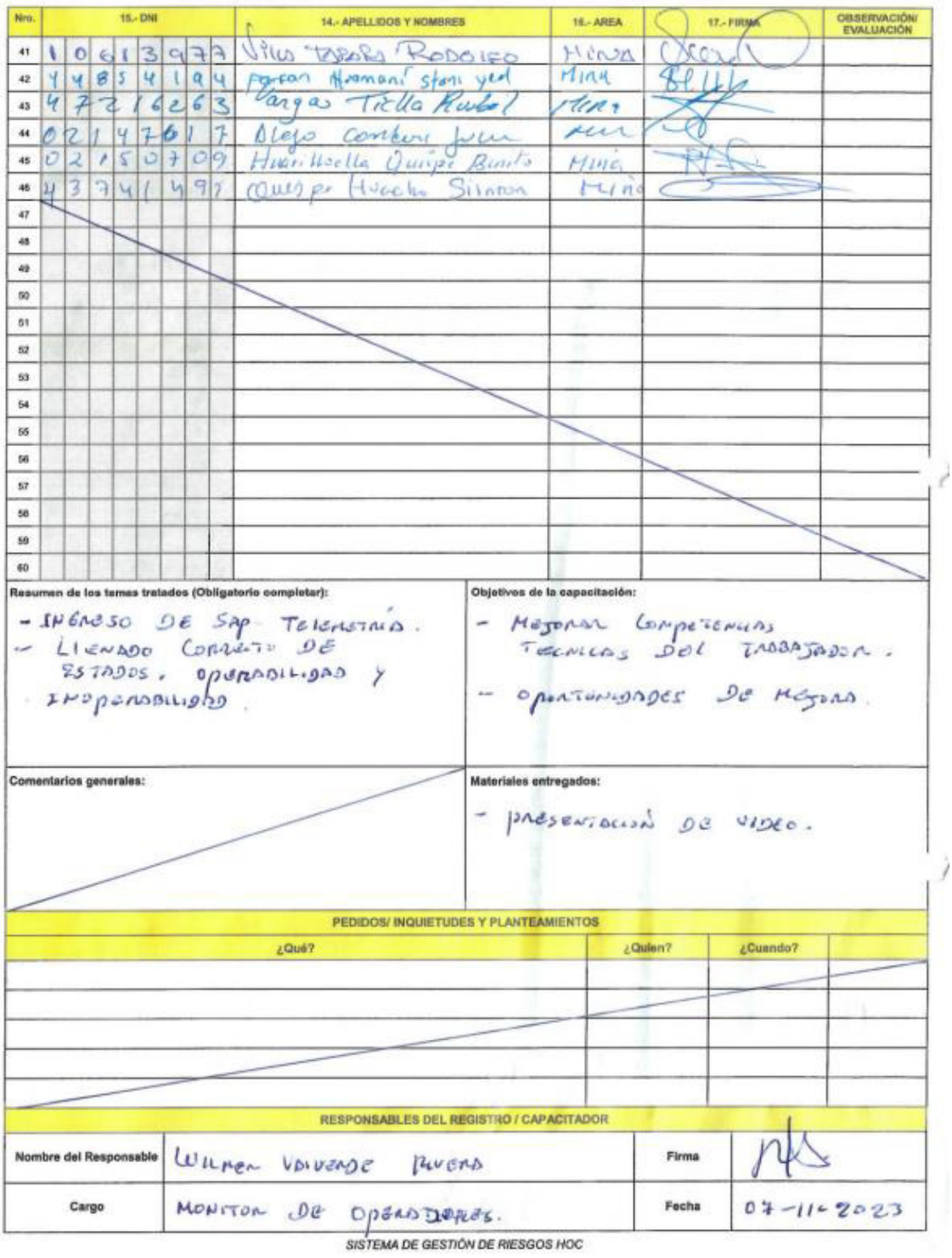
DATOS DEL EMPLEADOR

1.- RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	2.- RUC:	3.- DOMICILIO	4.- ACTIVIDAD ECONÓMICA	UNIDAD/ DEPENDENCIA	5.- Nº TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL/UM
COMPAÑÍA MINERA ARES S.A.C	20192779333	CALLE LA COLONIA Nº 180 - URB. EL VIVERO SANTIAGO DE SURCO - LIMA, PERU	MINERIA	INFRAESTRUCTURA	

