UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS

"REDUCCIÓN DE LOS INDICADORES DE FATIGA Y SOMNOLENCIA EN OPERADORES DE EQUIPOS CON EL USO DEL SISTEMA ISLEEP EN UNA UNIDAD MINERA A TAJO ABIERTO"

PRESENTADO POR:

BACH. ANGEL ANTONIO QUISPE CUAYLA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

MOQUEGUA - PERÚ

2026

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Folio N° 097

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : ☒

Trabajo de Suficiencia Profesional : ☐

Otro: ..... : ☐

II. Documento de aprobación para la sustentación:
RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD N°328-2026-CF-FAIN-UNAM

Fecha: 13 JULIO 2026

III. El Jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:
"REDUCCIÓN DE LOS INDICADORES DE FATIGA Y SOMNOLENCIA EN OPERADORES DE EQUIPOS CON EL USO DEL SISTEMA ISLEEP EN UNA UNIDAD MINERA A TAJO ABIERTO"

Bachiller: ANGEL ANTONIO QUISPE CUAYLA

Asesor Principal: Dr. MARCOS LUIS QUISPE PEREZ.

Co-Asesor : .....

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por MAYORIA la sustentación de manera:

Presencial ☒ Virtual ☐

Con nota: TRECE (13) por lo que; Sí ☒ No ☐

Opta el Título Profesional de INGENIERO DE MINAS.

Siendo las 12 horas, del 21 de JULIO del año 2026 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Presidente
ERNESTO LAURICANO FLORES
(Nombres y Apellidos)

Primer Miembro
VICTOR ADRIAN PONCE ESTRADA.
(Nombres y Apellidos)

Segundo Miembro
CESAR AUGUSTO VILLACALAGO
(Nombres y Apellidos)

Bachiller
Angel Antonio Quispe Cuayla
(Nombres y Apellidos)

DEDICATORIA:

A Dios, por guiar mis pasos y brindarme la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta.

A mis hijos, Dayron y Fredrek, por ser mi mayor inspiración y motivación para seguir creciendo.

A mi esposa, Danai, por su amor, comprensión y apoyo incondicional durante este camino.

A mis padres, Juan y Rosa, y a mis hermanos, Yessenia, Juan, Edward, Wilford y Leslie, por su ejemplo, apoyo, confianza y constante aliento.

Con profundo amor y gratitud, les dedico este logro.

AGRADECIMIENTO:

Expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron al desarrollo y culminación de esta investigación.

A mi familia, especialmente a mis hijos, Dayron y Fredrek; a mi esposa, Danai; a mis padres, Juan y Rosa; y a mis hermanos, Yessenia, Juan, Edward, Wilford y Leslie, por su apoyo incondicional, comprensión y permanente motivación durante esta etapa académica.

De manera especial, agradezco a mis docentes y asesores por su orientación, conocimientos y valiosas recomendaciones, fundamentales para el desarrollo de esta tesis y mi crecimiento profesional.

Asimismo, agradezco a mis jefes, supervisores y compañeros de trabajo por las experiencias compartidas y el aprendizaje brindado a lo largo de mi trayectoria.

Finalmente, extiendo mi gratitud a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron al logro de este importante objetivo académico.

Resumen

La presente investigación titulada “Reducción de los indicadores de fatiga y somnolencia en operadores de equipos con el uso del Sistema iSleep en una unidad minera a tajo abierto” tiene como objetivo principal evaluar el efecto del Sistema iSleep en la disminución de la fatiga y somnolencia en operadores de equipos pesados, en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua durante el año 2025 y 2026. El estudio tiene un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, nivel explicativo y con un diseño no experimental. La población está compuesta por 55 operadores de equipos en la unidad minera, seleccionando una muestra de 49 operadores. La variable independiente fue el uso del Sistema iSleep, cuya dimensión principal fue la utilización del reloj inteligente, mientras que la variable dependiente incluye dos dimensiones: reportes de fatiga y somnolencia (clasificados en riesgos alto, moderado, bajo y crítico) y eventos de microsueño (leves, moderados y críticos). La hipótesis general plantea que el uso del Sistema iSleep tiene un efecto significativo en la reducción de dichos indicadores. Los resultados permiten determinar si la implementación de tecnologías como iSleep contribuye a mitigar riesgos operacionales, disminuir la probabilidad de incidentes y accidentes, y optimizar los costos asociados a la gestión de la fatiga en operaciones mineras de alto riesgo.

Palabras clave: fatiga, somnolencia, Sistema iSleep, operadores de equipos, minería a tajo abierto, seguridad laboral.

Abstract

The present research, titled “Reduction of Fatigue and Drowsiness Indicators in Equipment Operators through the Use of the iSleep System in an Open-Pit Mine,” aims to evaluate the effect of the iSleep System on reducing fatigue and drowsiness in heavy equipment operators, in an open-pit mine located in Moquegua during the year 2025 and 2026.The study follows a quantitative approach, is of applied type, explanatory level, and has a non-experimental design. The population is made up of 55 equipment operators in the mining unit, selecting a sample of 49 operators. The independent variable is the use of the iSleep System, whose main dimension is the use of a smartwatch, while the dependent variable includes two dimensions: fatigue and drowsiness reports (classified as high, moderate, low, and critical risk) and microsleep events (mild, moderate, and critical). The general hypothesis proposes that the use of the iSleep system has a significant effect on reducing these indicators. The results will help determine whether the implementation of technologies like iSleep contributes to mitigating operational risks, reducing the likelihood of incidents and accidents, and optimizing costs associated with fatigue management in high-risk mining operations.

Keywords: fatigue, drowsiness, iSleep System, equipment operators, open-pit mining, occupational safety.

Índice

Índice de Tablas ..... **ix**
Índice de Figuras ..... **x**
INTRODUCCIÓN ..... **xii**
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **1**
1.1. Descripción y formulación del problema 1
1.2. Objetivos de la Investigación 3
1.2.1. Objetivo General 3
1.2.2. Objetivos Específicos 3
1.3. Justificación 3
1.3.1. Justificación Económica 4
1.3.2. Justificación Social 4
1.3.3. Justificación Práctica 4
1.3.4. Justificación Metodológica 5
1.3.5. Justificación Teórica 5
1.4. Hipótesis 5
1.4.1. Hipótesis General 5
1.4.2. Hipótesis Específicas 6
1.5. Variables 6
1.5.1. Variable Independiente: Sistema iSleep 6
1.5.2. Variable Dependiente: Indicadores de fatiga y somnolencia. 6
1.6. Operacionalización de Variables 8
II. MARCO TEÓRICO **9**
2.1. Antecedentes del problema 9
2.1.1. Antecedentes internacionales 9
2.1.2. Antecedentes nacionales 17
2.1.3. Antecedentes locales 25
2.2. Bases Teóricas 27
2.2.1. Sistema iSleep 27
2.2.1.1. Sistemas de Detección de Fatiga y Somnolencia por Rasgos Faciales 28
2.2.1.2. Beneficios del Sistema iSleep 29
2.2.1.3. Sistemas de Frenado Automático 30
2.2.1.4. Sistemas de Control Basados en el Monitoreo del Movimiento 31
2.2.2. Fatiga y Somnolencia 32
2.2.2.1. Concepto de fatiga 32
2.2.2.2. Concepto de somnolencia 33

2.2.2.3. Gestión de la fatiga 33
2.2.2.4. Fatiga y Somnolencia en Minería 34
2.2.2.5. Características y síntomas de la fatiga y somnolencia 35
2.2.2.6. Causas de la fatiga y somnolencia 37
2.2.2.7. Consecuencias de la Fatiga y Somnolencia 39
2.2.2.8. Evaluación de la Fatiga y Somnolencia 41
2.2.3. Sistemas de Control de Fatiga y Somnolencia 43
2.2.3.1. Concepto de sistemas de control de fatiga y somnolencia 43
2.2.3.2. Prevención de la Fatiga y Somnolencia 45
2.2.3.3. Importancia de los sistemas de control de fatiga y somnolencia 47
2.3. Definición de Términos 48
2.3.1. Fatiga 48
2.3.2. Incidente 49
2.3.3. iSleep 49
2.3.4. Microsueño 49
2.3.5. Sistema de Control de Fatiga 50
2.3.6. Somnolencia 50
2.3.7. Sueño 51
III. MÉTODO 52
3.1. Tipo y Nivel de Investigación 52
3.2. Ámbito temporal y espacial 53
3.2.1. Ubicación Política 54
3.2.2. Ubicación Geográfica 54
3.2.3. Coordenadas 54
3.3. Población y muestra 55
3.3.1. Población 55
3.3.2. Muestra 55
3.4. Instrumentos 56
3.4.1. Instrumentos para la recolección de datos 56
3.4.1.1. Reporte de Monitoreo de Calidad de Sueño 56
3.4.1.2. Reloj Inteligente Xiaomi Smart Band 57
3.4.2. Validación y Confiabilidad de los Instrumentos 59
3.5. Procedimiento 59
3.5.1.1. Observación estructurada 61
3.5.1.2. Análisis documental 62
3.6. Análisis de datos 63
3.6.1. Presentación de Datos 63

3.6.2. Análisis de Datos 63
3.6.3. Prueba de normalidad 64
3.6.4. Pruebas Inferenciales 68
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 73
4.1. Resultados 73
4.1.1. Número de reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado que pueden producir incidentes y accidentes en las operaciones 73
4.1.2. Reducción de los eventos de microsueño de los operadores 82
4.1.3. Comprobación de hipótesis 85
4.1.4. Controles adicionales para riesgos relacionados a la fatiga y somnolencia 88
4.2. Discusión 91
V. CONCLUSIONES 99
VI. RECOMENDACIONES 102
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 105
VIII. ANEXOS 111
8.1. Matriz de Consistencia 111
8.2. Especificaciones reloj inteligente XIAOMI SMART BAND 7 112
8.3. Reporte de capacitaciones en Fatiga y Somnolencia 113
8.4. Programa anual de capacitación 116
8.5. Controles aplicados para la gestión de riesgos relacionados a la fatiga y somnolencia 118
8.6. Eventos de alerta de microsueño registrados en operaciones de mina, detectados mediante el sistema de gestión de fatiga y somnolencia 120
8.7. Reportes mensuales de eventos de fatiga y somnolencia 121

Índice de Tablas

Tabla 1 Operacionalización de las variables de investigación 8

Tabla 2 Comparación de sistemas de control de fatiga de monitoreo ocular y SmartCapt 31

Tabla 3 Promedio mensual de reportes de riesgo moderado antes y después de la implementación del Sistema iSleep 65

Tabla 4 Resultado de la prueba de normalidad para los reportes de riesgo moderado 66

Tabla 5 Promedio mensual de reportes de riesgo alto antes y después de la implementación del Sistema iSleep 66

Tabla 6 Resultado de la prueba de normalidad para los eventos de riesgo alto 67

Tabla 7 Resultado de la prueba de Wilcoxon para los reportes de riesgo moderado 69

Tabla 8 Resultado de la prueba de Wilcoxon para los reportes de riesgo alto 71

Tabla 9 Categoría de riesgo de fatiga y somnolencia 74

Tabla 10 Eventos de riesgo de fatiga y somnolencia de los operadores en el periodo febrero 2025 a abril 2026 75

Tabla 11 Reportes de riesgo de fatiga y somnolencia por operador en el periodo febrero 2025 a abril 2026 79

Tabla 12 Eventos de microsueño 2025-2026 83

Tabla 13 Capacitaciones en fatiga y somnolencia 84

Tabla 14 Eventos de microsueño registrados según periodo de análisis 88

Tabla 15 Matriz de Consistencia 111

Tabla 16 Controles aplicados de acuerdo con el Plan de Fatiga y Somnolencia 118

Tabla 17 Resumen de eventos de alerta de microsueño detectados mediante el sistema OAS-HXGn en operaciones mina 120

Índice de Figuras

Figura 1 Beneficios del Sistema iSleep 30
Figura 2 Sistema de detección de fatiga y distracción 44
Figura 3 Sistema contra la fatiga y la somnolencia con dispositivo de audio. 45
Figura 4 Ubicación de la unidad minera 54
Figura 5 Reporte de Monitoreo de Calidad de Sueño 57
Figura 6 Xiaomi Smart Band para el monitoreo de sueño 58
Figura 7 Histograma de número de reportes de riesgo moderado, alto y muy crítico de fatiga y somnolencia 76
Figura 8 Tendencia de reportes de riesgo moderado de fatiga y somnolencia 77
Figura 9 Tendencia de eventos de riesgo alto de fatiga y somnolencia 78
Figura 10 Reportes de riesgo de fatiga y somnolencia por operador y por nivel de riesgo 80
Figura 11 Gráfico de Pareto de reportes de riesgo de fatiga y somnolencia por operador 81
Figura 12 Programa anual de capacitación del año 2025 116
Figura 13 Programa anual de capacitación de servicios complementarios de mina del año 2025 117
Figura 14 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de febrero 2025 121
Figura 15 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de marzo 2025 123
Figura 16 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de abril 2025 125
Figura 17 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de mayo 2025 127
Figura 18 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de junio 2025 129
Figura 19 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de julio 2025 131
Figura 20 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de agosto 2025 133
Figura 21 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de setiembre 2025 135

Figura 22 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de octubre 2025 137

Figura 23 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de noviembre 2025 139

Figura 24 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de diciembre 2025 141

Figura 25 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de enero 2026 143

Figura 26 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de febrero 2026 145

Figura 27 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de marzo 2026 147

Figura 28 Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de abril 2026 149

INTRODUCCIÓN

La fatiga y la somnolencia constituyen factores de riesgo en la seguridad ocupacional, especialmente en actividades de alto riesgo como la minería a tajo abierto, donde los operadores de equipos pesados y livianos deben mantener elevados niveles de atención, coordinación y capacidad de reacción durante jornadas extensas y, en muchos casos, bajo sistemas de turnos diurnos y nocturnos. La operación de maquinaria minera exige un control permanente de las condiciones físicas y mentales del trabajador, debido a que cualquier disminución del estado de alerta puede comprometer no solo la integridad del operador, sino también la seguridad de sus compañeros, la continuidad de las operaciones y la disponibilidad de los equipos.

En los últimos años, las tecnologías orientadas al monitoreo de la fatiga y la somnolencia han adquirido mayor relevancia en el sector minero, debido a la necesidad de prevenir incidentes y accidentes asociados a la falta de descanso, los microsueños y la reducción de la vigilancia durante la conducción u operación de equipos. El sistema iSleep permite registrar parámetros relacionados con la calidad y cantidad de sueño mediante el uso de relojes inteligentes, generando reportes diarios de riesgo que facilitan la toma de decisiones preventivas.

El problema de investigación se centra en la presencia de indicadores de fatiga y somnolencia en los operadores de equipos en una unidad minera a tajo abierto y se encuentran expuestos a condiciones operativas que pueden afectar su descanso, concentración y desempeño. La fatiga y la somnolencia no solo reducen la capacidad de respuesta del

trabajador, sino que también incrementan la probabilidad de errores, incidentes, eventos de microsueño y accidentes en las operaciones. Por ello, resulta necesario estudiar de qué manera el uso del sistema iSleep puede contribuir a reducir dichos indicadores y fortalecer la gestión preventiva de riesgos en el entorno minero.

El objetivo general de la investigación está orientado a reducir los indicadores de fatiga y somnolencia de los operadores de equipos a través del uso del sistema iSleep. Los objetivos específicos buscan reducir el número de reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado, por ser categorías que pueden producir incidentes y accidentes, así como disminuir los eventos de microsueño en los operadores de equipos.

Desde el punto de vista práctico, el uso del sistema iSleep permite contar con información objetiva sobre el descanso de los operadores y aplicar medidas preventivas oportunas, como pausas activas, ajustes de turno o controles específicos. En el aspecto económico, la reducción de incidentes asociados a fatiga y somnolencia puede disminuir pérdidas de producción, costos por paralizaciones, daños a equipos y gastos derivados de accidentes. Socialmente, la investigación contribuye a proteger la vida y salud de los trabajadores, mientras que, en el plano académico y metodológico, aporta evidencia sobre la aplicación de tecnologías de monitoreo del sueño en operaciones mineras.

La hipótesis de la investigación sostiene que el uso del Sistema iSleep tiene un efecto significativo en la reducción de los indicadores de fatiga y somnolencia de los operadores de equipos. La investigación plantea una relación entre el uso del Sistema iSleep, y los indicadores de

fatiga y somnolencia. En ese sentido, se espera que una mayor aplicación del sistema, mediante el registro y análisis de la calidad del sueño de los operadores, contribuya a disminuir los reportes de riesgo alto y moderado, así como los eventos de microsueño durante las operaciones.

Las variables principales de la investigación son el Sistema iSleep y los indicadores de fatiga y somnolencia. La variable independiente es el Sistema iSleep, definido como una herramienta tecnológica que emplea un reloj inteligente y sensores para registrar parámetros de sueño, procesarlos mediante algoritmos y generar reportes de riesgo por fatiga y somnolencia. La variable dependiente corresponde a los indicadores de fatiga y somnolencia, medidos mediante el número de reportes generados por el sistema y los eventos de microsueño registrados, los cuales se clasifican según niveles de riesgo y permiten evaluar la evolución del problema en los operadores de equipos.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, nivel explicativo y diseño no experimental, debido a que busca analizar el efecto del uso del Sistema iSleep sobre los indicadores de fatiga y somnolencia sin manipular deliberadamente las variables. El estudio se realizó en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua, considerando como población a 55 operadores de equipos y como muestra a 49 operadores. Para la recolección de datos se emplearon reportes generados por el Sistema iSleep, registros de eventos de fatiga y somnolencia, información documental y observación estructurada. Posteriormente, los datos fueron organizados, procesados y analizados mediante técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales, con el fin de

evaluar la reducción de reportes de riesgo y eventos de microsueño.

La tesis se organiza en ocho capítulos, el Capítulo I aborda el planteamiento del problema, incluyendo la descripción y formulación del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación e importancia, la hipótesis y las variables de estudio. El Capítulo II desarrolla el marco teórico, donde se presentan los antecedentes internacionales, nacionales y locales relacionados con la fatiga, la somnolencia y los sistemas de control, además de las bases teóricas sobre el Sistema iSleep, la fatiga, la somnolencia y la definición de términos esenciales para comprender la investigación. El Capítulo III expone la metodología, precisando el tipo y nivel de investigación, el ámbito temporal y espacial, la población y muestra, los instrumentos, los procedimientos de recolección de información y las técnicas de análisis de datos.