TIPO DE CAPACITACIÓN:				MODALIDAD DE CAPACITACIÓN	
6.- INDUCCIÓN		9.- SIMULACRO DE EMERGENCIA		EXTERNA	
7.- CAPACITACIÓN	X	REUNIÓN DE TRABAJO		INTERNA	X
8.- ENTRENAMIENTO		OTROS			

ÁREA:	MINA	11.- FECHA:	07/11/2023
10.- TEMA:	TELEMETRIA – MINING TAG	HORA INICIO:	6:30 am
LUGAR:	SOLO REPARTO MINA	13.- NÚMERO HORAS:	20 MINUTOS.
12.- NOMBRE DEL CAPACITADOR/MODERADOR	WILMER EDWARDE RIVERA		

Nº	15.- DNI	14.- APELLIDOS Y NOMBRES	16.- ÁREA	17.- FIRMA	OBSERVACIÓN/ EVALUACIÓN
1	29316135	BACA ANCCALLO HIPOLITO	MINA		
2	43520058	Beraun Julca Angel	Mina		
3	29626356	DE LA CRUZ CCAPA HECTOR	Mina		
4	44507719	Huaman Felix Juan	Mina		
5	45908861	Cusi Coripo Yerson	Mina		
6	10170492	Inga Carlos Fernando	Mina		
7	43442558	Demanuel Alejo Antonio	Mina		
8	70243588	Diaz Solis Fidel	Mina		
9	73568546	Curo Huaman Victor	Mina		
10	29670219	Quispe Roque Mario	Mina		
11	75659732	Saavedra Puma Richard	Mina		
12	10145022	Huaman Valenzuela Victor	Mina		
13	40693703	Quispe Calderon Wilfredo	Mina		
14	48725448	Callasi Uscca William	Mina		
15	40756833	Zavini Deceado Roberto	Mina		
16	42979110	Clemente Camayo Juan	Mina		
17	73205730	Jayja Huaman Diego	Mina		
18	24674536	Apaza Canahuire Augusto			
19	42739688	Negro Salamanca Eloy	Mina		
20	70269142	Santa Cruz Jimenez Thony Frank	Mina		
21	77148897	Huahua Gonzales Diomedes	Mina		
22	43818144	Wilbor Maquera Quispe	Mina		
23	42643133	Condualo Medina Guido	Mina		
24	40737575	Cuya Martinez Alain J.	Mina		
25	71435422	Cahuana Roque Jose	Mina		
26	70726788	Limache Flores Fredy	Mina		
27	41766034	Callo Nicla Victoriano	Mina		
28	42047686	Hamani Julio Cesar	Mina		
29	92575807	Caylahua Quispe Jino	Mina		
30	43799274	Murrieta Apaza Henry	Mina		
31	77175690	Turpo Ruelas Miguel Angel	MINA		
32	44333101	Castro Fernandez Elton	Mina		
33	42159146	Vilca Huaricallcca Ruben	MINA		
34	29624924	Mamani Kane Cristian	Mantto		
35	42H10377	Coyo Cano Luis	INFRA		
36	45738920	Huallpa Luna Benjamin	MINA		
37	43555899	Atorresa Alanya Jaime	Mina		
38	42046388	Sosa Romani Edinho	Mina		
39	43122628	Garcia Huaytoza Adrian	mina		
40	02417170	Quispe Zapana Rene	Mina		



Nro.	15.- DNI	14.- APELLIDOS Y NOMBRES	16.- AREA	17.- FIRMA	OBSERVACIÓN/ EVALUACIÓN
41	10613977	Vilca Tapara Rodolfo	MINA		
42	44854194	Apaza Atamani Stani yed	MINA		
43	47216263	Vargas Tella Ruben	MINA		
44	02147617	Diego Condori Juan	MINA		
45	02150709	Huaylla Quispe Benito	MINA		
46	43741497	Quispe Huacho Silvano	MINA		
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					

Resumen de los temas tratados (Obligatorio completar):

- INGRESO DE SAP TELEMETRIA.
- LLENADO CORRECTO DE ESTADOS, OPERABILIDAD Y NO OPERABILIDAD.