El Capítulo IV presenta los resultados y la discusión, acerca del análisis de los reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado, así como en la reducción de los eventos de microsueño en los operadores de equipos. El Capítulo V contiene las conclusiones derivadas de los objetivos, hipótesis y resultados obtenidos, mientras que el Capítulo VI formula las recomendaciones orientadas a fortalecer la gestión de la fatiga y somnolencia en operaciones mineras. Finalmente, el Capítulo VII reúne las referencias bibliográficas utilizadas en el estudio y el Capítulo VIII incorpora los anexos.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema

El incremento de muertes por accidentes de tránsito es una problemática de alcance mundial que requiere mayor atención. A pesar de la implementación de diversas medidas en diferentes países, el cambio cultural en materia de seguridad vial sigue siendo un desafío persistente. Uno de los factores más relevantes en la ocurrencia de accidentes viales es la fatiga al conducir, ya que esta condición afecta los niveles de conciencia y percepción del conductor, reduciendo su estado de alerta y vigilancia. Además, estas alteraciones comprometen procesos psicomotores esenciales para una conducción segura (Apaza, 2024, p.3).

En el sector minero, la reducción de los índices de accidentabilidad es un desafío constante para las empresas, ya que los accidentes generan pérdidas económicas y afectan la reputación corporativa. En particular, los incidentes relacionados con fatiga y somnolencia impactan negativamente tanto en la productividad como en la disponibilidad de equipos mineros (Brogi, 2017). Un gran ejemplo de esto fue el accidente mortal múltiple de la caída de autobús que transportaba trabajadores a la unidad minera Pallancata. Este ocurrió en junio de 2021 durante la madrugada y resultó en la muerte de al menos 27 personas. El accidente fue catalogado por el MINEM como minero, en tanto se dio por motivo de traslado al lugar de trabajo y dejó como consecuencia un gran incremento de los índices de mortalidad en el sector (La Razón, 2021).

Durante la última década, las empresas con personal operario de maquinaria o equipo liviano y aquellas dedicadas al transporte han

implementado sistemas de control de fatiga y somnolencia con el fin de reducir los accidentes laborales (Torres y Ziegler, 2024). Gracias a la mejora continua de los estándares de seguridad en minería, el uso de tecnologías innovadoras, como los monitores de sueño, se han vuelto cada vez más frecuentes. Un ejemplo de ello es la solución ofrecida por iSleep, que emplea dispositivos Xiaomi Smart Band 7 para medir las horas efectivas de sueño de los conductores mientras duermen, permitiendo evaluar su nivel de descanso.

En el caso de la unidad minera de estudio, el grupo 1 de operadores estudiados cuentan con un total de 55 conductores de equipos pesados y livianos, quienes no están exentos de los riesgos asociados a la fatiga. Por ello, el objetivo principal de esta investigación es reducir los indicadores de fatiga y somnolencia de los operadores de equipos en una unidad minera a tajo abierto en la región de Moquegua mediante la implementación del Sistema iSleep. Para alcanzar este objetivo, se plantean dos objetivos específicos: en primer lugar, reducir el número de reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado, ya que estos presentan mayor probabilidad de desencadenar accidentes. En segundo lugar, disminuir la cantidad de eventos de microsueño en los operadores, definidos como parpadeos involuntarios que ocurren cuando el trabajador está agotado, no ha dormido bien o presenta somnolencia debido a problemas de salud.

Formulación del problema

Interrogante General

¿Cómo reducir los indicadores de fatiga y somnolencia en operadores de equipos con el uso del Sistema iSleep en una unidad minera a tajo abierto?

Interrogantes Específicas

¿Cuál es el efecto del uso del Sistema iSleep en la reducción de reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado que pueden producir incidentes o accidentes en las operaciones en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua?

¿En qué medida el uso del Sistema iSleep incide en la reducción de eventos de microsueño en las operaciones de equipos en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

Reducir los indicadores de fatiga y somnolencia de los operadores de equipos a través del uso del Sistema iSleep en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua.

1.2.2. Objetivos Específicos

Reducir el número de reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado que pueden producir incidentes y accidentes en las operaciones mediante el uso del Sistema iSleep en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua.

Reducir los eventos de microsueño de los operadores de equipos a través del uso del Sistema iSleep en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua.

1.3. Justificación

La investigación busca reducir los indicadores de fatiga y somnolencia en operadores de equipos dentro de una operación minera mediante la

implementación del Sistema iSleep y la justificación de esta propuesta puede analizarse desde diversos enfoques que destacan su relevancia y aportes.

1.3.1. Justificación Económica

La investigación aborda factores clave para la sostenibilidad financiera de las operaciones mineras. La fatiga y la somnolencia son causas directas de incidentes que resultan en pérdidas de tiempo y producción, costos adicionales y sobrecargas económicas. La reducción de estos eventos mediante el uso del Sistema iSleep permite optimizar los recursos disponibles, disminuir los costos asociados con incidentes y mejorar la disponibilidad de los equipos, lo que redunda en mayores beneficios económicos para la unidad minera.

1.3.2. Justificación Social

Esta investigación se orienta a salvaguardar la vida y la salud de los operadores, reconociendo que la fatiga laboral es un riesgo que puede tener consecuencias fatales. Los sistemas de prevención y reducción de incidentes no solo benefician a los operadores, sino que también protegen a las comunidades circundantes y a las personas que transitan por las áreas de influencia.

1.3.3. Justificación Práctica

La implementación del Sistema iSleep tiene un impacto directo y tangible en la mejora de indicadores de seguridad en las operaciones mineras. Esta tecnología facilita una gestión más eficiente de los riesgos relacionados con la fatiga y la somnolencia, permitiendo tomar decisiones oportunas y fundamentadas. Como resultado, se logra una operación más segura y

eficiente, incrementando el bienestar de los operadores al reducir los reportes de calidad del sueño de fatiga y somnolencia.

1.3.4. Justificación Metodológica

Desde el punto de vista metodológico, esta investigación tiene un enfoque replicable para abordar un problema de alto riesgo como lo es la fatiga y somnolencia en la operación de maquinaria liviana y pesada en minería. La metodología utilizada no solo será aplicable en la unidad minera estudiada, sino que también se puede replicar su implementación en otras operaciones mineras. Este sistema de monitoreo reduce los riesgos de accidentes y permite optimizar procesos y prevenir pérdidas económicas y humanas, estableciendo un precedente en el control de fatiga y somnolencia en el sector.

1.3.5. Justificación Teórica

Teóricamente, esta investigación contribuye al cuerpo de conocimiento existente al estudiar el fenómeno de la fatiga y somnolencia con sistema modernos de monitoreo, comparando teorías previas con datos obtenidos de manera experimental. Los resultados permiten contrastar los hallazgos con estudios recientes, validando o enriqueciendo las teorías existentes. Esto constituye una contribución a la comprensión científica del problema, y abre nuevas vías para el desarrollo de estrategias más eficaces en la gestión de riesgos laborales por fatiga y somnolencia.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

El uso del Sistema iSleep tiene un efecto significativo en la reducción de los indicadores de fatiga y somnolencia de los operadores de equipos en

una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua.

1.4.2. Hipótesis Específicas

El uso del Sistema iSleep reduce significativamente los reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado que pueden producir incidentes y accidentes en la operación de equipos en una unidad minera a tajo abierto.

El uso del Sistema iSleep reduce significativamente el número de eventos de microsueño producidos por fatiga y somnolencia en la operación de equipos en la unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua.

1.5. Variables

1.5.1. Variable Independiente: Sistema iSleep

La variable independiente de esta investigación es el Sistema iSleep, puesto que el objetivo general es determinar como el Sistema iSleep influye en los indicadores de fatiga y somnolencia en las operaciones de maquinaria liviana y pesada. Para esta variable se ha considerado para su estudio la dimensión “Uso del sistema”, es decir el porcentaje de aplicación, las horas de uso y las medidas de control que complementan este sistema.

1.5.2. Variable Dependiente: Indicadores de fatiga y somnolencia.

La variable dependiente es Indicadores de Fatiga y Somnolencia, que para el caso de la gestión de operaciones de esta mina a cielo abierto se mide principalmente de acuerdo con las siguientes dimensiones:

(1) Reportes de Fatiga y Somnolencia. Es un formato diario que indica, gracias al Sistema iSleep, un histórico de las horas de sueño por operador y asigna un nivel de riesgo dependiendo de las horas efectivas de sueño. Tiene varios niveles de riesgo como son el Muy

Crítico, Alto, Moderado, Bajo y Sin Información dependiendo si el operador ha tenido suficientes horas de sueño.

(2) Eventos de Microsueño. Los eventos de microsueño también son indicadores muy importantes que evalúan y previenen riesgos asociados a Fatiga y Somnolencia. Estos se monitorean a través de cámaras y algoritmos que miden la frecuencia y la duración de los parpadeos de los operadores de maquinaria liviana y pesada.

1.6. Operacionalización de Variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables de investigación

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente Sistema iSleep	iSleep es un sistema diseñado para mejorar la salud y seguridad ocupacional mediante la monitorización de parámetros biométricos relacionados con la calidad del sueño. Utiliza un reloj inteligente para recopilar datos como tiempo total de sueño, interrupciones, despertares inconscientes y deuda acumulada de sueño. Estos datos son procesados mediante algoritmos patentados para clasificar los niveles de riesgo por fatiga y somnolencia de los usuarios, facilitando la adopción de medidas preventivas en contextos laborales, particularmente en actividades críticas como la operación de maquinaria en unidades mineras a tajo abierto.	Es el proceso continuo y sistemático mediante el cual los operadores de equipos en una unidad minera utilizan un reloj inteligente para registrar parámetros de sueño. Estos registros son enviados y analizados por un algoritmo central que genera un reporte diario de clasificación de riesgo por fatiga y somnolencia. Con base en estos reportes, los responsables operativos implementan medidas preventivas, como ajustes de horarios, pausas activas o cambios de turno, para mitigar riesgos asociados a la operación de equipos.	Uso del Sistema iSleep	Porcentaje de operadores de equipo que usan el Smart Band del Sistema iSleep. (%) Uso diario del Smart Band del Sistema iSleep en operadores de equipos (horas). Medidas de control de fatiga y somnolencia.
Variable dependiente Indicadores de fatiga y somnolencia.	Los indicadores de fatiga y somnolencia son métricas que reflejan el estado fisiológico y psicológico de una persona en relación con la disminución de su capacidad funcional debido a la falta de descanso adecuado. Estos indicadores evalúan factores como la calidad y cantidad del sueño, el nivel de alerta, y la propensión al cansancio o somnolencia durante el desempeño de actividades laborales o cotidianas. Son utilizados para identificar y cuantificar el impacto de la fatiga en la seguridad y eficiencia, especialmente en tareas críticas.	Medidas cuantificables que incluyen el número de reportes por fatiga y somnolencia generados por los algoritmos del Sistema iSleep así como el número de eventos de microsueño.	Reportes por fatiga y somnolencia.	Número de reportes de fatiga y somnolencia de los operadores. (Nº de reportes)
			Eventos de microsueño.	Número de eventos de microsueño.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

Martínez y Fabregas (2019) llevaron a cabo un estudio en una mina de carbón subterránea ubicada en Cundinamarca en Colombia, con el objetivo de diseñar un programa de manejo de fatiga laboral que permitiera disminuir los índices de accidentalidad y fatalidad en la empresa. Para la recolección de información, se utilizó el cuestionario de Yoshitake, y la metodología adoptada fue de tipo cualitativo aplicado. La población estudiada consistió en los trabajadores de la mina y la muestra fue el 90% de la población laboral activa, compuesta por 200 personas. Entre los principales hallazgos, se identificó que el 32% de los trabajadores presentaban síntomas de fatiga laboral, siendo la fatiga física la más prevalente (45%), seguida de la fatiga mental (31%) y la fatiga por somnolencia y monotonía (24%). La mayor parte de los casos de fatiga se encontró en trabajadores mayores de 30 años, siendo más común en aquellos que laboraban en el turno 1 (69%). Además, las labores con mayor incidencia de fatiga y accidentalidad correspondían a los roles de maderero y cortero, los cuales implican alta exigencia física debido a movimientos repetitivos, manipulación de cargas y condiciones deficientes de iluminación en la mina. Se observó una correlación directa entre la fatiga laboral y la accidentalidad en el cargo de cortero, quienes desempeñan tareas como cortar carbón de manera manual o mecanizada y colocar sostenimientos estructurales.

Carrasco (2014) realizó una investigación cuyo objetivo principal

fue identificar los elementos más utilizados a nivel mundial para la prevención de riesgos asociados a la fatiga, para luego aplicar estos principios en el desarrollo de la empresa Performance. Dicha investigación se realizó en Chile y el enfoque metodológico empleado fue teórico y descriptivo con un diseño no experimental, recopilando y analizando información pertinente para la creación de un plan de negocios. Entre los resultados destacados, se encontró que la implementación de Performance no solo sería económicamente rentable, sino que también contribuiría significativamente al desarrollo tecnológico y científico de la región. Asimismo, la empresa podría jugar un rol clave en el fortalecimiento de la industria minera en Chile, promoviendo la innovación, la competitividad y el emprendimiento en el sector. Además, Performance busca posicionarse como un modelo en áreas estratégicas como tecnologías, servicios y salud, diversificando así la economía y fomentando el desarrollo de polos económicos más allá de la minería tradicional.

Wang et al. (2021) realizaron un estudio internacional con el objetivo de desarrollar un método eficaz para detectar la fatiga de los conductores de camiones en minas a cielo abierto utilizando secuencias de video. Este estudio fue realizado en China y se centró en mejorar la detección de fatiga y la metodología propuesta en el estudio se compone de tres módulos: un módulo de detección y seguimiento facial, un módulo de codificación de características y un módulo de clasificación temporal. A través de esta metodología, se logró combinar las redes neuronales ResNet con un modelo DHLSTM (Deep Hybrid Long Short-Term Memory) para construir una red espacio temporal capaz de extraer y clasificar

características tanto espaciales como temporales de los videos, lo cual permitió superar los desafíos del entorno complejo. El método propuesto demostró ser eficaz para la detección de comportamientos de fatiga en los conductores, logrando una reducción del 74% en el tiempo de detección en comparación con el módulo que no implementaba el seguimiento facial.

Sikander y Anwar (2018) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de realizar una revisión de los avances recientes en el campo de los sistemas de detección de fatiga en conductores a través de una revisión internacional de la literatura. Los métodos se clasificaron en cinco categorías principales, dependiendo de las características utilizadas para la detección de fatiga: informes subjetivos, características biológicas del conductor, características físicas del conductor, características vehiculares durante la conducción y características híbridas. Los resultados del estudio mostraron que la fatiga del conductor constituye un alto riesgo, ya que representa una grave amenaza para la vida humana y el entorno. La fatiga puede dividirse en tres tipos: activa, pasiva y relacionada con el sueño, cualquiera de los cuales afecta negativamente la capacidad de conducción. A pesar de los avances tecnológicos, las soluciones existentes aún presentan limitaciones. Algunas empresas automotrices, como Volkswagen, Nissan y Toyota, han integrado tecnologías de asistencia al conductor para prevenir accidentes, mientras que compañías externas han desarrollado dispositivos de detección de fatiga.

Horberry et al. (2023) llevaron a cabo un estudio en el Estado de Queensland, Australia, con el objetivo de abordar uno de los principales riesgos psicosociales en la industria minera: la fatiga laboral. Para ello,

aplicaron una metodología de estudio de caso, utilizando una serie de análisis tipo “bow-tie” (BTA) como instrumento principal. Estos análisis permitieron identificar los controles existentes y las brechas en la gestión de la fatiga, aunque sin enfocarse directamente en los aspectos operativos de su aplicación. Además, se propusieron controles complementarios basados en buenas prácticas internacionales, como la incorporación de tecnologías de detección de fatiga, una mayor atención a los efectos a largo plazo en la salud mental y física de los trabajadores, y sistemas de monitoreo más eficaces. Identificaron dos niveles de controles mitigadores en el modelo de análisis de la fatiga. El primero busca detectar y mitigar los síntomas de fatiga, mientras que el segundo se enfoca en reducir los errores en el rendimiento causados por este estado. Como parte de estos controles, se incluyen tecnologías de detección de fatiga y sistemas de gestión de colisiones. Estas medidas podrían ser integradas tanto en políticas internas de las minas como en futuros marcos regulatorios y guías de buenas prácticas para la industria minera.

Eiter et al. (2014) estudiaron la implementación de un sistema de gestión de riesgos por fatiga en una pequeña mina de superficie ubicada en la región noreste de los Estados Unidos. La investigación fue de enfoque cualitativo, utilizando como instrumentos principales la observación directa, un breve cuestionario y una entrevista realizada al personal de seguridad de la mina. La metodología consistió en un estudio de caso descriptivo centrado en una sola operación minera. Entre los principales resultados se observó que, si bien la implementación del sistema conllevó ciertos costos iniciales como la reducción de horas laborales semanales, la disminución

en la producción, el ensanchamiento de caminos de acarreo y la instalación de cámaras de visión trasera en los vehículos, estas inversiones se consideraron menores en comparación con los costos humanos y económicos que podrían derivarse de accidentes laborales graves. A largo plazo, se evidenció una mejora en la calidad de vida laboral y personal de los trabajadores, así como un potencial ahorro económico en daños a la propiedad y pagos de seguros.

Li et al. (2025) desarrollaron un estudio cuyo objetivo fue diseñar e implementar un Sistema Generalizado de Monitoreo de Fatiga en la Conducción para vehículos utilizados en minería a cielo abierto. La investigación se llevó a cabo en la mina de cobre S&K, ubicada en Myanmar. Para su desarrollo los autores emplearon diversos instrumentos, entre los que destacan antenas de posicionamiento Beidou, sensores de velocidad y cámaras de Monitoreo del Estado del Conductor (DSM), integrando además sistemas de detección de hipo-vigilancia tanto basados en múltiples sensores (S-HDx) como en visión (V-HDx).

La metodología consistió en la aplicación práctica del sistema dentro del entorno real de la mina, permitiendo recopilar datos sobre el comportamiento de los conductores y las condiciones operativas de los vehículos. El GFDMS logró identificar de manera efectiva comportamientos inseguros al conducir, como el exceso de velocidad, la fatiga y operaciones irregulares, emitiendo alertas en tiempo real para prevenir accidentes. Además, el análisis integral del desempeño del sistema reflejó una reducción superior al 70 % en la tasa de incidentes de tráfico entre camiones volquetes y vehículos auxiliares en el transcurso de un año,

mejorando a su vez la utilización de los vehículos y la confiabilidad operativa. El estudio evidenció beneficios económicos importantes, como la disminución significativa de los costos por reparación de vehículos, retrasos en la producción y riesgos laborales. La implementación del sistema MR800 en la mina S&K permitió aumentar en un 3 % la disponibilidad de los vehículos durante el primer año, gracias a la reducción en la frecuencia de reparaciones y el tiempo de inactividad no planificado. Este avance se tradujo en un ahorro estimado de aproximadamente 40,500 dólares en mantenimiento vehicular, compensando así la inversión inicial.

El estudio realizado por Butlewski et al. (2015) tuvo como objetivo principal analizar la fatiga de los trabajadores mineros como un factor dentro de los sistemas de seguridad laboral. La investigación se llevó a cabo en minas subterráneas de carbón de Polonia, y buscó desarrollar un sistema que permitiera reducir los accidentes laborales y mejorar el bienestar general de los empleados expuestos. El estudio utilizó una metodología de análisis cualitativo y cuantitativo basada en la identificación de factores de fatiga tanto organizacionales como ambientales. Como instrumentos, se recurrió a la recolección y evaluación de datos sobre el estado psicomotor y mental de los empleados, así como a la tipificación de fuentes de fatiga no relacionadas directamente con el entorno de trabajo, como el estilo de vida, la nutrición, el nivel de estrés, las competencias laborales, entre otros.

La fatiga, junto con el estado mental de los trabajadores, es uno de los principales factores que contribuyen a los accidentes laborales. Se identificaron factores ambientales críticos como el microclima, el ruido, la

vibración, la composición del aire, los cambios de presión, la iluminación y la presencia de polvo, los cuales inciden significativamente en los niveles de fatiga del personal minero. A partir de estos hallazgos, se propuso un sistema integral de gestión de la fatiga dentro del marco de la seguridad laboral, el cual tiene como funciones asesorar y facilitar la toma de decisiones en relación con la asignación de tareas, la adecuación de escenarios de trabajo y la mitigación de efectos derivados de la fatiga excesiva.

Drews et al. (2020) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de investigar la experiencia y gestión de la fatiga entre operadores de maquinaria pesada en el sector minero, en la región de las Montañas Rocosas de Estados Unidos. La investigación se desarrolló mediante una metodología cualitativa, utilizando como instrumento principal ocho grupos focales en los que participaron un total de 44 operadores de equipos de acarreo pesado pertenecientes a dos empresas mineras de la zona. Cada grupo focal tuvo una duración aproximada de una hora. Los operadores poseen un conocimiento significativo sobre la fatiga laboral y están conscientes de sus signos, de la gravedad de estos y de cómo afectan directamente su desempeño al operar maquinaria. Además, implementan una variedad de estrategias personales para manejar la fatiga. No obstante, los participantes también expresaron que los sistemas tecnológicos actuales de monitoreo de fatiga carecen de validez aparente y confiabilidad, por lo que no son percibidos como efectivos ni confiables. Asimismo, se evidenció un interés por parte de los trabajadores en participar más activamente en las decisiones y estrategias de gestión de la fatiga, siempre

que se respeten sus derechos a la privacidad y se utilicen métodos menos invasivos. En conclusión, los investigadores subrayan la importancia de adoptar un enfoque integral, más allá de soluciones tecnológicas, que considere la participación del trabajador.

Brogi (2017) llevó a cabo un estudio en Chile con el objetivo de evaluar herramientas preventivas de accidentes ocasionados por fatiga y somnolencia en el manejo de camiones de acarreo minero. La investigación se desarrolló con un enfoque cuantitativo, bajo un diseño no experimental y a nivel descriptivo. Para ello, se analizaron tres operaciones mineras, considerando variables como la productividad diaria y la disponibilidad anual de los camiones, con el fin de identificar los factores que influyen en su variación. Además, se evaluaron los efectos de eventos asociados a la somnolencia sobre la productividad, así como el impacto económico y operativo de accidentes, considerando la implementación del dispositivo SmartCap como medida preventiva.

Los resultados revelaron que el 4,57% de los accidentes fatales ocurridos entre los años 2000 y 2016 en el sector minero chileno pueden ser atribuidos a la fatiga y somnolencia. Asimismo, se determinó que estos eventos provocan una disminución anual del 0,60% en la disponibilidad de los equipos y una reducción promedio del 26,33% en la producción por cada evento registrado. En cuanto a los costos, se evidenció que la inversión en el sistema SmartCap representa entre un 12% y un 19% del costo asociado a un solo evento de somnolencia, lo que lo convierte en una alternativa económicamente viable. Una gestión adecuada de los controles de fatiga y somnolencia puede reducir los accidentes por somnolencia entre

un 25% y un 100%, impactando positivamente en la operación minera tanto en términos de seguridad como de eficiencia.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Castillo (2024) llevó a cabo un estudio en la región de Áncash con el objetivo de determinar el nivel de influencia de un Sistema de Control de Fatiga en la reducción de eventos de somnolencia en operadores de camiones de minería superficial. La metodología de la investigación fue de tipo básico, con nivel descriptivo y diseño correlacional. Para la recolección de datos, se utilizó un cuestionario como instrumento principal y los resultados de la investigación revelaron una correlación significativa y negativa (-0,754) entre la implementación del Sistema de Control de Fatiga y los eventos de somnolencia, lo que indica que el sistema cumple eficazmente su función al reducir dichos eventos. Asimismo, se observó que el nivel de satisfacción de los operadores respecto al sistema tiene una correlación significativa y negativa (-0,731), lo que sugiere que la satisfacción de los usuarios es un factor clave para garantizar la efectividad del sistema. De igual forma, se encontró una correlación negativa y significativa (-0,695) entre la funcionalidad del sistema y los eventos de somnolencia, por lo que se debe mantener el sistema en óptimas condiciones operativas para maximizar su eficacia.

La investigación nacional de Maldonado (2024) tuvo el objetivo de determinar la influencia de un sistema de control de fatiga en la reducción de incidentes laborales. El estudio se llevó a cabo en la región de Huancavelica y utilizó como instrumentos fichas bibliográficas y fichas de observación. La metodología empleada tuvo un enfoque basado en teorías,

con un nivel de investigación descriptivo y un diseño longitudinal. Los resultados obtenidos evidenciaron que la implementación del sistema de control de fatiga y somnolencia tiene un impacto positivo significativo en la disminución de incidentes laborales. El análisis de las variables mostró que el 89,0% de los participantes percibió una influencia positiva, mientras que solo el 2,4% la consideró negativa. El coeficiente de correlación rho de Pearson fue de 0,815, lo que indica una relación positiva y significativa entre las variables estudiadas. Asimismo, se identificó que la implementación del sistema mejora la concentración y la capacidad de reacción de los conductores. El 82,0% de los conductores reportó una influencia positiva sobre su nivel de concentración, mientras que el 79,0% observó una mejora en su capacidad de reacción al conducir. Estos resultados también fueron respaldados por un coeficiente rho de Pearson de 0,767 y un nivel de significancia bilateral de 0,032, confirmando una relación adecuada entre las variables. Tras la implementación del sistema, el 50,0% de los conductores no presentaron signos de fatiga, mientras que el 33,3% lo experimentaron ocasionalmente y solo el 16,7% lo presentó de forma constante. En cuanto a somnolencia, el 33,3% no reportó este síntoma, el 50,0% lo tuvo ocasionalmente y el 16,7% lo experimentó regularmente.

Calderón (2024) llevó a cabo un estudio en la Unidad Minera Constancia, ubicada en Cusco, con el objetivo de gestionar los eventos de fatiga y somnolencia en los operadores, para prevenir accidentes e incidentes. El estudio se desarrolló utilizando reportes diarios de eventos de fatiga e informes mensuales de seguridad, aplicando un diseño

experimental de tipo aplicada y nivel correlacional. Durante el período de enero a diciembre de 2023, se logró evitar 36 posibles accidentes relacionados con eventos de somnolencia, gracias a la evaluación oportuna y acciones correctivas como la detención de los equipos o el cambio de operadores en las bahías asignadas. En el sistema OpWeb se registraron 5,130 eventos de fatiga, de los cuales 5,023 correspondieron a niveles bajos, 71 a niveles moderados y 36 a niveles críticos. Además, el sistema FCS reportó 9,384 eventos, clasificándose 9,273 como de nivel bajo y 111 como de nivel moderado. Se identificaron horarios críticos de incidencia de eventos, principalmente después del almuerzo (1 p.m.) en el turno diurno y a partir de las 2 a.m. en el turno nocturno. La mayoría de los eventos ocurrieron durante el turno nocturno, lo cual se atribuye al mal descanso de los operadores, quienes registraron un promedio de 5 horas y 46 minutos de sueño en el turno diurno y 4 horas y 53 minutos en el turno nocturno. Asimismo, se calculó un impacto de 20,238 toneladas no movilizadas debido a las 55.6 horas de pausas activas durante el año, representando un 0.072% del total de 28.3 millones de toneladas que se habrían dejado de mover sin estas medidas preventivas.

Torres y Ziegler (2023) llevaron a cabo un estudio cuyo objetivo fue proponer un plan de control de fatiga y somnolencia para la reducción de accidentes en la empresa minera MDH-PD SAC, ubicada en el proyecto Inmaculada, en Ayacucho. Se utilizaron 64 pulseras Miband de cuarta generación de Xiaomi compatibles con el sistema Safety HOC como principales instrumentos. La metodología aplicada fue de enfoque cuantitativo y de carácter descriptivo, orientada a identificar, evaluar y

mitigar los riesgos asociados a la fatiga y somnolencia en el personal crítico de la empresa. Los resultados evidenciaron que la implementación del plan produjo una reducción significativa en la tasa de accidentabilidad de la empresa, pasando de 1.079 en años anteriores a 0.00 en la actualidad. Esto no solo impactó en la seguridad de las personas y equipos, sino que también generó un ahorro económico superior a 100,000 soles, mejorando las políticas y sistemas integrados de gestión.

La tesis de Romaní (2024) trata la implementación de un sistema de gestión de fatiga y somnolencia basado en el uso de relojes inteligentes, con el objetivo de reducir la probabilidad de incidentes causados por estos factores en conductores de transporte de personal. El estudio se realizó en la mina Pierina de la Minera Barrick Perú S.A., ubicada en Ancash, tomando como población a los conductores de la empresa STRACON. Para la recolección y análisis de datos se emplearon relojes inteligentes y el software iSleep, integrados en un diseño experimental que permitió evaluar la eficacia de la tecnología durante el periodo de prueba, comprendido entre mayo y diciembre de 2023. El estudio demostró que la implementación del sistema fue altamente efectiva, ya que durante el periodo de prueba no se registraron incidentes causados por fatiga o somnolencia en los conductores. Además, se destacó que el uso de relojes inteligentes es una alternativa práctica, escalable y rentable para la gestión de estos riesgos. La recopilación de datos permitió fortalecer la capacidad de respuesta ante situaciones críticas y optimizar la gestión preventiva dentro de la empresa. Se concluyó que el uso de relojes inteligentes representa un control preventivo efectivo y de bajo costo, en comparación con otras tecnologías

similares en el mercado. Este sistema es escalable y puede ser aplicado en empresas con gran cantidad de conductores, tanto en turnos diurnos como nocturnos, incluyendo operadores de equipos pesados y camiones mineros.

El estudio de Molina (2024) tuvo como objetivo determinar la eficacia de un plan diseñado para prevenir la fatiga y somnolencia, y así reducir el índice de accidentabilidad entre los conductores de la empresa mencionada. La investigación se llevó a cabo en la Compañía Minera Chinalco, ubicada en Junín, Perú y para la recolección de datos, se emplearon instrumentos como el cuestionario de fatiga y somnolencia, el Test de Yoshitake y dispositivos tecnológicos como el Fitbit. En cuanto a la metodología, el enfoque fue cuantitativo y de nivel correlacional, mientras que los resultados evidenciaron que el plan fue altamente efectivo, logrando una reducción significativa en el índice de accidentabilidad. Durante los primeros siete meses de 2024, se observó que el índice de accidentabilidad disminuyó de 0.23 en 2023 a 0.0 en 2024. Este cambio se atribuyó al monitoreo estricto de horas de descanso, el uso de tecnología como Fitbit y Alarm Driver, y la implementación de cuestionarios para evaluar el estado físico, psíquico y mental de los conductores. Además, las inspecciones en las habitaciones y la difusión del plan a los 40 conductores de la empresa reforzaron estas acciones preventivas. La investigación demostró que la implementación del plan de prevención de fatiga y somnolencia no solo redujo significativamente el índice de accidentabilidad, sino que también mejoró las condiciones de seguridad laboral en las actividades de carguío, transporte y descarga de material.

Espinoza y Muñoz (2016) desarrollaron un estudio con el objetivo de mejorar el control de la fatiga de los operadores mineros y optimizar el monitoreo de la ubicación de la flota de acarreo, utilizando para ello el sistema WOMBAT. El estudio fue realizado en Cajamarca, y empleó como instrumentos los informes y reportes de fatiga y somnolencia generados por el sistema WOMBAT. La metodología aplicada fue de tipo descriptivo, y la población estudiada incluyó los sistemas antifatiga utilizados en minería, mientras que la muestra estuvo constituida por el sistema WOMBAT. Los resultados del estudio evidenciaron que las diversas tecnologías integradas en el sistema WOMBAT facilitan el control de la fatiga de los operadores y ofrecen un mapa de ubicación de la flota de acarreo. Por un lado, se recomendó que los operadores adopten hábitos saludables, como mantener un descanso adecuado, una dieta balanceada y la práctica de algún deporte, con la finalidad de mitigar los riesgos asociados a la fatiga. Por otro lado, se instó a las empresas mineras a establecer políticas específicas de control de fatiga y somnolencia, implementando medidas más estrictas para prevenir accidentes.

Chunqui (2016) llevó a cabo un estudio con el objetivo de determinar el nivel de eficiencia de un sistema de monitoreo de fatiga y somnolencia como herramienta preventiva de accidentes en una mina a tajo abierto en Cajamarca. El estudio se realizó bajo un diseño de investigación no experimental, transversal y descriptivo, utilizando instrumentos que permitieron registrar eventos de fatiga y distracción durante la operación de los camiones mineros. Los resultados evidenciaron que el nivel de eficiencia del sistema fue alto, con el registro de 869 eventos

reportados. El promedio de eventos por turno fue de 15 durante el día y 46 durante la noche. Este monitoreo permitió tomar acciones inmediatas mediante sonidos de alerta y reportes automáticos, lo cual representó una mejora significativa en comparación con periodos previos en los que no existía un sistema similar. El sistema de monitoreo de fatiga demostró ser una herramienta efectiva para la prevención de accidentes, proporcionando un control continuo y confiable sobre los operadores de camiones mineros.

Chura y Reynaldi (2018) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de determinar los niveles de fatiga de los operadores de camión minero de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., ubicada en Arequipa, mediante la implementación de un plan de control de fatiga. Para recolectar los datos, los autores utilizaron la prueba de síntomas subjetivos de fatiga de Yoshitake. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, nivel descriptivo y de investigación de campo. La calidad del sueño y el régimen de descanso de los operadores en turnos diurnos y nocturnos resultaron deficientes, con la mayoría de ellos durmiendo menos de 5 horas al día, lo cual no cumple con los estándares necesarios para evitar la fatiga. A través de la prueba de Yoshitake, se evidenció que los operadores presentaban niveles de fatiga moderada con tendencia a excesiva.

Araujo (2021) llevó a cabo un estudio en la ciudad de Arequipa con el objetivo de evaluar las medidas de control implementadas para reducir los factores de riesgo asociados con la fatiga laboral y la somnolencia de operadores. Se emplearon cuestionarios diseñados para medir el grado de somnolencia y fatiga, tanto física como mental, entre los conductores. La

metodología fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y nivel explicativo y entre los resultados más destacados, se evidenció que las medidas de control implementadas lograron reducir en un 16% los riesgos relacionados con la fatiga laboral y la somnolencia. Estas medidas incluyeron la modificación de zonas de descanso, la implementación de registros biométricos de ingreso y salida de las habitaciones de descanso, y el uso de pulseras de monitoreo del sueño.

Además, se observó que la población de conductores estaba compuesta en su mayoría por personas entre 36 y 45 años (44.44%) y entre 46 y 55 años (37.04%), siendo los conductores mayores de 46 años quienes presentaron mayores problemas de somnolencia y entumecimiento de las extremidades. Respecto al descanso, los conductores que trabajaban en turnos nocturnos reportaron un menor tiempo de sueño reparador (66.67% descansaba entre 4 y 5 horas). Asimismo, se identificó que los niveles de fatiga y somnolencia eran mayores en los turnos nocturnos, destacándose el disconfort físico (38.46%) y la falta de energía (41.03%). Las conclusiones del estudio resaltan la efectividad de las medidas implementadas para mitigar los riesgos, evidenciando reducciones significativas en indicadores como la anergia (de 40.78% a 24.69%), el cansancio físico (17.82%) y los niveles de somnolencia (10.59%).

En el estudio realizado por Apaza (2024), el objetivo principal fue reducir el índice de accidentabilidad mediante el control de la fatiga laboral en los conductores de transporte de concentrado de cobre en una unidad minera del sur del Perú. La investigación se llevó a cabo en la mina

Antapaccay, ubicada en la región de Cusco, con un enfoque aplicado y cuantitativo. Se empleó un diseño no experimental para el desarrollo del trabajo, utilizando registros de incidentes como principal instrumento de recopilación de datos. Los resultados evidenciaron que, tras implementar medidas de control y prevención de los síntomas subjetivos de fatiga en los conductores de la empresa contratista Esergenh S.A. – C.M., se logró una significativa reducción del índice de accidentabilidad, alcanzando un valor de $5x10^{-5}$ y disminuyendo las tasas de frecuencia y severidad en aproximadamente un 85 %. Además, a través de un diagnóstico basado en técnicas documentales, se determinó el índice de accidentabilidad existente en 2020 y se identificaron los síntomas de fatiga mediante el cuestionario de Yoshitake. El análisis reveló una prevalencia del 27,78 % en síntomas generales, 55,55% en síntomas intelectuales y 16,67 % en síntomas físicos entre los conductores evaluados.