Objetivos de la capacitación:

- MEJORAR COMPETENCIAS TECNICAS DEL TRABAJADOR.
- OPORTUNIDADES DE MEJORA.

Comentarios generales:

Materiales entregados:

- PRESENTACION DE VIDEO.

PEDIDOS/ INQUIETUDES Y PLANTEAMIENTOS

¿Qué?	¿Quien?	¿Cuando?	

RESPONSABLES DEL REGISTRO / CAPACITADOR

Nombre del Responsable	WILMER VALVERDE RIVERA	Firma	
Cargo	MONITOR DE OPERADORES.	Fecha	07-11-2023

SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS HOC

Nota: Guardia B.

HOCHSCHILD

COF-DGG07-01
Versión 3

Nº REGISTRO

REGISTRO DE ASISTENCIA / ENTRENAMIENTO / SIMULACRO

DATOS DEL EMPLEADOR

1.- RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	2.- RUC:	3.- DOMICILIO	4.- ACTIVIDAD ECONÓMICA	UNIDAD/ DEPENDENCIA	5.- Nº TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL/UM
COMPAÑÍA MINERA ARES S.A.C	20192779333	CALLE LA COLONIA Nº 180 - URB. EL VIVERO SANTIAGO DE SURCO - LIMA, PERÚ	MINERIA	TUMAQUIRA	

TIPO DE CAPACITACIÓN:				MODALIDAD DE CAPACITACIÓN	
6.- INDUCCIÓN		9.- SIMULACRO DE EMERGENCIA		EXTERNA	
7.- CAPACITACIÓN	X	REUNIÓN DE TRABAJO		INTERNA	X
8.- ENTRENAMIENTO		OTROS			

ÁREA:	MINA	11.- FECHA:	11-11-23
10.- TEMA:	PROYECCIÓN DE VIDEO TRIEMETRÍA	HORA INICIO:	6:30 P.M.
LUGAR:	SALA REPARTO MINA	13.- NÚMERO HORAS:	20 MINUTOS

12.- NOMBRE DEL CAPACITADOR/MODERADOR: MIGUEL BORNE ARANA

Nº	15.- DNI	14.- APELLIDOS Y NOMBRES	16.- ÁREA	17.- FIRMA	OBSERVACIÓN/ EVALUACIÓN
1	40170236	Galindo Romano Victor	Mina		
2	43328442	Castillo Cabana Salvador	Mina		
3	42902963	Avila SARIA Roy	MINA		
4	41667707	Calma Huaman Nestor	mina		
5	44280534	Cano Alisy Wilson	Mina		
6	19908665	Huize Contreras Fabyenyo	mina		
7	46700579	Romani Condori Hijdi	MINA		
8	29672973 6	Vargas Quiroz José	mino		
9	43001050	Meldoza Silva Edgar	Mina		
10	70156060	Cayo Alvarez Mayco	Mina		
11	70263744	Condori Zarate WILFREDO	mina		
12	47088783	Coaquira Poma Guido	Mina		
13	40132972	Ayavi Sucasaca José	Mina		
14	41131547	Alvarez poma Geronimo	MINA		
15	48069289	Condori Huamani Rolando	Mina		
16	42F46476	[illegible]	peru		
17	43831777	Saiza Caqquiro Alan	Mina		
18	41986285	Huaraca Condori Mina	Mina		
19	44739579	Mamani Carhuallilla Cesar	Mina		
20	15211823	Mamani Huayta Hugo	Mina		
21	02417126	Rubios ROOBE Osculido	Mina		
22	46479849	Villanueva Palomino Wily	mina		
23	12336609	De la cruz Miranda elmer	Mina		
24	45480818 0	Quispe Quispe Gelver	Mina		
25	40353733 8	Cano Miranda Sixto	Mina		
26	29681850	Chilo Chuctaya Juan	mina		
27	70241325	Cuj° C Juan	MNP		
28	41815556	Jouni Espinoza, Hipolito	Mina		
29	47863482	Alvarado Lima Edwin	mina		
30	24810735	Garcia Molina Raul	mina		
31	45322018	Quispe Corpoira Jairo	MINA		
32	43998994	Huaman Tambocona Maciel	Mina		
33	47625614	Guapollo Huamani Lider	Mina		
34	40221059	Gonzales Huaytalla Ivan	Mina		
35	73370425	Asto Ocota Mario	Mina		
36	40547186	Flores Colquicata Demetrio	Mina		
37	74221345	Asto Puma SILVESTRE	MINA		
38	45497656	Huaman Carpio Jhonis Elias	Mina		
39	71641953	Huashua Luis Eliseo	MINA		
40	43326000	Vallejo Huayhua Nilo	Mina		