2.1.3. Antecedentes locales

Laquiticona (2022) desarrolló un estudio con el objetivo de determinar todos los eventos generados por el Sistema de Detección de Somnolencia y Distracción, y gestionar estadísticas para evaluar a los trabajadores en función de su incidencia. Este trabajo se realizó en la Mina Cuajone, ubicada en Moquegua, centrado en el análisis de la efectividad y optimización del sistema implementado para la gestión de la seguridad en el ámbito de operaciones mineras. La investigación utilizó como instrumentos los datos recopilados por el Sistema de Detección de Somnolencia y Distracción, el cual monitorea y registra eventos relacionados con la fatiga y distracción de los operadores de las unidades.

La metodología incluyó un análisis estadístico de los eventos registrados por el sistema, así como la identificación de patrones y la evaluación de posibles problemas en su implementación y uso. Los resultados indicaron que el sistema es altamente efectivo en el monitoreo y soporte para prevenir incidentes causados por fatiga o distracción, contribuyendo a la seguridad de los conductores, el entorno, los equipos y las operaciones en general.

Carlos (2019) investigó las ventajas de un sistema de control de fatiga en la operación de camiones de acarreo en una mina superficial ubicada en Moquegua. El objetivo principal fue determinar cómo este sistema contribuye a la prevención de accidentes laborales en dichas operaciones y la investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque cuantitativo, con un diseño experimental y un nivel de estudio explicativo. Los instrumentos empleados incluyeron informes de accidentes laborales registrados en el área de estudio. Los resultados del estudio demostraron varias ventajas del sistema antifatiga GuardVant. En primer lugar, se destacó su capacidad para prevenir accidentes laborales al detectar y alertar en tiempo real sobre eventos relacionados con la fatiga de los operadores. El sistema también mostró eficacia al monitorear la velocidad, la ubicación GPS de los equipos y al identificar distracciones comunes como el uso de teléfonos celulares durante las horas laborales, lo que llevó a la implementación de políticas que prohibieron su uso en la mina. En 2014, se reportaron 40 eventos de este tipo, mientras que en 2018 la cifra se redujo significativamente en un 12%, lo que demuestra una mejora en el estado de alerta de los operadores. Asimismo, el análisis de los turnos de

trabajo reveló que los eventos ocurrieron con mayor frecuencia durante el turno de noche, con un 61 % de los casos registrados, en comparación con el 39 % durante el turno de día.

Tong y Vigil (2017) realizaron un estudio con el objetivo principal de implementar el sistema antifatiga GuardVant para prevenir accidentes laborales en el área de operaciones de la mina Cuajone, ubicada en Moquegua. Para la recolección de datos, se utilizó el Informe de Accidentes y la metodología empleada fue de tipo cuantitativo, con un diseño experimental que permitió medir la efectividad de la intervención. Los resultados obtenidos mostraron que, en el período del 31 de enero de 2015 al 31 de enero de 2016, se registraron un total de 9,043 eventos de fatiga. Se identificó que el 60.06 % de estos eventos ocurrieron durante el turno noche, lo que representó 5,431 eventos, mientras que el 39.94 % restante se presentó en el turno día, con un total de 3,612 eventos. Sin embargo, una vez instalado el sistema antifatiga GuardVant, se logró evitar cualquier accidente relacionado con la fatiga en el área de operaciones mina. En cuanto a las conclusiones, se destacó que el sistema GuardVant resultó efectivo en la prevención de accidentes laborales debido a su capacidad para mitigar la fatiga de los operadores.

2.2. Bases Teóricas

La fatiga y la somnolencia son conceptos relacionados que afectan tanto el rendimiento como la calidad de vida de quienes los padecen, aunque se manifiestan de manera diferente.

2.2.1. Sistema iSleep

El sistema iSleep, desarrollado por Sleep Intelligence, es una innovadora

plataforma basada en el Internet de las Cosas que combina tecnología avanzada (dispositivos conectados a internet) y análisis biométrico para abordar problemas de fatiga y somnolencia en la salud y la seguridad laboral. Mediante el uso de un reloj inteligente, iSleep recolecta datos sobre diversas variables que influyen en la calidad del sueño, incluyendo el tiempo total dormido, el tiempo en cama sin poder conciliar el sueño, las interrupciones durante el descanso, los despertares inconscientes y el tiempo acumulado de sueño (Sleep Intelligence, 2025).

Estos datos biométricos son procesados por un algoritmo patentado y genera una clasificación del nivel de riesgo del usuario en términos de fatiga y somnolencia antes de iniciar su jornada laboral. Este análisis permite a los responsables de las áreas operativas tomar medidas preventivas cuando sea necesario, promoviendo un entorno de trabajo más seguro. Además de su enfoque en la seguridad laboral, la información obtenida por iSleep tiene aplicaciones en el ámbito de la salud, ya que puede contribuir al diagnóstico de hasta 68 trastornos del sueño. Entre los más comunes se encuentran el insomnio, la sospecha de apnea del sueño y los trastornos del ciclo circadiano, como el trastorno por trabajo en turnos o el adelanto y retraso de fase.

2.2.1.1. Sistemas de Detección de Fatiga y Somnolencia por Rasgos Faciales

Por otro lado, el monitoreo de rasgos faciales se centra en identificar signos tempranos de somnolencia y distracción en el operador. Este sistema emplea sensores que analizan imágenes en tiempo real, procesando hasta 500 capturas por segundo con la ayuda de LEDs infrarrojos. Entre las

métricas utilizadas destacan la velocidad del parpadeo y el porcentaje de cierre de los párpados. Cuando los párpados permanecen cerrados más tiempo del promedio, el sistema emite alertas sonoras y vibratorias a través de dispositivos instalados en el asiento, avisando al conductor sobre su estado de somnolencia.

Adicionalmente, los sensores permiten monitorear a distancia el comportamiento del operador y activar protocolos en caso de ser necesario. Este monitoreo puede realizarse mediante cámaras integradas en el panel del vehículo o con lentes equipados con cámaras. Ejemplos como el sistema GuardVant combinan cámaras y computadoras para analizar patrones de parpadeo y detectar estados de fatiga, alertando a los operadores antes de que ocurran distracciones graves (Brogi, 2017, pp.17-18; Carlos, 2019, pp.25-26).

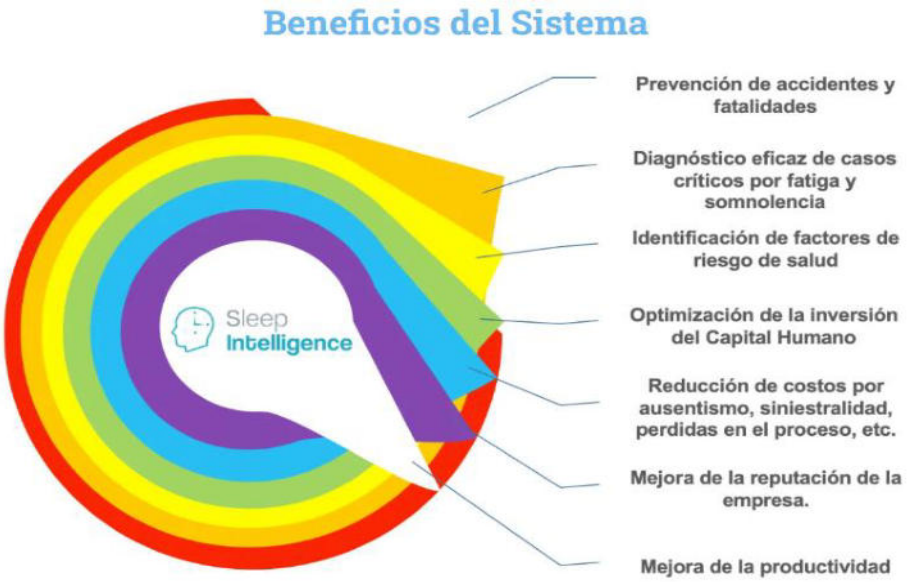
2.2.1.2. Beneficios del Sistema iSleep

iSleep es un sistema desarrollado por la empresa Sleep Intelligence, que ofrece este servicio para garantizar operaciones seguras, bajo una filosofía centrada en la mejora continua. Proporciona herramientas y acompañamiento en la mitigación de los riesgos asociados a la fatiga y la somnolencia promoviendo un entorno laboral más eficiente.

El sistema también aporta beneficios tangibles en diversos aspectos, como la prevención de accidentes y fatalidades, el diagnóstico oportuno de casos críticos de fatiga, la identificación de factores de riesgo para la salud, y la optimización de los recursos humanos. A esto se suma una reducción de costos relacionados con el ausentismo, los accidentes y las pérdidas en los procesos, además de contribuir a una mejora en la reputación

empresarial y en la productividad general. En la Figura 1 se presentan los principales beneficios del Sistema iSleep.

Figura 1
Beneficios del Sistema iSleep



Nota. Tomado de Sleep Intelligence (2024), en https://sleepintelligence.net/sistema/

2.2.1.3. Sistemas de Frenado Automático

El sistema de frenado automático es una innovación que utiliza sensores como cámaras, radares o LiDars para detectar la proximidad de otros vehículos u objetos fijos, como señalizaciones en la vía. Este sistema evalúa continuamente la distancia entre el vehículo y posibles obstáculos, reduciendo automáticamente la velocidad si identifica un riesgo de colisión. En situaciones donde el conductor interviene, ya sea pisando el freno o realizando maniobras, el sistema se desactiva para ceder el control total. Además, su capacidad para integrar bases de datos de localización le permite identificar peligros fijos de manera eficiente, contribuyendo a la seguridad vial (Brogi, 2017, p.17).

2.2.1.4. Sistemas de Control Basados en el Monitoreo del Movimiento

Por último, los sistemas de control basados en el monitoreo de movimiento, como el Readiband, representan una solución portátil y eficaz para la predicción de la fatiga. Este dispositivo, que se lleva en la muñeca, incorpora un acelerómetro que registra los movimientos del usuario, datos que se procesan mediante la actigrafía para estimar los ciclos de sueño y vigilia. Por ejemplo, movimientos mínimos durante un periodo prolongado se interpretan como señales de sueño, permitiendo a los algoritmos identificar patrones de descanso y anticipar estados de fatiga. De este modo, se proporciona información útil para prevenir accidentes y mejorar la calidad del descanso de los trabajadores (Castillo, 2024, p.20).

La Tabla 2, realiza la comparación entre un sistema de control de fatiga basado en el movimiento como los sistemas de monitoreo ocular con cámaras y un sistema de monitoreo más invasiva como el SmartCap que consiste en el monitoreo a través de una banda colocada en la cabeza.

Tabla 2

Comparación de sistemas de control de fatiga de monitoreo ocular y SmartCapt

Monitoreo Ocular	SmartCap
Produce una estimación de fatiga basada en síntomas físicos en los ojos.	Es una medición directa de la condición fatiga.
Requiere utilización de dispositivos especiales para operadores que usan lentes regularmente.	El uso de bandas o gorros es universal y fácil de usar. Hay diferentes tallas para mayor comodidad.
Dispositivo se conecta mediante cable a la unidad base.	El Sistema es Inalámbrico.
Se instala permanentemente.	Existen unidades portátiles que se pueden instalar rápidamente en camionetas, equipos livianos u otros que no justifican una inversión tan alta.

Monitoreo Ocular	SmartCap
Alarmas se activan cuando la condición de fatiga o microsueño ya se produjo.	La alerta es en tiempo real, cuando el operador está en condición de fatiga. Permite anticiparse a la condición de microsueño.
Alto número de falsas alarmas.	Bajo número de falsas alarmas.
Requiere que se establezca una línea base de comparación para cada operador.	No requiere nivel base. La lectura es directa y en tiempo real.
Instalación promedio 3 horas por camión.	Instalación promedio: 1 hora por camión.
Alta tasa de falla en equipamiento.	Tasa de falla moderada y mayor vida útil de componentes.
Se ha reportado un bajo nivel de aceptación por parte de operadores en las instalaciones existentes en el mundo.	Nivel de aceptación alto por parte de operarios cuando hay una buena estrategia comunicacional previa.
Operación es afectadas por condiciones ambientales como polvo, radiación y reflexión solar	El funcionamiento y uso no se ve afectado por condiciones ambientales.
Tasa y costo de reemplazo de consumibles (lentes) media a alta.	Tasa y costo de reemplazo de consumibles (Gorros/Bandas) baja.

Nota. Adaptado de Brogi (2017, p.23)

2.2.2. Fatiga y Somnolencia

2.2.2.1. Concepto de fatiga

La fatiga puede definirse como una sensación de cansancio persistente que surge tras realizar un esfuerzo, ya sea intelectual, laboral o deportivo. Este estado genera desmotivación en la persona para continuar con la actividad que lo ocasiona y está vinculado a alteraciones en el sistema nervioso central (Apaza, 2024, pp. 10-11). De acuerdo con la Real Academia Española la fatiga se define como cansancio o hastío mientras que la somnolencia es la pesadez y torpeza de los sentidos motivadas por el sueño (RAE, 2025).

Más que un simple agotamiento, la fatiga representa una manifestación clínica compleja que puede estar asociada a diversas

patologías. Cuando una persona experimenta fatiga, su rendimiento laboral tiende a disminuir significativamente, ya que el cuerpo responde de manera adversa a las sobrecargas y a una activación prolongada. Esto genera irregularidades biológicas que producen una sensación de agotamiento constante, afectando tanto su desempeño como su bienestar general (Apaza, 2024, pp. 10-11).

La fatiga actúa como un mecanismo regulador del organismo, señalando que los recursos disponibles han caído por debajo de un nivel óptimo y que es necesario recuperarlos a través del descanso (Brogi, 2017, p. 13). A menudo, esta sensación de falta de energía física y mental se solapa con otros problemas como la somnolencia diurna excesiva, el deterioro cognitivo y diversos trastornos del sueño (Calderón, 2024, p. 9).

2.2.2.2. Concepto de somnolencia

Por otro lado, la somnolencia, aunque puede compartir algunos síntomas con la fatiga, tiene características que la distinguen. Este trastorno del sueño se define por una necesidad imperiosa de dormir, que puede llevar incluso a periodos prolongados de sueño durante el día. La somnolencia diurna excesiva, una de sus principales manifestaciones, es una consecuencia común de la privación de sueño y tiene un impacto significativo en la salud física y mental de las personas que la experimentan. Esta condición afecta la capacidad de mantenerse alerta y también interfiere en las actividades diarias, disminuyendo la productividad y aumentando el riesgo de errores o accidentes (Castillo, 2024, pp. 16-18).

2.2.2.3. Gestión de la fatiga

La gestión de la fatiga puede definirse como las estrategias o

intervenciones en el lugar de trabajo destinadas a identificar, evaluar, controlar o revisar los riesgos asociados con la fatiga de los trabajadores. Ejemplos incluyen el rediseño de turnos, estrategias de siestas o pausas laborales, mecanismos de apoyo entre trabajadores y supervisores, el uso de luces brillantes, gestión de riesgos psicosociales, control de condiciones ambientales, evaluación de desplazamientos excesivos, promoción de la capacitación en fatiga y sistemas de gestión de la alerta (Horberry et al., 2023, p. 146).

2.2.2.4. Fatiga y Somnolencia en Minería

La fatiga y la somnolencia son problemas recurrentes en el ámbito de la minería, dado que los trabajadores se enfrentan a exigencias físicas y mentales extremas. Estas condiciones muchas veces exceden las capacidades psicofisiológicas del ser humano, en un entorno laboral que puede ser adverso debido a factores como temperaturas extremas, ruido constante y una iluminación inadecuada. La fatiga, según Apaza (2024, p. 13), puede considerarse una respuesta natural al esfuerzo físico, el estrés emocional, la monotonía o la carencia de sueño. Sin embargo, en la minería, estas condiciones son agravadas por la naturaleza intensiva y demandante del trabajo.

En este sector, el sistema de turnos, que alterna entre jornadas diurnas y nocturnas, dificulta la consolidación de patrones regulares de sueño en los trabajadores. Esta irregularidad afecta el ritmo circadiano, un mecanismo biológico diseñado para que las personas trabajen durante el día y descansen por la noche. Quienes laboran bajo este sistema suelen experimentar dificultades para dormir durante el día, lo que se traduce en

pérdida de sueño, irritabilidad y una mayor predisposición a trastornos del sueño (Brogi, 2017, p. 13).

La alteración del reloj biológico, combinada con la alta complejidad de las tareas mineras, como la operación de maquinaria pesada, eleva significativamente los riesgos asociados a la fatiga. Este estado de agotamiento compromete el bienestar físico y mental de los trabajadores, y representa un peligro crítico para la seguridad, tanto individual como colectiva. La fatiga en la minería se convierte en un factor de alto riesgo debido a la responsabilidad que implica operar equipos de gran envergadura en condiciones que exigen máxima concentración y precisión (Carrasco, 2014).

El impacto de la fatiga en el sector minero no puede ser subestimado. Como señala Carlos (2019, p. 14), sus consecuencias deben ser evaluadas, monitoreadas y gestionadas con rigor. Ignorar este problema puede llevar a incidentes graves, tanto por el impacto directo en la salud de los trabajadores, como por el potencial de accidentes que pueden derivarse de un estado de alerta reducido. Por lo tanto, es menester implementar medidas efectivas para mitigar los efectos de la fatiga y somnolencia, asegurando tanto la productividad como la seguridad en la industria minera.

2.2.2.5. Características y síntomas de la fatiga y somnolencia

La fatiga y la somnolencia son estados que afectan significativamente tanto el desempeño como la calidad de vida de las personas, especialmente en el trabajo. Estos fenómenos, caracterizados por una sensación persistente de agotamiento o debilidad, pueden manifestarse de forma física,

psicológica o como una combinación de ambas. Su impacto, además de ser personal, puede trascender al ámbito profesional, constituyendo un problema de salud ocupacional que, si no se aborda, puede volverse crónico y afectar de manera permanente el bienestar y la productividad (Carlos, 2019, p.32).

En el caso de la fatiga física o muscular, esta se presenta como una disminución evidente de la capacidad física, manifestándose en una reducción del ritmo de trabajo, acompañada de cansancio, malestar general y una menor resistencia para realizar actividades que antes eran habituales. Es común observar que las personas experimentan un desgaste que dificulta mantener un rendimiento constante en sus tareas diarias (Horberry et al., 2023, p.150).

Por otro lado, la fatiga psíquica o mental afecta principalmente a aquellos individuos sometidos a una alta carga de trabajo intelectual de manera continua o excesiva. Este tipo de fatiga puede ser aún más insidioso, ya que afecta procesos cognitivos esenciales, como la memoria, la atención y la toma de decisiones. Entre los síntomas más comunes se encuentran el cansancio persistente, la somnolencia durante el día, las dificultades para concentrarse, una disminución en la velocidad de las reacciones y problemas para recordar detalles importantes (Eiter et al., 2014, p. 69).

Las personas fatigadas suelen mostrar un mayor déficit de atención, una notable incapacidad para manejar el estrés y errores más frecuentes en sus labores, lo que incrementa el riesgo de accidentes y compromete la calidad del trabajo realizado. A largo plazo, las consecuencias de la fatiga

pueden ser aún más severas. Se ha observado una relación directa con la aparición de enfermedades, lo que no solo afecta la salud de los individuos, sino que también genera un aumento en los costos asociados al tratamiento médico y a la disminución de la productividad en las organizaciones.

2.2.2.6. Causas de la fatiga y somnolencia

La fatiga y la somnolencia son fenómenos comunes en el ámbito laboral y personal, derivados de una combinación de factores físicos, mentales, ambientales, sociales y biológicos que pueden afectar significativamente el desempeño y la calidad de vida de las personas. Según Apaza (2024), hay cinco factores clave relacionados con la aparición de la fatiga que influyen de manera directa en el bienestar y el rendimiento.

En primer lugar, la carga física se asocia con el esfuerzo corporal, ya sea general o localizado, que se genera al realizar actividades intensas de corta duración o al mantener ciertos músculos activos por periodos prolongados. Este esfuerzo continuo puede provocar agotamiento y disminución en la capacidad de respuesta física. Por otro lado, la carga mental se manifiesta tanto en situaciones de sobrecarga, cuando las demandas laborales superan las capacidades del individuo, como en condiciones de infracarga, donde la falta de estímulo y monotonía laboral derivan en aburrimiento y desmotivación.

El ambiente físico también juega un papel importante, pues los elementos externos, como el ruido, las vibraciones, la iluminación inadecuada y las temperaturas extremas, son considerados estresores laborales. Estos factores afectan los sistemas sensoriales y pueden generar respuestas psicofisiológicas negativas, desde estrés hasta

agotamiento severo. Además, el momento del día y el nivel de privación del sueño son determinantes. Los ritmos circadianos, alterados por el rendimiento laboral y el nivel de somnolencia, se ven influenciados por la rotación de turnos, la cantidad de horas trabajadas y las características individuales. Por último, las condiciones psicosociales del trabajo, como la variedad de tareas, las oportunidades de desarrollo, el estilo de supervisión y las relaciones interpersonales, también inciden en la aparición de fatiga y somnolencia.

Los estudios destacan que, además de estos factores, existen características personales y organizacionales que incrementan el riesgo de padecer fatiga. Entre las características personales se encuentran las condiciones sociodemográficas, carencias nutricionales, deficiencias en aptitudes laborales y falta de descanso adecuado. A nivel organizacional, destacan la ausencia de cohesión en el equipo, conflictos de roles, sobrecarga de trabajo, falta de pausas y turnos extenuantes. Carlos (2019, p.14) añade que los malos hábitos alimenticios, la higiene del sueño deficiente, la condición física inadecuada y los factores ambientales como temperaturas extremas o iluminación insuficiente también son detonantes significativos.

Entre las causas específicas de fatiga, dormir poco se identifica como la principal. Los horarios más críticos para experimentar fatiga suelen ser entre las 03:00 y las 06:00, así como entre las 14:00 y las 16:00 horas. Factores como el número de turnos consecutivos, la dirección de rotación (siendo más favorable la rotación en el sentido del reloj), la duración de los turnos y la frecuencia de pausas también son determinantes. Se

recomienda realizar descansos de media hora cada cinco horas de trabajo y evitar que las horas combinadas de trabajo y desplazamiento superen las 13 horas diarias. Asimismo, ambientes laborales con altas temperaturas, ruido excesivo, vibraciones, polvo o sustancias tóxicas pueden incrementar significativamente los niveles de estrés y fatiga (Brogi, 2017, p.14).

En cuanto a la somnolencia, las causas suelen estar vinculadas a problemas de salud subyacentes, como la apnea del sueño, la narcolepsia, la diabetes, el dolor crónico y la mala calidad del sueño. También influyen los horarios laborales variables y ciertos medicamentos, como los tranquilizantes o somníferos, que afectan la calidad y cantidad del sueño (Castillo, 2024, p.17).

2.2.2.7. Consecuencias de la Fatiga y Somnolencia

La fatiga y la somnolencia son fenómenos estrechamente relacionados que afectan de manera significativa tanto la salud física y mental como el desempeño y la seguridad de las personas. Por ejemplo, se ha observado que la fatiga en conductores produce modificaciones en las ondas cerebrales, una actividad ocular irregular, variaciones en las expresiones faciales y movimientos corporales más lentos. También se presentan síntomas fisiológicos como la disminución del ritmo cardíaco, menor presión sobre el volante y una reducción en los movimientos de la cabeza (Calderón, 2024, p. 9). Estos cambios, aunque sutiles en algunos casos, aumentan drásticamente el riesgo de incidentes graves en contextos laborales y cotidianos.

La fatiga, en esencia, es una manifestación de que el cuerpo y la mente están operando bajo un déficit acumulado, lo que puede tener

repercusiones negativas tanto en el desempeño como en el bienestar general. Entre las consecuencias más comunes se encuentran la irritabilidad, intolerancia, conductas antisociales y un incremento en la probabilidad de desarrollar trastornos como la depresión y la ansiedad. Además, puede generar debilidad generalizada, apatía hacia el trabajo y daños en los sistemas locomotores, afectando así la capacidad para realizar actividades diarias de forma eficiente (Carlos, 2019, p. 14). Este deterioro físico y psicológico también se vincula con un mayor ausentismo laboral, un incremento en el riesgo de enfermedades cardiovasculares y una preocupante disminución de los reflejos y la atención, incluso durante jornadas diurnas (Araujo, 2021, pp. 22-23).

Otros efectos incluyen la pérdida de capacidad para diferenciar estímulos visuales y auditivos, un aumento en el deterioro de la memoria y una disminución significativa de la concentración. En casos más severos, la fatiga puede evolucionar hacia un síndrome de fatiga crónica, una condición difícil de revertir caracterizada por recaídas persistentes. Además, los afectados pueden experimentar altos niveles de estrés, desmotivación y la aparición de diversas enfermedades relacionadas con el desgaste general del organismo.

Por su parte, la somnolencia, aunque muchas veces confundida con la fatiga, se distingue por la presencia de un sueño excesivo durante el día, dificultad para mantenerse despierto y una tendencia a quedarse dormido en situaciones potencialmente peligrosas, como conducir o manejar maquinaria pesada (Castillo, 2024, p. 17). Esta condición no solo compromete la seguridad de las personas, sino que también impacta de

manera negativa en su salud mental, rendimiento y calidad de vida. Es imperativo que los profesionales de la salud desempeñen un papel proactivo en la identificación, evaluación y tratamiento de la somnolencia y sus causas subyacentes (Castillo, 2024, p. 19).

2.2.2.8. Evaluación de la Fatiga y Somnolencia

La evaluación de la fatiga y la somnolencia constituye un aspecto importante para garantizar la seguridad y el bienestar, especialmente en profesiones de alta demanda física y mental, como la operación de maquinaria pesada. Según Araujo (2021, p. 24), existen tres enfoques principales para esta evaluación: los métodos fisiológicos, los objetivos y los subjetivos. Cada uno de ellos aporta una perspectiva única y complementaria para comprender y abordar estos estados.

Métodos fisiológicos

Suelen ser cuantitativos y se centran en las manifestaciones físicas de la fatiga. Estos incluyen técnicas como la electromiografía, que mide la actividad eléctrica de los músculos, el monitoreo de la frecuencia cardíaca y el análisis del consumo de oxígeno durante una tarea específica. En la presente investigación, se ha optado por esta metodología mediante el uso de relojes inteligentes equipados con sensores que permiten registrar indicadores fisiológicos del cansancio, así como el tiempo y la calidad del sueño de los operadores. Estas herramientas facilitan una medición precisa y proporcionan datos en tiempo real para intervenir de manera oportuna.

Métodos Objetivos

Se fundamentan en el rendimiento, se enfocan en las manifestaciones

conductuales de la fatiga y la somnolencia. Este enfoque evalúa el desempeño cognitivo y las habilidades sensoriales mediante pruebas específicas que miden la capacidad de concentración, la respuesta a estímulos y la cantidad de trabajo realizado. Además, se incluyen test diseñados para evaluar directamente los niveles de somnolencia, permitiendo identificar patrones de riesgo asociados con un bajo rendimiento.

Métodos Subjetivos

Se basan en la percepción personal, se utilizan para evaluar la experiencia interna de la fatiga. Esto se realiza comúnmente a través de cuestionarios diseñados para captar la percepción del individuo sobre su nivel de cansancio. Entre ellos, destaca el cuestionario de Yoshitake, ampliamente empleado debido a su eficacia en la medición de este fenómeno desde una perspectiva introspectiva.

La somnolencia, que a menudo acompaña a la fatiga, puede evaluarse mediante métodos conductuales, autoevaluaciones o técnicas electrofisiológicas. Su tratamiento depende de las causas subyacentes e incluye estrategias como mejorar la higiene del sueño, implementar pautas para un descanso adecuado y adoptar medidas de prevención. Estas últimas abarcan iniciativas individuales, laborales, institucionales y científicas. Por ejemplo, en el caso de los conductores de maquinaria pesada, se sugiere medidas como la sistematización de los turnos de trabajo, la restricción de la conducción nocturna, el acondicionamiento de espacios para el descanso y la inclusión de la somnolencia como una causa formal de accidentes en las estadísticas oficiales (Castillo, 2024, p. 19).

2.2.3. Sistemas de Control de Fatiga y Somnolencia

Para controlar la aparición e impacto de la fatiga, en los últimos 20 años ha habido un uso creciente de los sistemas de gestión del riesgo de fatiga en la minería, el transporte y otras industrias. A menudo, estos se implementan desde una perspectiva de salud y seguridad en el trabajo, tal como se define en la norma ISO 45001. Sin embargo, pese al creciente uso de la gestión de la fatiga en la minería, todavía no existe un enfoque único que predomine. Los países y territorios tienen diferentes orientaciones y enfoques regulatorios para gestionar la fatiga. Por ejemplo, en Australia se tienen enfoques ligeramente diferentes en los tres estados mineros más grandes de Queensland, Nueva Gales del Sur y Australia Occidental. Además, las guías y códigos de práctica elaborados por los gobiernos necesitan ser actualizados para mejorar la gestión del riesgo de fatiga, ya que algunos de estos documentos tienen más de 10 años de antigüedad (Horberry et al., 2023, pp. 145-146).

2.2.3.1. Concepto de sistemas de control de fatiga y somnolencia

Los sistemas de control de fatiga y somnolencia son herramientas para garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores respecto a los riesgos asociados con los efectos de la fatiga y la somnolencia. Su propósito principal es prevenir incidentes derivados del agotamiento físico y mental, así como proteger los recursos humanos y materiales involucrados en las operaciones laborales. La implementación de un sistema de gestión de la fatiga debe basarse en reglas claras y específicas que incluyan un inventario de los peligros asociados a este problema, una evaluación de riesgos, y la identificación y priorización de los controles más

efectivos. Estos controles pueden abarcar medidas de ingeniería, operativas, educativas y de capacitación, además del monitoreo constante de su eficacia (Carlos, 2019, p.15).

A modo de ejemplo la Figura 2 muestra un sistema de detección de fatiga y distracción a través de reconocimiento de expresiones faciales que se procesa en un sistema supervisado.

Figura 2

Sistema de detección de fatiga y distracción



Nota. Tomado de Tong y Vigil (2020, p.34).

Asimismo, en la Figura 3 se muestra un dispositivo electrónico que se instala detrás de una de las orejas del conductor. El dispositivo funciona como un sensor de a la inclinación de la cabeza y emite un sonido breve y agudo para despertar al conducto si este inclina la cabeza más de 20 grados.

Figura 3

Sistema contra la fatiga y la somnolencia con dispositivo de audio.



Nota. Tomado de Brogi (2017, p.19)

2.2.3.2. Prevención de la Fatiga y Somnolencia

Para prevenir la fatiga las organizaciones deben establecer programas de gestión y se recomienda la evaluación de riesgo, en conformidad con las normativas legales vigentes, y la planificación adecuada de los horarios laborales diarios y semanales para garantizar períodos de descanso suficientes (Apaza, 2024, p.20). Aunque una buena programación del tiempo de trabajo es importante, por sí sola no aborda las causas de la somnolencia relacionada con la privación de sueño, lo que resalta la importancia de complementar estas medidas con estrategias adicionales de control.

La prevención de la fatiga requiere optimizar las condiciones del lugar de trabajo y proporcionar a los empleados las herramientas

necesarias para desarrollar sus tareas con eficiencia. Además, se deben implementar sistemas de descanso que aseguren la capacidad reparadora del trabajador, integrando pausas breves durante la jornada laboral para reducir los efectos del agotamiento. Como señala Araujo (2021, p.23), los empleados deben estar capacitados para gestionar su tiempo de forma consciente, evitando actividades que exijan altos niveles de concentración de manera prolongada y sin interrupciones.

En el trabajo por turnos, como sucede comúnmente en la minería, es menester que los empleados prioricen el sueño adecuado, adopten una dieta balanceada, mantengan una rutina de ejercicio regular, eviten el tabaco y realicen chequeos médicos periódicos. Estas acciones contribuyen a mitigar los efectos adversos asociados con los cambios en los patrones de descanso y el desajuste de los ritmos circadianos (Brogi, 2017, p.13).

Para evitar la somnolencia durante la jornada laboral, se recomienda beber abundante líquido, consumir alimentos ricos en hierro, evitar comidas pesadas, evitar tareas monótonas y ambientes calurosos, y usar con moderación productos estimulantes como el café o el té. La somnolencia, sin embargo, no es solo un síntoma de fatiga, sino que puede estar asociada a problemas de salud subyacentes. Según su tratamiento puede requerir cambios en el estilo de vida, como mejorar los hábitos de sueño, reducir el consumo de alcohol o ajustar los horarios de descanso. En casos más complejos, puede ser necesario recurrir a medicamentos o terapias conductuales para abordar las causas raíz del problema (Castillo, 2024, p.18).

2.2.3.3. Importancia de los sistemas de control de fatiga y somnolencia

Se han hecho intentos de implementar tecnología para predecir y prevenir la fatiga durante más de 20 años. Desde entonces la tecnología y su uso por parte de la industria minera han progresado considerablemente. Como ejemplo, una empresa minera de carbón en Australia descubrió que la tecnología puede tener los impactos más positivos en seguridad y salud cuando se combina con otras medidas, políticas y procesos organizacionales, como un Plan de Respuesta de Acción Activada por la Salud (TARP, por sus siglas en inglés).

Estos sistemas de control son herramientas tecnológicas que buscan prevenir accidentes y mejorar la seguridad en diversas actividades, especialmente aquellas que requieren alta concentración y largas jornadas, como la conducción. Integran sensores avanzados, cámaras y procesadores que actúan de manera proactiva para identificar signos de cansancio o distracción, ofreciendo respuestas automáticas o alertas que minimizan riesgos (Horberry et al., 2023, pp.146-147).

Dada la importancia de la gestión del riesgo de fatiga, el estudio y aplicación de los sistemas de control de fatiga y somnolencia radica en identificar las brechas más relevantes en las prácticas actuales de gestión de la fatiga en la minería peruana y las oportunidades de mejora. La fatiga y la somnolencia son causas directas de incidentes que resultan en pérdidas de tiempo y producción, costos adicionales y sobrecargas económicas. La reducción de estos eventos mediante el uso del sistema iSleep permite optimizar los recursos disponibles, disminuir los costos asociados con

incidentes y mejorar la disponibilidad de los equipos, lo que se traduce en mayores beneficios económicos para la unidad minera. Asimismo, los sistemas de prevención y reducción de incidentes no solo benefician a los operadores, sino que también protege a las comunidades circundantes y a las personas que transitan por las áreas de influencia (Calderón, 2024, p.32).

Finalmente, estas tecnologías facilitan una gestión más eficiente de los riesgos relacionados con la fatiga y la somnolencia, permitiendo tomar decisiones oportunas y fundamentadas. Como resultado, se logra una operación más segura y eficiente, incrementando el bienestar de los operadores al reducir los reportes de calidad del sueño de fatiga y somnolencia.

2.3. Definición de Términos

2.3.1. Fatiga

La fatiga es un fenómeno prevalente en entornos laborales, particularmente en aquellos donde predominan actividades que implican un esfuerzo físico intenso o en los que se utilizan tecnologías que exigen un alto rendimiento psicofisiológico por parte del trabajador. Estas demandas, con frecuencia, obligan a las personas a operar más allá de sus capacidades físicas y mentales, a menudo en condiciones adversas que afectan negativamente su bienestar. Se manifiesta comúnmente como una sensación de agotamiento físico y mental, generalmente ocasionada por un sobreesfuerzo prolongado, estrés sostenido o insuficiente recuperación entre actividades. La fatiga no solo impacta la productividad, sino también la seguridad laboral y la salud integral del trabajador. (Araujo, 2021, p. 18).

2.3.2. Incidente

Un incidente se define como cualquier evento relacionado con el trabajo que tiene el potencial de causar pérdidas, pero en el cual no se producen lesiones corporales en las personas afectadas. Por otro lado, los incidentes peligrosos son aquellos eventos con un alto riesgo de ocasionar daños graves, como lesiones incapacitantes, enfermedades críticas o incluso la muerte, tanto para los trabajadores como para la población circundante. La identificación, registro y análisis de los incidentes son importantes para prevenir accidentes futuros y establecer medidas de seguridad más eficaces. (Ministerio de Energía y Minas, 2016).