Nro.	15.- DNI	14.- APELLIDOS Y NOMBRES	16.- AREA	17.- FIRMA	OBSERVACIÓN/ EVALUACIÓN
41	29683262	Chino mamani Percy	Mina		
42	44183626	PIPA HUAMANI CARLOS	MINA		
43	43218097	CAYO GONZALES ELMER	MINA		
44	70241003	Cayo Gonzales Johnny	Mina		
45	72394913	Choquehuanca Pericuaca Anaky	Mina		
46	41198070	Damian Cayllahua Elmer	Mina		
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					

Resumen de los temas tratados (Obligatorio completar):

- INGRESO DE DATOS Y ESTADOS MINING TAG.

Objetivos de la capacitación:

- MEJORAR COMPETENCIAS TECNICAS.

Comentarios generales:

Materiales entregados:

PEDIDOS/ INQUIETUDES Y PLANTEAMIENTOS

¿Qué?	¿Quien?	¿Cuando?	

RESPONSABLES DEL REGISTRO / CAPACITADOR

Nombre del Responsable	MIGUEL BORJAS ARANA	Firma	
Cargo	INSTRUCTOR INTERNO	Fecha	11-11-23

SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS HOC

Nota: Guardia C.

Anexo 5.

Muestra de datos para análisis de t de Student

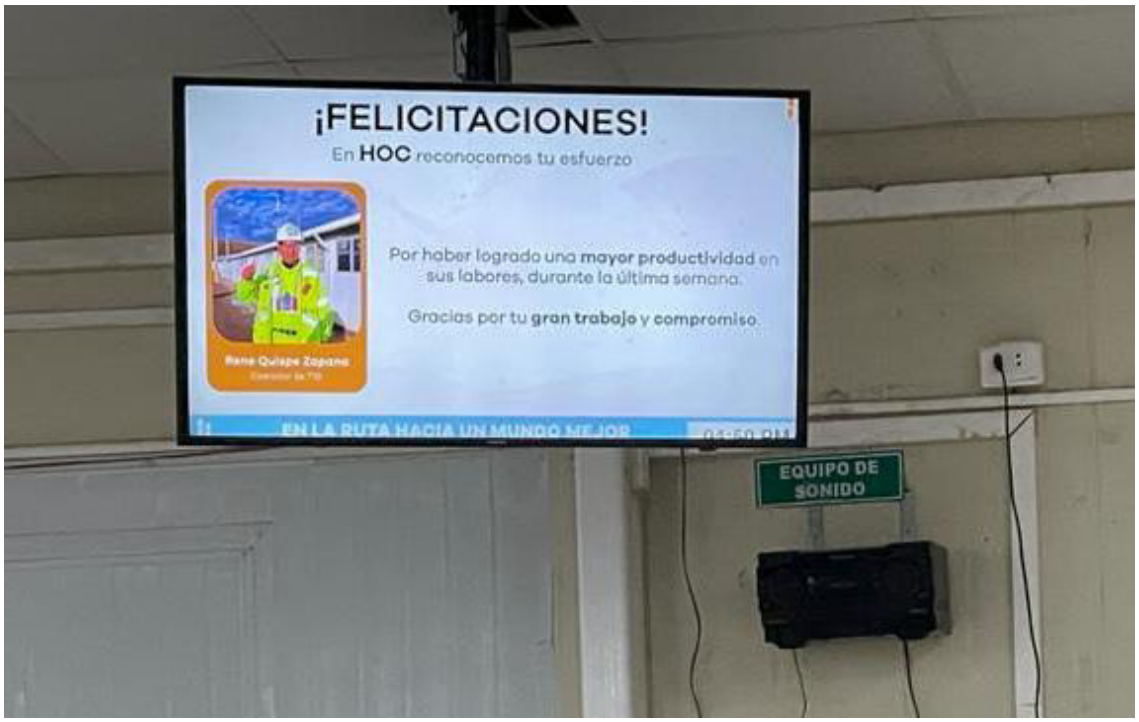
AÑO 2022	AÑO 2023
1.23	1.00
1.50	1.00
0.23	0.17
2.33	1.50
1.85	0.92
2.07	1.25
0.66	0.25
1.22	1.00
1.47	0.83
0.94	0.92
0.98	0.17
1.60	1.25
1.39	1.00
1.79	1.00
1.01	0.25
1.04	1.00
1.63	1.25
1.18	0.25
1.93	1.00
1.04	1.00
1.88	1.00
2.29	1.33
0.60	0.25
1.10	0.33
1.11	1.00
1.15	0.83
0.30	0.25
0.47	0.17
0.74	0.50
1.03	1.00

Nota: Muestra de datos aleatorios de la toma de tiempos no operativos del año 2022 y 2023.

Anexo 6.
Evidencia visual



Nota: Interacción del operador de scoop ST-11, con el sistema OneMine.



Nota: Reconocimiento público de esfuerzo a colaborador por haber logrado mayor productividad en la semana.



Nota: Seguimiento de proceso de carguío de scoop.



Nota: Verificación visual de Tag instalado en hastial en cámara de carguío.



Nota: Control de lamponadas del equipo de carguío a volquete.



Nota: Verificación visual del lampón hacia los hastiales para no dañar el Tag instalado.



Nota: Incorporación e instalación del sistema OneMine a equipo nuevo ST-23.



Nota: Equipo de trabajo Unidad Minera Inmaculada, Guardia C – Hochschild Mining ***¡SI NO ES SEGURO, NO LO HAGO!***