2.3.3. iSleep

iSleep es una plataforma de salud y seguridad diseñada para monitorear, analizar y gestionar la calidad del sueño y los riesgos asociados a la fatiga y la somnolencia. Tiene un componente de hardware que comprende un reloj inteligente que mide signos vitales relacionados con el sueño y un software que monitorea, reporta, analiza la cantidad y calidad de sueño para que los supervisores puedan tomar medidas de control asociadas a estos riesgos (iSleep, 2025).

2.3.4. Microsueño

El microsueño se refiere a breves episodios de sueño que duran solo unos segundos y que ocurren de manera involuntaria. Este fenómeno suele ser el resultado de la falta de descanso adecuado o de ciertas condiciones médicas. A menudo, los microsueños pasan desapercibidos para quien los experimenta, aunque pueden tener graves implicaciones, especialmente en actividades que requieren atención constante, como la conducción o la

operación de maquinaria (Carlos, 2019, p. 31).

2.3.5. Sistema de Control de Fatiga

Un sistema de control de fatiga integra dispositivos tecnológicos que combinan hardware y software para monitorear, detectar y prevenir riesgos asociados a la fatiga y la somnolencia, especialmente en conductores y operadores de maquinaria. Estos sistemas utilizan sensores, cámaras y algoritmos de reconocimiento facial para analizar en tiempo real el comportamiento del individuo durante su jornada laboral. A partir de estas evaluaciones, emiten alertas dirigidas tanto al trabajador como a los supervisores, permitiendo la toma de medidas inmediatas. Además de contribuir a la seguridad individual, estos sistemas son herramientas clave para minimizar riesgos de errores humanos y prevenir accidentes que podrían derivar en consecuencias graves (Calderón, 2024, p. 15).

2.3.6. Somnolencia

La somnolencia se define como un estado transitorio entre la vigilia y el sueño en el cual aún no se ha perdido completamente la conciencia. Este estado se caracteriza por una disminución de la capacidad para mantenerse en alerta y realizar las tareas cotidianas de manera efectiva, lo que provoca dificultades para alcanzar un nivel óptimo de vigilia. En casos graves, el sueño puede presentarse de manera involuntaria o en momentos inadecuados, lo que repercute en la imposibilidad de las personas para desempeñar sus actividades normales con seguridad y eficacia. Este fenómeno constituye un factor de riesgo importante, particularmente en entornos que demandan atención constante, como la conducción de vehículos o el manejo de maquinaria pesada. (Calderón, 2024, p. 10).

2.3.7. Sueño

El sueño es un estado fisiológico esencial que permite al organismo llevar a cabo procesos de autorregulación, recuperación y mantenimiento de las funciones vitales. Durante este estado, el cuerpo y la mente experimentan un reposo uniforme que facilita la regeneración celular, el fortalecimiento del sistema inmunológico y la consolidación de la memoria y el aprendizaje. Es una necesidad básica cuya calidad y cantidad impactan significativamente el rendimiento y bienestar general de las personas. (Carlos, 2019, p. 32).

III. MÉTODO

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

La investigación es de tipo aplicada, ya que este enfoque busca generar soluciones prácticas y directas para problemáticas que se manifiestan en la realidad. Una investigación aplicada se caracteriza por utilizar conocimientos teóricos para resolver problemas concretos, con el objetivo de mejorar procesos, sistemas o condiciones existentes (Pandey y Mishra, 2015, p.81). En este caso, la investigación se centra en la implementación del sistema iSleep para reducir los indicadores de fatiga y somnolencia, el cual es un problema real que afecta a operadores de equipos en la unidad minera a tajo abierto en Moquegua. Los resultados de la investigación buscan impactar directamente en la seguridad y eficiencia operativa, mejorando la calidad del entorno laboral y reduciendo riesgos asociados.

El nivel de investigación es explicativo, ya que tiene como finalidad principal explicar cómo influyen las variables entre sí. Una investigación explicativa busca comprender el "por qué" y el "cómo" de un fenómeno, detallando los mecanismos subyacentes que lo producen (Creswell y Plano, 2018, p. 82). En este caso, la investigación explica cómo el uso del sistema iSleep influye en la reducción de la fatiga y somnolencia de los operadores, y cómo esto, a su vez, impacta en la reducción de incidentes, accidentes y eventos de microsueño.

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que utiliza la recolección y análisis de datos numéricos para cumplir con los objetivos. Una investigación cuantitativa se caracteriza por su uso de herramientas numéricas y de la cuantificación de variables para medir y analizar el objeto

de estudio, lo que permite obtener resultados objetivos y replicables. En este caso, se emplearon indicadores cuantitativos, como el porcentaje de operadores que usan el sistema iSleep (variable independiente) y los reportes de fatiga, somnolencia y eventos de microsueño (variables dependientes), para evaluar el impacto del sistema en un entorno laboral específico.

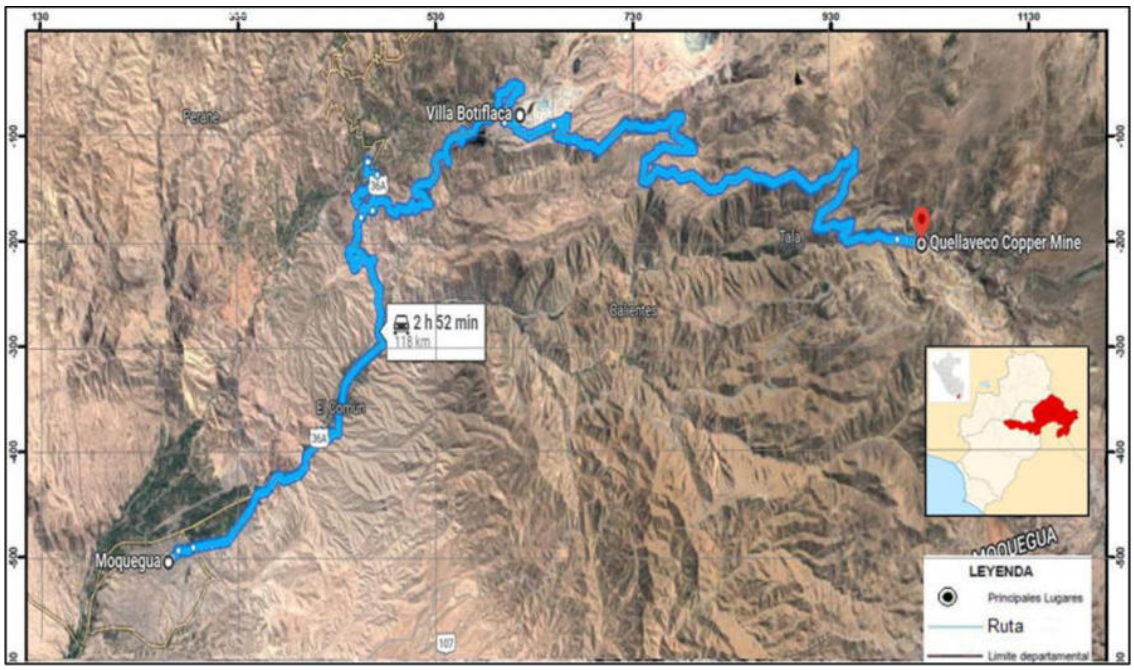
La presente investigación es de diseño no experimental, debido a que en este diseño el investigador no manipula deliberadamente las variables de estudio, sino que observa y analiza los fenómenos tal como se presentan en su contexto natural. En una investigación no experimental, los datos se recogen sin alterar las condiciones existentes, lo que permite evaluar la relación entre variables en un entorno real (Pandey y Mishra, 2015, p.89). Este diseño es adecuado para este estudio porque su propósito es analizar el efecto del sistema iSleep en la reducción de los indicadores de fatiga y somnolencia en operadores de equipos sin intervenir directamente en las condiciones laborales o alterar de manera artificial las rutinas de los participantes. Así, se garantiza que los resultados reflejen las dinámicas reales del contexto de trabajo y proporcionen evidencia confiable para evaluar la eficacia del sistema iSleep.

3.2. Ámbito temporal y espacial

La unidad minera se encuentra ubicada en el Sur del Perú, aproximadamente a 34 kilómetros de la ciudad de Moquegua, a una altitud de 3500 m.s.n.m. La Figura 4 muestra la ubicación de la unidad minera desde la ciudad de Moquegua.

Figura 4

Ubicación de la unidad minera



Nota. Tomado de Google Maps.

3.2.1. Ubicación Política

Departamento: Moquegua.

Provincia: Mariscal Nieto

Distrito: Torata

3.2.2. Ubicación Geográfica

S 17° 6′ 15.48″

N 70° 37′ 11.64

3.2.3. Coordenadas

Zona : 19 L

Este : 327649

Norte: 8108190

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población estuvo conformada por todos los operadores de equipos que laboraron en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua durante el año 2025 y 2026. Para efectos del estudio, la población estuvo integrada por 55 operadores.

3.3.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 49 operadores de equipos, seleccionados mediante muestreo probabilístico para poblaciones finitas, considerando un nivel de confianza del 95 %, un error máximo permisible del 5 % y máxima variabilidad (p = 0,50 y q = 0,50).

El tamaño de muestra se determinó mediante la siguiente expresión:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2(N-1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

Z = valor de la distribución normal para un nivel de confianza del 95 % (1,96).

p = probabilidad de ocurrencia del fenómeno (0,50).

q = probabilidad de no ocurrencia (0,50).

e = error máximo permisible (0,05 para un 5 %).

$$n = \frac{55(1.96)^2(0.50)(0.50)}{(0.05)^2(55-1) + (1.96)^2(0.50)(0.50)}$$

$n = 48.22 \approx 49$ operadores

Sustituyendo los valores, la muestra quedó conformada por 49 operadores de equipos, representando aproximadamente el 89,09 % de la población total, lo que garantiza un nivel de confianza del 95 % para los resultados obtenidos.

3.4. Instrumentos

En la presente investigación, el procesamiento y análisis de los datos recolectados se llevó a cabo a través de técnicas que permitieron sistematizar, ordenar y transformar la información en resultados objetivos y verificables. Para ello, se emplearon como técnicas de recolección de datos la observación estructurada y el análisis documental; asimismo se utilizaron como instrumentos el Reporte de Monitoreo de Calidad del Sueño y el reloj inteligente Xiaomi Smart Band.

3.4.1. Instrumentos para la recolección de datos

Como instrumentos de recolección de datos se utilizaron el Reporte Diario de Monitoreo de Calidad del Sueño, elaborado a partir de la interpretación de los datos obtenidos con el Sistema iSleep. También se utilizó el reloj inteligente Xiaomi Smart Band para monitorear indicadores de calidad del sueño.

3.4.1.1. Reporte de Monitoreo de Calidad del Sueño

El Reporte de Monitoreo de Calidad del Sueño de la Figura 5, es un instrumento diseñado para recopilar información diaria sobre los patrones

y la calidad del sueño del personal, con el objetivo de medir sus niveles de fatiga y somnolencia. Este instrumento se utilizó en la investigación para evaluar los efectos del Sistema iSleep en la reducción de los indicadores de fatiga y somnolencia en operadores de equipos. El reporte permite controlar, supervisar y prevenir los riesgos asociados a la fatiga y la somnolencia, debido a que, si un trabajador presenta altos indicadores de riesgo como “Muy Crítico” y “Alto”, este no podrá operar maquinaria liviana ni pesada, de acuerdo al Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro PETS de Control del Sueño Haciendo Uso del Sistema iSleep.

Figura 5

Reporte de Monitoreo de Calidad de Sueño


Sleep Intelligence

PROGRAMA DE GESTIÓN DE FATIGA Y SOMNOLENCIA

Reporte Monitoreo de Calidad de Sueño

Fecha:_____

Reporte diario de calidad de sueño del personal listado debajo

Fecha	Área	Guardia	Turno	Periodo de Sueño	Riesgo Muy Crítico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Sin Información

Operador	Tiempo de Sueño				Promedio	Alerta Salud	Comentario
	Hoy	Hace 1 días	Hace 2 días	Hace 3 días			

_____

Supervisor Responsable

Nota. Obtenido de operaciones.

3.4.1.2. Reloj Inteligente Xiaomi Smart Band

En la Figura 6 se muestra el reloj inteligente Xiaomi Smart Band 7 que permite recopilar datos biométricos y de actividad física. Se puede utilizar para desarrollar estudios relacionados con el monitoreo de la salud y el

bienestar, como el presente programa de gestión de fatiga y somnolencia en operadores de equipos. Este dispositivo portátil cuenta con una pantalla AMOLED de 1.62 pulgadas y de alta resolución, que permite visualizar de manera clara y eficiente los datos registrados. Entre sus principales características destacan sensores avanzados como el acelerómetro, el sensor de ritmo cardíaco, el giroscopio, el sensor de oxígeno en sangre y el sensor de luz ambiental, que en conjunto monitorean diversos indicadores fisiológicos relevantes (Xiaomi, 2025).

Figura 6

Xiaomi Smart Band para el monitoreo de sueño



Nota. Tomado de Xiaomi (2025) de https://xiaomioficial.pe/xiaomi-smart-band-7-gl

La banda recopila datos continuos sobre los patrones de sueño y niveles de actividad, fundamentales para evaluar los indicadores de fatiga y somnolencia en los operadores. La interfaz es intuitiva y personalizable, lo que facilita el acceso a la información. Una característica importante es que permite medir el VO_2 máximo, un indicador clave del consumo de oxígeno durante las actividades físicas, lo que permite un análisis detallado de las condiciones corporales del usuario. Tiene una duración de batería de hasta 12 días, resistencia al agua (IP67) y conectividad Bluetooth 5.2,

es un dispositivo eficiente y confiable para estudios prolongados.

3.4.2. Validación y Confiabilidad de los Instrumentos

El reloj Xiaomi Smart Band mide con precisión los indicadores biométricos relacionados con la fatiga y el sueño, tales como el ritmo cardíaco, los niveles de oxígeno en sangre y los patrones de actividad. Su diseño está respaldado por tecnología avanzada, como sensores para el monitoreo continuo de indicadores biométricos, garantizando que los datos recolectados reflejen fielmente las condiciones fisiológicas de los usuarios.

En cuanto a su confiabilidad, el dispositivo ha sido diseñado para garantizar la estabilidad y consistencia en la recolección de datos durante períodos prolongados. La duración extendida de la batería y la certificación IP67 permite que funcione en condiciones exigentes. Las pruebas y actualizaciones continuas del sistema operativo aseguran que los datos sean almacenados y transferidos sin interrupciones. Además, el registro automatizado y respaldo en la nube minimizan el riesgo de errores humanos y pérdida de datos aumentando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

3.5. Procedimiento

En la presente investigación, se utilizaron técnicas de recolección de datos como la observación estructurada y el análisis documental y se realizó en tres fases.

Fase de diagnóstico

- Recopilación de información sobre accidentabilidad, frecuencia y severidad de incidentes relacionados con fatiga y somnolencia.

- Identificación de reportes de riesgo alto y moderado de fatiga.
- Análisis de las causas raíz de accidentes relacionados con el cansancio.

Fase intermedia

En la fase intermedia se realizó la implementación del plan de control de fatiga y somnolencia:

- Asignación de turnos de operadores y comunicación a SSOMA.
- Entrega de relojes inteligentes a cada operador antes del inicio de la jornada.
- Registro de los operadores en la plataforma iSleep.
- Uso obligatorio del reloj durante todo el turno laboral.
- Sincronización diaria de los relojes Smart Band con la Tablet asignada.
- Verificación del estado de los operadores, reportando de inmediato los casos fuera de “riesgo bajo”.
- Confidencialidad en el manejo de los datos personales.
- Capacitación y entrenamiento sobre el uso del sistema y la importancia de la prevención de la fatiga y somnolencia.

Fase final

- Recolección de información post-implementación del Sistema iSleep.
- Análisis comparativo de indicadores de fatiga, somnolencia y microsueño antes y después del plan.
- Evaluación de accidentabilidad (índice, frecuencia y severidad).
- Determinación de la eficacia del sistema mediante el cálculo del porcentaje de reducción de incidentes y reportes de riesgo.

3.5.1.1. Observación estructurada

La observación estructurada implica la recopilación de datos cuantitativos y sistemáticos a partir de fuentes definidas que fueron el reporte diario de fatiga y somnolencia, así como el reloj inteligente Smart Band 5, 6 y 7. Se aplicó en la Fase de Diagnóstico y en el trabajo de campo, y consistió en registrar de manera directa y planificada las conductas y condiciones relacionadas con la fatiga y la somnolencia en los operadores de equipos. Se realizó la revisión de reportes internos de seguridad y salud ocupacional (SSOMA), registros históricos de incidentes, reportes de fatiga, somnolencia y accidentabilidad durante el año 2025 y 2026.

Esta técnica no se limita a la percepción, sino que se llevó a cabo mediante criterios previamente establecidos que permiten identificar los niveles de riesgo en la jornada laboral, los cuales se clasificaron de la siguiente manera:

Clasificación de Riesgos (según horas de sueño efectivo)

- Riesgo muy crítico (<2 h). No autorizado a operar; descanso obligatorio; aprobación de Gerencia para reincorporarse.
- Riesgo alto (2-4 h). No autorizado; entrevista, evaluación médica, registro en sistema y posibles sanciones si es recurrente.
- Riesgo medio (4-6 h). Supervisor envía al Módulo de Descanso hasta completar ≥6 h; pausas activas; seguimiento estricto.
- Riesgo bajo (>6 h). Operador apto, sin restricciones.
- Gris (sin información). No autorizado a operar; se investiga la causa

(batería, mal uso, no portar reloj).

Medidas de control según riesgo

- Verde (bajo): Puede operar normalmente.
- Amarillo (medio): Supervisión, pausas activas, descanso complementario, limitaciones de conducción si es repetitivo.
- Rojo (alto): No autorizado; investigación, ficha médica, intervención de SSOMA.
- Muy crítico: Retiro inmediato de labores, descanso obligatorio, evaluación médica y aprobación gerencial para reincorporación.
- Gris: No autorizado; investigación del motivo de no uso del reloj.

De este modo, la observación estructurada permite detectar patrones de comportamiento vinculados a la fatiga y somnolencia, proporcionando información antes y después de la implementación del sistema iSleep.

3.5.1.2. Análisis documental

Este consiste en la recopilación y estudio de documentos internos emitidos por la empresa, tales como reportes de control de fatiga y somnolencia, registros de incidentes y accidentes, reportes de seguridad y salud ocupacional (SSOMA), así como informes estadísticos relacionados con la accidentabilidad, frecuencia y severidad de los eventos durante el año 2025 y 2026. El análisis documental permite contrastar la información histórica con los nuevos datos obtenidos tras la implementación del Sistema iSleep, posibilitando una comparación objetiva de los resultados. Además, esta técnica facilitó la identificación de tendencias en los indicadores, así como la comprensión de las causas raíz de los accidentes vinculados a la fatiga.

Se utilizaron listas de verificación diseñadas con categorías de análisis como reportes de cansancio, signos de microsueño o desviaciones en los niveles de alerta, con el fin de obtener datos objetivos y comparables.

3.6. Análisis de datos

3.6.1. Presentación de Datos

La información recopilada a través de los instrumentos como el reporte de monitoreo de calidad del sueño y el Smart Band fue organizada y presentada mediante tablas y gráficos que permitan una visualización histórica de la evolución de los indicadores de fatiga y somnolencia. Estas tablas y gráficos permiten evaluar a modo de resumen los datos registrados en los reportes de fatiga clasificados en niveles de riesgo (muy crítico, alto, moderado, bajo) y la ocurrencia de eventos de microsueño (leves, moderados y críticos).

3.6.2. Análisis de Datos

Se utilizaron técnicas de estadística descriptiva para analizar los datos recolectados e identificar tendencias, promedios y distribuciones en los indicadores de fatiga y somnolencia. Estos análisis descriptivos fueron la base para la comparación de los valores obtenidos antes y después de la puesta en marcha del Sistema iSleep, lo que permite evaluar su impacto en la calidad del sueño y el rendimiento de los operadores. Para ello, se tomaron como referencia los datos iniciales (línea base) obtenidos antes de la intervención, y se contrastaron con los resultados posteriores al uso del Sistema iSleep.

El análisis de datos se centró en comparar los indicadores clave, como los reportes diarios de fatiga y somnolencia, clasificados por nivel de

riesgo, y los eventos de microsueño registrados por el sistema de control y monitoreo iSleep. Se identificaron cambios significativos en la reducción de niveles de riesgo alto y moderado, así como en la disminución de eventos de microsueño críticos, evidenciando la eficacia del sistema en mejorar detectar y prevenir el riesgo asociado a la fatiga y somnolencia de los operadores. De esta manera, las técnicas aplicadas permiten describir el comportamiento de los indicadores y determinar el impacto real del Sistema iSleep en la disminución de los factores de riesgo asociados a la fatiga y la somnolencia.

3.6.3. Prueba de normalidad

Previo al contraste de las hipótesis de investigación, se evaluó el supuesto de normalidad de los datos correspondientes a los indicadores de fatiga y somnolencia registrados antes y después de la implementación del Sistema iSleep. Para la investigación se consideró una población de 55 operadores de equipos de mina, mientras que el análisis estadístico se realizó sobre los promedios mensuales de reportes registrados, obteniéndose un total de 14 observaciones, distribuidas en dos periodos de estudio: siete observaciones correspondientes al periodo previo a la implementación del Sistema iSleep (febrero de 2025 a agosto de 2025) y siete observaciones del periodo posterior a su implementación (septiembre de 2025 a marzo de 2026).

Debido a que el tamaño de la muestra de observaciones fue de n=14, se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, considerada una de las pruebas con mayor potencia estadística para muestras pequeñas (generalmente menores de 50 observaciones. Esta prueba evalúa si la

distribución de los datos difiere significativamente de una distribución normal mediante el estadístico W, el cual mide el grado de correspondencia entre los valores observados y los valores esperados bajo una distribución normal. Valores de W cercanos a 1 indican una mayor aproximación a la normalidad, mientras que valores menores, acompañados de un valor de significancia (p) inferior al nivel de significancia establecido (α = 0,05), indican que los datos se apartan significativamente de una distribución normal.

a.1. Prueba de normalidad para los reportes de riesgo moderado

La Tabla 3 presenta los valores promedio mensuales de los reportes de riesgo moderado registrados antes y después de la implementación del Sistema iSleep, los cuales constituyen la base de datos utilizada para evaluar el supuesto de normalidad.

Tabla 3

Promedio mensual de reportes de riesgo moderado antes y después de la implementación del Sistema iSleep

Antes de la implementación Febrero 2025 - Agosto 2025			**Después de la implementación** Setiembre 2025 - Marzo 2026		
Año	**Mes**	**Reportes de Riesgo Moderado**	**Año**	**Mes**	**Reportes de Riesgo Moderado**
2025	Feb	52	2025	Set	7
2025	Mar	38	2025	Oct	9
2025	Abr	28	2025	Nov	8
2025	May	31	2025	Dic	16
2025	Jun	24	2026	Ene	10
2025	Jul	17	2026	Feb	7
2025	Ago	23	2026	Mar	7

Para la prueba de Shapiro-Wilk se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los datos de la variable analizada provienen de una población con distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos de la variable analizada no provienen de una población con distribución normal.

La Tabla 4 presenta los resultados obtenidos mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la variable reportes de riesgo moderado.

Tabla 4
Resultado de la prueba de normalidad para los reportes de riesgo moderado

Variable	n	Estadístico W	Valor p	Conclusión (α = 0.05)
Eventos de Riesgo Moderado	14	0.8716	0.0442	No sigue una distribución normal

El nivel de significancia considerado fue α = 0,05, por lo que se rechazó la hipótesis nula cuando el valor p fue menor a dicho nivel. Los resultados muestran un estadístico W de 0,8716 y un valor de significancia de 0,0442. Dado que el valor p es inferior al nivel de significancia establecido (0, 0442 < 0,05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye que los datos correspondientes a los eventos de riesgo moderado no presentan una distribución normal.

a.2. Prueba de normalidad para los reportes de riesgo alto

La Tabla 5 presenta los valores promedio mensuales de los reportes de riesgo alto registrados antes y después de la implementación del Sistema iSleep, los cuales constituyen la base de datos utilizada para evaluar el supuesto de normalidad.

Tabla 5
Promedio mensual de reportes de riesgo alto antes y después de la implementación del Sistema iSleep

Antes de la implementación Febrero 2025 - Agosto 2025			Después de la implementación Setiembre 2025 - Marzo 2026		
Año	**Mes**	**Reportes de Riesgo alto**	**Año**	**Mes**	**Reportes de Riesgo alto**
2025	Feb	9	2025	Set	1
2025	Mar	3	2025	Oct	2
2025	Abr	6	2025	Nov	3
2025	May	4	2025	Dic	3
2025	Jun	4	2026	Ene	3
2025	Jul	2	2026	Feb	2
2025	Ago	3	2026	Mar	5

Para la prueba de Shapiro-Wilk se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los datos de la variable analizada provienen de una población con distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos de la variable analizada no provienen de una población con distribución normal.

La Tabla 6 presenta los resultados obtenidos mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la variable eventos de riesgo alto.

Tabla 6

Resultado de la prueba de normalidad para los eventos de riesgo alto

Variable	n	Estadístico W	Valor p	Conclusión (α = 0.05)
Eventos de Riesgo Alto	14	0.8527	0.0242	No sigue una distribución normal

El nivel de significancia considerado fue α = 0,05, por lo que se rechazó la hipótesis nula cuando el valor p fue menor a dicho nivel. Los resultados muestran un estadístico W de 0,8527 y un valor de significancia de 0,0242. Dado que el valor p es inferior al nivel de significancia establecido (0,0242

< 0,05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye que los datos correspondientes a los reportes de riesgo alto no presentan una distribución normal.

En consecuencia, los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk indican que las variables de Reportes de Riesgo Moderado y Reportes de Riesgo Alto presentan una distribución no normal. Por ello, para el contraste de las hipótesis de investigación corresponde emplear una prueba estadística no paramétrica para comparar los resultados obtenidos antes y después de la implementación del Sistema iSleep. Considerando que se trata de mediciones correspondientes a dos periodos relacionados (antes y después de la intervención), la prueba inferencial más apropiada es la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, la cual no requiere el supuesto de normalidad y permite evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos periodos de estudio.

3.6.4. Pruebas Inferenciales

Considerando que la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk evidenció que los datos correspondientes a los eventos de riesgo moderado no siguen una distribución normal ($p < 0,05$), se empleó la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon para comparar los eventos registrados antes y después de la implementación del Sistema iSleep.

La prueba de Wilcoxon es utilizada para comparar dos mediciones relacionadas cuando no se cumple el supuesto de normalidad. Esta prueba analiza las diferencias entre pares de observaciones, ordenando sus magnitudes mediante rangos y evaluando si las diferencias positivas y negativas presentan una distribución simétrica alrededor de cero. En la

presente investigación, la prueba permitió determinar si la implementación del Sistema iSleep produjo cambios estadísticamente significativos en el número de eventos de riesgo moderado registrados durante los dos periodos de estudio.

a.1. Prueba inferencial para reportes de riesgo moderado

Para la prueba de Wilcoxon se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias estadísticamente significativas en los reportes de riesgo moderado antes y después de la implementación del Sistema iSleep.

Hipótesis alternativa (H_1): Existen diferencias estadísticamente significativas en los reportes de riesgo moderado antes y después de la implementación del Sistema iSleep.

La Tabla 7 presenta los resultados obtenidos mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la variable eventos de riesgo moderado.

Tabla 7

Resultado de la prueba de Wilcoxon para los reportes de riesgo moderado

Estadístico	Valor
Prueba	Wilcoxon de rangos con signo
Número de pares (n)	7
Estadístico W	0
Valor p (bilateral)	0.0156
Nivel de significancia (α)	0.05
Decisión	Se rechaza H_0

El nivel de significancia considerado fue α = 0,05, por lo que se rechazó la hipótesis nula cuando el valor p fue menor a dicho nivel. Los resultados

muestran un estadístico W igual a 0 y un valor de significancia de 0,0156. Dado que el valor p es inferior al nivel de significancia establecido (0,0156 < 0,05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas entre los eventos de riesgo moderado registrados antes y después de la implementación del Sistema iSleep, evidenciándose una reducción significativa de dichos eventos tras la implementación del sistema.

a.2. Prueba inferencial para los eventos de riesgo alto

Debido a que los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk demostraron que los datos correspondientes a los eventos de riesgo alto no presentan una distribución normal ($p < 0,05$), se utilizó la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon para comparar los registros obtenidos antes y después de la implementación del Sistema iSleep.

Para la prueba de Wilcoxon se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias estadísticamente significativas en los eventos de riesgo alto antes y después de la implementación del Sistema iSleep.

Hipótesis alternativa (H_1): Existen diferencias estadísticamente significativas en los reportes de riesgo alto antes y después de la implementación del Sistema iSleep.

La Tabla 8 presenta los resultados obtenidos mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la variable de riesgo alto.

Tabla 8

Resultado de la prueba de Wilcoxon para los reportes de riesgo alto

Estadístico	Valor
Prueba	Wilcoxon de rangos con signo
Número de pares (n)	6
Estadístico W	4
Valor p (bilateral)	0.2188
Nivel de significancia (α)	0.05
Decisión	No se rechaza H_0

El nivel de significancia considerado fue α = 0,05, los resultados muestran un estadístico W igual a 4 y un valor de significancia de 0,2188. Dado que el valor p es superior al nivel de significancia establecido (0,2188 > 0,05), no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los eventos de riesgo alto registrados antes y después de la implementación del Sistema iSleep. Aunque se observa una disminución en el número de eventos durante el periodo posterior a la implementación, esta reducción no alcanza significancia estadística al nivel de confianza del 95 %.

Conclusión

Los resultados obtenidos mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon evidencian que la implementación del Sistema iSleep produjo diferencias estadísticamente significativas en los eventos de riesgo moderado, mientras que no se encontró evidencia estadística suficiente para demostrar un efecto significativo en los eventos de riesgo alto.

En el caso de los eventos de riesgo moderado, el contraste de hipótesis permitió rechazar la hipótesis nula al nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ ($W = 0,000$; $p = 0,0156$), concluyéndose que la reducción observada en el número de eventos registrados después de la implementación no se debe al azar, sino que está asociada con la implementación del Sistema iSleep. Estos resultados proporcionan evidencia estadística de la efectividad del sistema para disminuir la ocurrencia de eventos de riesgo moderado relacionados con la fatiga y la somnolencia en las operaciones mineras.

Por otro lado, para los eventos de riesgo alto, la prueba de Wilcoxon no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los periodos antes y después de la implementación ($W = 4,000$; $p = 0,2188$), por lo que no se rechazó la hipótesis nula. En consecuencia, aunque descriptivamente se observó una disminución en la frecuencia de estos eventos, los resultados no aportan evidencia estadística suficiente para afirmar que dicha reducción sea atribuible a la implementación del Sistema iSleep.

En conjunto, los resultados indican que la implementación del Sistema iSleep fue efectiva para reducir significativamente los eventos de riesgo moderado; sin embargo, no se demostró un efecto estadísticamente significativo sobre los eventos de riesgo alto con la muestra analizada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Número de reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado que pueden producir incidentes y accidentes en las operaciones

El primer objetivo específico de la investigación estuvo orientado a reducir el número de incidentes asociados a la fatiga y la somnolencia con niveles de riesgo crítico, alto y moderado, que pueden producir incidentes y accidentes durante las operaciones mediante el uso del Sistema iSleep. El monitoreo de sueño mediante Smart Band / Sleep Intelligence permite evaluar la calidad del sueño del personal expuesto a riesgos críticos. El proceso se realiza mediante el uso de relojes inteligentes, teléfonos inteligentes y la plataforma Sleep Intelligence, para analizar información sobre el descanso y generar alertas ante condiciones de riesgo. La oportuna detección de trabajadores con descanso insuficiente o alterado facilita que el Médico Ocupacional, SSOMA y la supervisión adopten medidas para evitar la ocurrencia de incidentes asociados a la fatiga.

En primer lugar, los resultados permiten observar que el Sistema iSleep cumple una función preventiva en función de la clasificación del nivel de riesgo del operador de la Tabla 9. A partir de esta clasificación, los riesgos moderados y altos son los más importantes, ya que representan condiciones en las que el trabajador podría presentar disminución del estado de alerta, acumulación de deuda de sueño o mala calidad de descanso. Por ello, estos reportes son señales tempranas que permiten activar controles antes de que la fatiga se materialice en un incidente o

accidente operacional.

Tabla 9

Categoría de riesgo de fatiga y somnolencia

Categoría	Condición de sueño	Acción del supervisor	Acción del conductor
Verde (bajo)	Sueño adecuado, sin deuda acumulada.	Sin restricciones.	Conducción normal.
Amarillo (moderado)	Sueño regular, posible acumulación de deuda.	Evaluar riesgo y aplicar controles. Solo tramos cortos y monitoreo constante.	Solo tramos cortos, no viajes largos.
Rojo (alto)	Mala calidad de sueño o deuda acumulada.	Restringir conducción, aplicar controles y reevaluar después del descanso.	No conducir hasta descansar y bajar riesgo.
Morado (crítico)	Mala calidad de sueño en días consecutivos.	Restringir conducción y enviar a evaluación médica.	No conducir hasta evaluación médica y descanso adecuado.
Gris (sin información)	No hay datos de sueño.	Restringir conducción hasta verificar información y equipo.	No conducir hasta obtener registro válido.

En segundo lugar, de acuerdo con la Tabla 10 y Figura 7 la evolución mensual de los reportes evidencia una tendencia general descendente durante el periodo evaluado. En febrero de 2025 se registraron 52 reportes de riesgo moderado y 9 reportes de riesgo alto, mientras que en abril de 2026 se registraron 8 reportes moderados y 1 reportes alto. Esto representa una reducción significativa en ambos niveles de riesgo, especialmente en los eventos moderados, que constituyen el grupo de mayor frecuencia. De

acuerdo con el histograma se observa una disminución de 61 reportes en febrero de 2025 a 9 reportes en abril de 2026, lo que equivale a una reducción aproximada de 85,2 %.

Tabla 10

Eventos de riesgo de fatiga y somnolencia de los operadores en el periodo febrero 2025 a abril 2026

Año	Mes	Eventos de Riesgo Moderado	Eventos de Riesgo Alto	Eventos de Riesgo muy critico
2025	Feb	52	9	0
2025	Mar	38	3	0
2025	Abr	28	6	0
2025	May	31	4	0
2025	Jun	24	4	0
2025	Jul	17	2	0
2025	Ago	23	3	0
2025	Set	7	1	0
2025	Oct	9	2	0
2025	Nov	8	3	0
2025	Dic	16	3	1
2026	Ene	10	3	0
2026	Feb	7	2	0
2026	Mar	7	5	0
2026	Abril	8	1	0

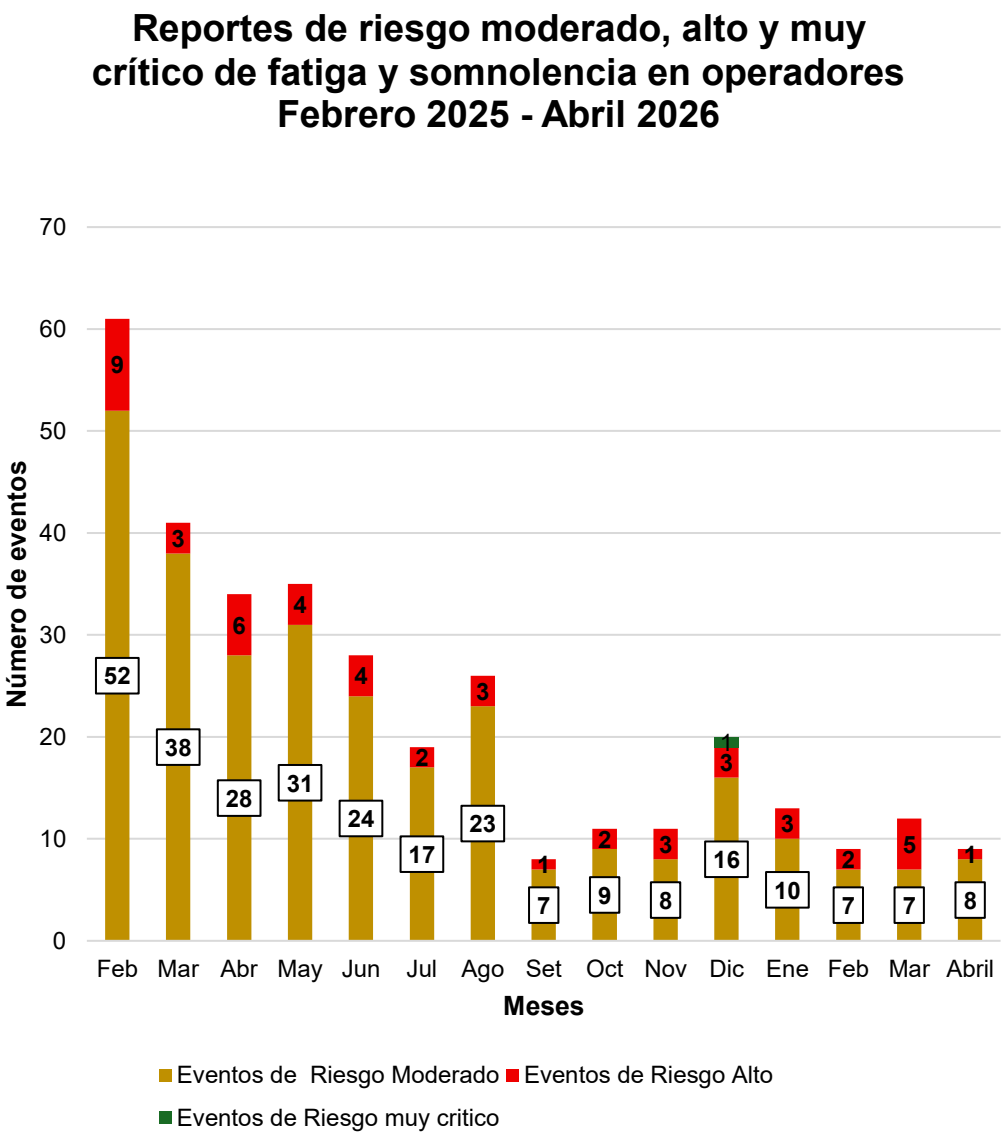
Esta disminución muestra que, durante el periodo analizado, la aplicación del Sistema iSleep estuvo asociada a una disminución progresiva de los indicadores de fatiga y somnolencia de mayor relevancia preventiva (Figura 7). Es importante señalar que el Sistema iSleep funciona de manera conjunta con otros controles los cuales se detallan más adelante.

En tercer lugar, al comparar periodos equivalentes, también se confirma la reducción de los reportes. En el primer trimestre evaluado, correspondiente a febrero, marzo y abril de 2025, se acumularon 118 reportes moderados y 18 reportes altos. En cambio, en febrero, marzo y abril de 2026 se registraron 22 eventos moderados y 8 eventos altos. Esto representa una

reducción aproximada de 81,4 % en los eventos moderados y de 55,6 % en los eventos altos.

Figura 7

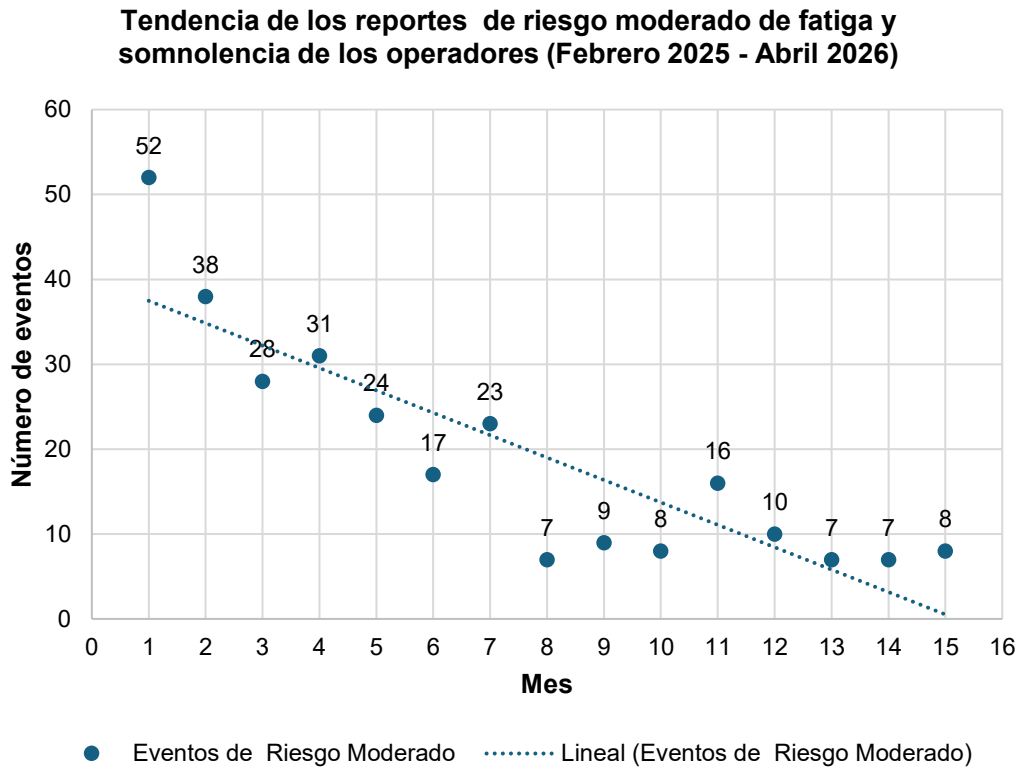
Histograma de número de reportes de riesgo moderado, alto y muy crítico de fatiga y somnolencia



La disminución es más pronunciada en el reporte moderado que en el alto, esto podría estar relacionado a las características individuales de los eventos de más alto riesgo (salud, hábitos, factores biológicos) mientras que los eventos moderados de fatiga y somnolencia han resultado ser más controlables.

Figura 8

Tendencia de reportes de riesgo moderado de fatiga y somnolencia

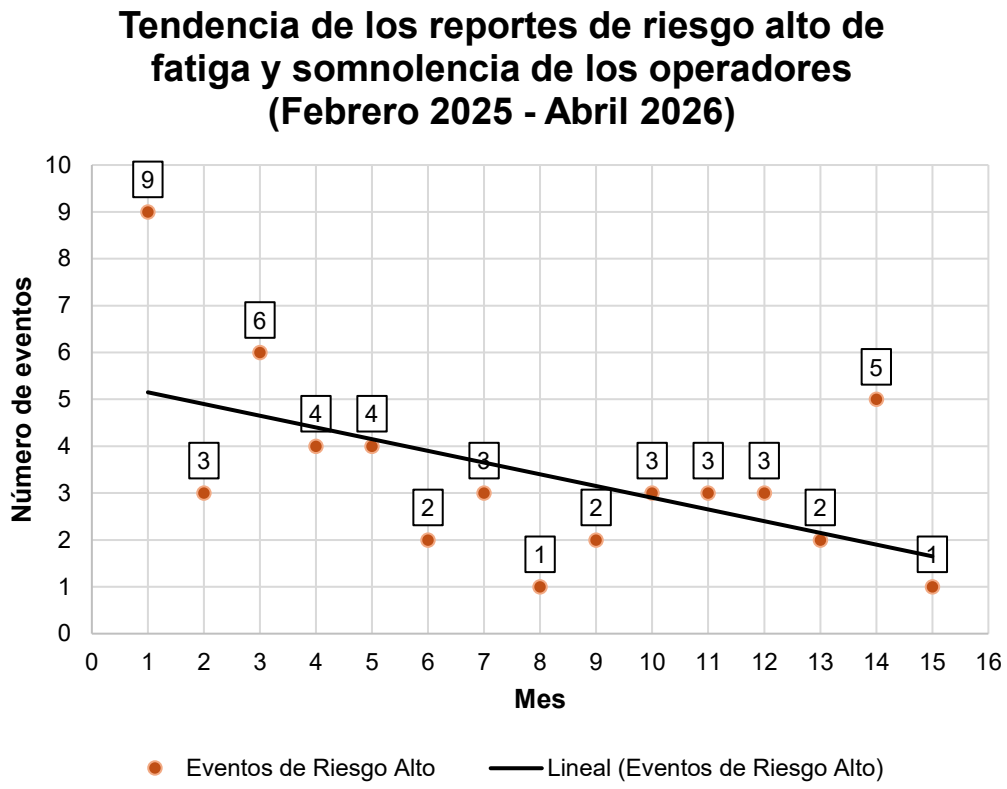


No obstante, la reducción no fue completamente lineal. De acuerdo al histograma de la Figura 7 y los gráficos de tendencia de la Figura 8 y 9, se observan meses con incrementos puntuales, como diciembre de 2025, donde se registró un evento muy crítico, y marzo de 2026, donde los reportes de riesgo alto aumentaron a 5. Esto se debe a que el riesgo de fatiga y somnolencia no desaparece por completo, sino que requiere seguimiento constante y aplicación de controles.

En ese sentido, el Sistema iSleep funciona en conjunto como parte de un sistema de gestión que se complementa con supervisión, pausas activas, descanso adecuado, evaluación médica, capacitación y control operativo.

Figura 9

Tendencia de eventos de riesgo alto de fatiga y somnolencia



La Tabla 11 presenta la distribución de los reportes de riesgo de fatiga y somnolencia por operador durante el periodo comprendido entre febrero de 2025 y abril de 2026. En términos generales, se registraron 337 eventos de riesgo de fatiga y somnolencia. De este total, 285 corresponden a eventos moderados, 51 a eventos altos y 1 a evento crítico. Esto muestra que la mayor proporción de reportes se concentra en el nivel moderado, con aproximadamente el 84,6 % del total de reportes. Los reportes moderados constituyen una señal temprana de posible acumulación de deuda de sueño o descanso insuficiente. Aunque no representan el nivel más severo, su recurrencia puede incrementar la probabilidad de que el operador evolucione hacia una condición de riesgo alto si no se aplican controles preventivos oportunos.

Tabla 11

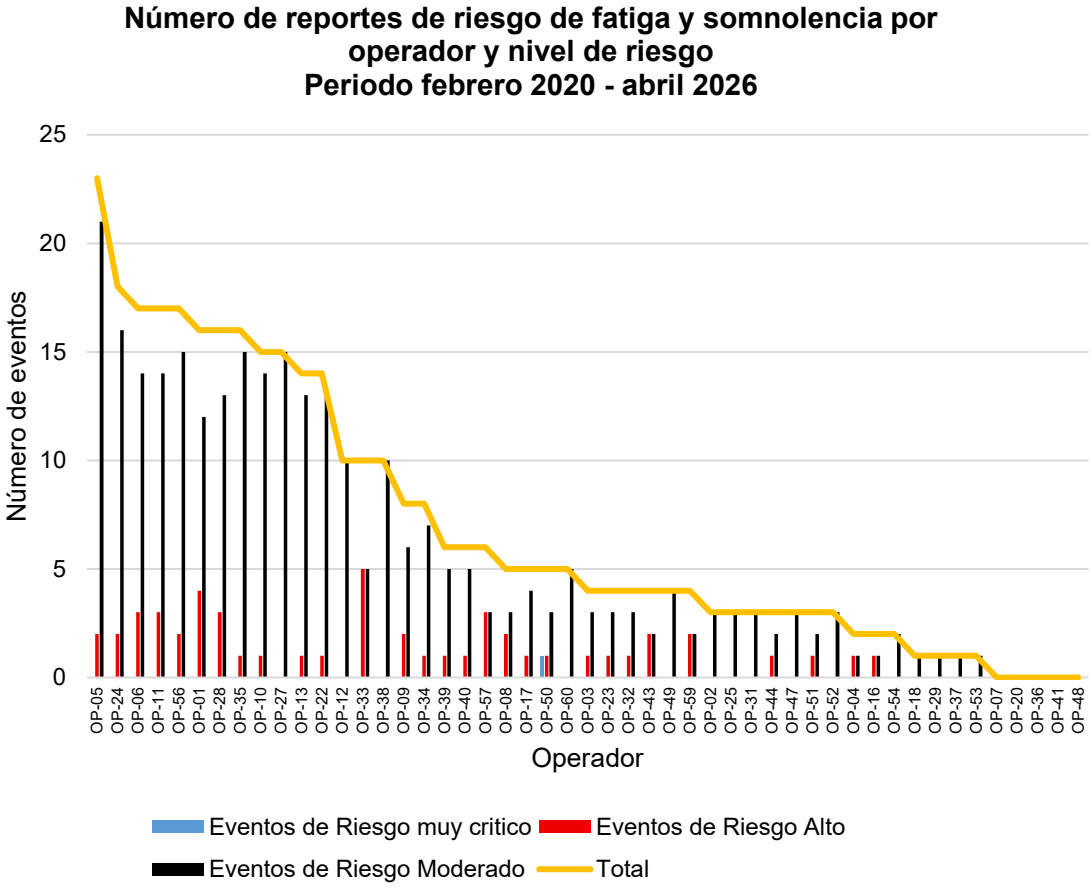
Reportes de riesgo de fatiga y somnolencia por operador en el periodo febrero 2025 a abril 2026

Operador	Crítico	Alto	Moderado	Total	Operador	Crítico	Alto	Moderado	Total
OP-01		4	12	16	OP-32		1	3	4
OP-02			3	3	OP-33		5	5	10
OP-03		1	3	4	OP-34		1	7	8
OP-04		1	1	2	OP-35		1	15	16
OP-05		2	21	23	OP-36				0
OP-06		3	14	17	OP-37			1	1
OP-07				0	OP-38			10	10
OP-08		2	3	5	OP-39		1	5	6
OP-09		2	6	8	OP-40		1	5	6
OP-10		1	14	15	OP-41				0
OP-11		3	14	17	OP-43		2	2	4
OP-12			10	10	OP-44		1	2	3
OP-13		1	13	14	OP-47			3	3
OP-16		1	1	2	OP-48				0
OP-17		1	4	5	OP-49			4	4
OP-18			1	1	OP-50	1	1	3	5
OP-20				0	OP-51		1	2	3
OP-22		1	13	14	OP-52			3	3
OP-23		1	3	4	OP-53			1	1
OP-24		2	16	18	OP-54			2	2
OP-25			3	3	OP-56		2	15	17
OP-27			15	15	OP-57		3	3	6
OP-28		3	13	16	OP-59		2	2	4
OP-29			1	1	OP-60			5	5
OP-31			3	3					

Asimismo, los reportes de riesgo alto representan aproximadamente el 15,1 % del total registrado. Aunque su frecuencia es menor en comparación con los eventos moderados, su importancia preventiva es mayor, debido a que indican una condición de sueño más desfavorable y una mayor probabilidad de afectación del estado de alerta del operador. En estos casos, la intervención debe ser más estricta, considerando medidas como restricción temporal de operación, reevaluación del descanso, comunicación con la supervisión, aplicación de pausas de sueño y seguimiento por parte del área de seguridad y salud ocupacional.

Figura 10

Reportes de riesgo de fatiga y somnolencia por operador y por nivel de riesgo

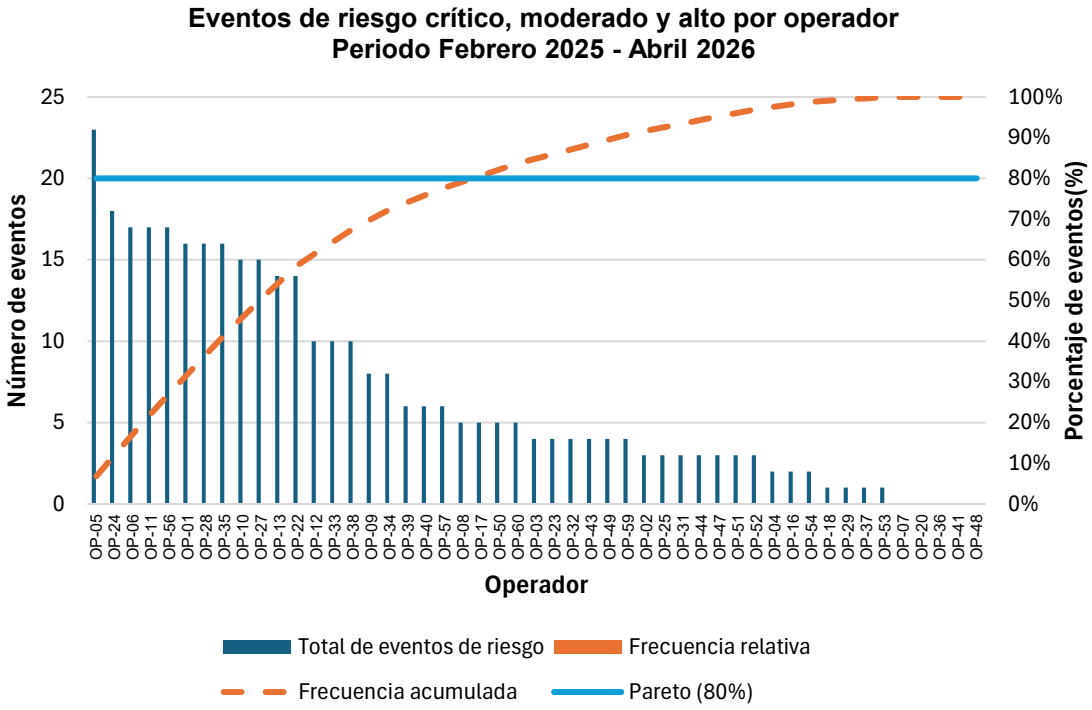


Asimismo, el análisis por operador de la Tabla 11 y Figuras 10 y 11, permite identificar que los reportes no se distribuyen de manera uniforme en toda la muestra. Algunos operadores concentran una mayor cantidad de reportes, como OP-05, OP-24, OP-06, OP-11, OP-56, OP-01, OP-28 y OP-35. Esta concentración permite focalizar las acciones preventivas en los trabajadores con mayor recurrencia de alertas, priorizando entrevistas, seguimiento médico ocupacional, capacitación, revisión de hábitos de descanso, evaluación de turnos y aplicación de controles personalizados. Por tanto, el valor del Sistema iSleep no solo está en registrar datos, sino también en orientar decisiones preventivas.

De acuerdo con el gráfico de Pareto de la Figura 11, los operadores con mayor número de eventos explican una parte importante del total de reportes registrados. Por ejemplo, los 10 operadores con mayor cantidad de eventos acumulan aproximadamente el 50,4 % del total, mientras que los 22 operadores con más eventos concentran alrededor del 80,7 %.

Figura 11