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos	: Romina Claudia Martinez Sotomayor
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N°	: 70370025
Correo electrónico	: romina.cms10@gmail.com
Teléfono/Celular	: 969015143

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (X)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título: "OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA MEJORA DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ONEMINE EN LA ZONA ALTA VETA ANGELA NV. 4500 EN LA UNIDAD MINERA INMACULADA – HOCHSCHILD, AYACUCHO"

b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra: https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.07.05
c) Fecha de publicación: 2024

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : CHRIST JESÚS BARRIGA PARIA
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 44331713
c) ORCID : 0000-0002-7130-9297

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 70370025
NOMBRES Y APELLIDOS : Romina Claudia Martinez Sotomayor

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, 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 trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

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

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(_X_) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 70370025
NOMBRES Y APELLIDOS : Romina Claudia Martinez Sotomayor
FECHA : 16 de abril del 2024



ANEXO VIII

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS / TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo, Romina Claudia Martinez Sotomayor,
bachiller de la Escuela Profesional de:
Ingeniería de Minas,
de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado(a) con DNI Nº. 70370025, autor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis / Trabajo de suficiencia profesional denominado:
"Optimización del rendimiento y productividad en la mejora de los equipos de carguío con la implementación del sistema OneMine en la zona Alta Veta Angela NV. 4500 en la Unidad Minera Inmaculada - Hochschild Ayacucho."

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que, el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 16 de abril del 2024



Huella digital

Nombres y Apellidos: Romina Martinez Sotomayor
DNI: 70370025

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

TESIS 70370025 ROMINA MARTINEZ V12

4%
Textos sospechosos

4% **Similitudes**
< 1% similitudes entre comillas
1% entre las fuentes mencionadas
< 1% **Idiomas no reconocidos**

Nombre del documento: TESIS 70370025 ROMINA MARTINEZ V12.pdf
ID del documento: 0853c5ed8c0f3be285925aa0fb7df74ac6487d38
Tamaño del documento original: 6,3 MB

Depositante: CHRIST JESUS BARRIGA PARIA
Fecha de depósito: 11/3/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 11/3/2024

Número de palabras: 25.192
Número de caracteres: 179.728

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	**solo-mineros.blogspot.com** | todo sobre los procesos de la mineria: Índices de Op... https://solo-mineros.blogspot.com/2012/05/indices-de-operacion-asarco.html **3 fuentes similares**	1%		Palabras idénticas: 1% (300 palabras)
2	**repositorio.unam.edu.pe** https://repositorio.unam.edu.pe/bitstream/UNAM/159/4/D095_70746668_T-1602873237.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (168 palabras)
3	**vsip.info** | Indices Operacionales ASARCO - VSIP.INFO https://vsip.info/indices-operacionales-asarco-pdf-free.html **1 fuente similar**	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (167 palabras)
4	**repositorio.unsa.edu.pe** https://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3929/MIsaurla018.pdf?sequence=1	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (158 palabras)
5	**repositorio.uncp.edu.pe** http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/20.500.12894/6071/1/T010_70582108_T.pdf **1 fuente similar**	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (157 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	**repositorio.uncp.edu.pe** http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/20.500.12894/8074/1/T010_74613035_T.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
2	**repositorio.gerens.edu.pe** http://repositorio.gerens.edu.pe/bitstream/Gerens/23/1/MGM002_GER.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
3	**repositorioacademico.upc.edu.pe** | Mejora de la gestión de la productividad de la... https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659078	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
4	**repositorio.unsaac.edu.pe** http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/20.500.12918/4644/1/253T20190604_TC.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
5	**repositorio.ucv.edu.pe** https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/20.500.12692/58220/2/Castro_QPR-SD.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1 https://goo.su/kvk1M4w
2 https://goo.su/rvTATBa
3 https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/146289
4 https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/27061?show=full
5 https://goo.su/HASp

DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA Nº 320-2024-UNAM/CO

Moquegua, 09 de mayo de 2024

LA COMISIÓN ORGANIZADORA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

VISTOS:

El Acuerdo de Sesión Ordinaria de Comisión Organizadora de fecha 08 de mayo de 2024; PROVEÍDO N° 9321-2024 de fecha 08 de mayo de 2024 emitido por la Presidencia de la Comisión Organizadora; INFORME N° 294-2024-UNAM-CO-P/SG de fecha 07 de mayo de 2024 emitido por la Secretaría General; CARTA Nº 042-2024-GYT/UNAM-PCAS de fecha 06 de mayo de 2024 emitido por el Especialista de Grados y Títulos; Sobre el otorgamiento del Título Profesional de Ingeniero de Minas y demás documentos que escoltan el expediente administrativo, y;

CONSIDERANDO:

Que, la Constitución Política del Perú en su artículo 18º prevé que cada Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico, y el artículo 8º de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, establece que la referida autonomía inherente a las Universidades, se ejerce de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República e implica las organizaciones de su sistema académico, económico y administrativo, así como la administración de sus bienes y rentas, elaborar su presupuesto y aplicar sus fondos con la responsabilidad que impone la Ley;

Que, de conformidad con la Ley N° 28520 de fecha 23/05/2005, se creó la Universidad Nacional de Moquegua, cuyo artículo 1º dispone: "créase la Universidad Nacional de Moquegua como persona jurídica de derecho público interno, con sede en la ciudad de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua";

Que, el artículo 29° de la Ley Universitaria, Ley N° 30220, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación (MINEDU), constituye una Comisión Organizadora integrada por tres (3) académicos de reconocido prestigio, que cumplan los mismos requisitos para ser Rector (…). Esta Comisión tiene a su cargo la aprobación del estatuto, reglamentos y documentos de gestión académica y administrativa de la universidad, formulados en los instrumentos de planeamiento, así como su conducción y dirección hasta que se constituyan los órganos de gobierno que, de acuerdo a la presente Ley, le correspondan";

Que, mediante Resolución Viceministerial Nº 011-2024-MINEDU de fecha 31/01/2024, se reconformó la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Moquegua, integrada por los académicos: Dr. Jorge Lázaro Franco Medina, como Presidente; Dr. Edwin Molina Porcel, como Vicepresidente Académico y Dr. Avid Roman Gonzalez, como Vicepresidente de Investigación;

Que, el artículo 58° de la Ley Universitaria, Ley Nº 30220, concordado con el artículo 14º del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado con Resolución de Comisión Organizadora Nº 578-2021-UNAM, establecen que el **Consejo Universitario es el máximo órgano de gestión, dirección y ejecución académica y administrativa de la universidad.** En el caso de la Universidad Nacional de Moquegua, dada su condición y naturaleza, corresponde ejercer dicha atribución a la Comisión Organizadora quien hace las veces de Consejo Universitario, disposición relacionada con la Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU y sus modificatorias;

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

Que, el artículo 44° de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, señala que las universidades otorgan los grados académicos de Bachiller, Maestro, Doctor y los Títulos Profesionales que correspondan, a nombre de la Nación (...);

Que, el numeral 45.2 del artículo 45° de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, precisa **los requisitos mínimos para la obtención del título profesional, como son: el grado de Bachiller y la aprobación de una tesis** o trabajo de suficiencia profesional. Asimismo, establece que el título profesional solo se puede obtener en la universidad en la cual se haya obtenido el grado de bachiller;

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora Nº 1153-2021-UNAM, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, el mismo que fue modificado a través de las Resoluciones de Comisión Organizadora N° 410; 453 y 890-2022 y N° 880-2023-UNAM el cual establece los requisitos y norma los procedimientos para la obtención de los grados académicos y títulos profesionales conferidos por esta Casa Superior de Estudios;

Que, mediante la Carta N° 042-2024-GYT/UNAM-PCAS, el Especialista del Área de Grados y Títulos, remite a Secretaria General, la relación de tres (3) bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, quienes se encuentran aptos para la expedición del Título Profesional de Ingeniero de Minas, al haber cumplido satisfactoriamente con los requisitos legales y reglamentarios[1], exigidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, conforme lo señala la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, razón por la cual la Secretaría General incluye el expediente como punto de agenda para ser tratado en Sesión de Comisión Organizadora de fecha 08 de mayo de 2024;

Que, se ha establecido como atribución de la Comision Organizadora de la UNAM, la facultad de conferir los grados académicos y los títulos profesionales (...), por lo que en mérito al pedido del Secretario General y debatido el caso en Sesión Ordinaria de fecha 08 de mayo de 2024, se acordó por unanimidad **conferir a nombre de la Nación el Título Profesional de Ingeniero de Minas, por la**

---

[1] Artículo 122°. - Requisitos para la obtención del Título Profesional
Para obtener el Título Profesional el interesado deberá presentar ante su Escuela Profesional un expediente con la siguiente documentación:

a. Solicitud dirigida al Director de la Escuela Profesional o quien haga sus veces, indicando la fecha y numero de comprobante de pago.
b. Dos (2) fotografías de frente, tamaño pasaporte a color con fondo blanco (con traje formal); para garántizar la seguridad ciudadana.
c. Dos ejemplares de la Tesis, del Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe del Examen Profesional en físico, uno para la Biblioteca y otro para la Escuela Profesional, y un CD con la versión digital.
d. Formulario de autorización del graduado para la publicación de la Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe de Examen Profesional en el repositorio.
e. Declaración Jurada de originalidad de la Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe de Examen Profesional.

La Escuela Profesional es responsable de completar el expediente del bachiller en un plazo máximo de 3 días hábiles y derivar a la Oficina de Secretaría General, adjuntando los siguientes documentos:

a. Copia del acta de sustentación indicando la modalidad de obtención del título profesional.
b. Constancia de "no adeudo" de Bienes a la Universidad, bienes a los Laboratorios Básicos y de Especialidad, material bibliográfico; dichos documentos deberán ser refrendados por los responsables a cargo.

modalidad de la Sustentación de Tesis, a tres (3) Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Moquegua;

Que, mediante la Resolución Presidencial Nº 100-2024-UNAM-CO/P de fecha 08 de mayo de 2024, se encargó las funciones y atribuciones inherentes del despacho de la Presidencia de la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Moquegua al Dr. Edwin Molina Porcel, Vicepresidente Académico, por el periodo comprendido del 09 al 13 de mayo de 2024;

Estando en uso de las facultades y atribuciones conferidas en el artículo 18° de la Constitución Política del Perú; la Ley N° 30220, Ley Universitaria; el Documento Normativo denominado: "Disposiciones para la Constitución y Funcionamiento de las Comisiones Organizadoras de las Universidades Públicas en proceso de Constitución", aprobado mediante la Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU y sus modificatorias, y en la Resolución Viceministerial Nº 011-2024-MINEDU, así como en el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua y demás normas concordantes;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: CONFERIR, a nombre de la Nación el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS,** por la modalidad de la Sustentación de Tesis, a los Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua, que se consigna en el listado siguiente:

1. **ROMINA CLAUDIA MARTINEZ SOTOMAYOR**

   TESIS : "OPTIMIZACIÓN DEL REQUERIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA MEJORA DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ONEMINE EN LA ZONA ALTA VETA ANGELA NV. 4500 EN LA UNIDAD MINERA INMACULADA – HOCHSCHILD, AYACUCHO", cuyo Asesor fue el Dr. Christ Jesus Barriga Paria.

2. **LESLY STEFANY ALIAGA GARCIA**

   TESIS : "INCIDENCIA DE LA RESTRUCTURACIÓN DEL IPERC LÍNEA BASE EN LA MEJORA DEL SISTEMA DE GESTIÓN SSOMA DE LA EMPRESA COPPERFIELD PERÚ SAC", cuyo Asesor fue el Dr. Victor Adrian Ponce Estrada.

3. **PAMELA PATRICIA CATARI COLQUE**

   TESIS : "ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD NOROESTE DE LA MINA CUAJONE MEDIANTE EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS - 2023". cuyo Asesor fue el Dr. Christ Jesus Barriga Paria.

ARTÍCULO SEGUNDO: AUTORIZAR, a la Secretaría General de la Universidad Nacional de Moquegua, expedir y registrar los Diplomas correspondientes para su otorgamiento.

ARTÍCULO TERCERO: ENCARGAR al Área de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, para que realice las acciones pertinentes conducentes, relacionadas con la inscripción de los grados y títulos en el Registro de Grados y Títulos de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - SUNEDU.

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

///... **Resolución de Comision Organizadora Nº 320-2024-UNAM/CO**

ARTÍCULO CUARTO: NOTIFICAR, la presente Resolución a todas las instancias y dependencias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Moquegua, para su conocimiento, cumplimiento y demás fines pertinentes.

ARTÍCULO QUINTO: ENCARGAR, a la Oficina de Tecnología de la Información, la publicación de la presente Resolución en el portal de transparencia de la Universidad Nacional de Moquegua.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, CÚMPLASE Y ARCHÍVESE.

DR. EDWIN MOLINA PORCEL	**ABOG. KEVIN YUVER CHIHUAN QUISPE**
Presidente (e) de la Comisión Organizadora	Secretario General
Universidad Nacional de Moquegua	Universidad Nacional de Moquegua

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe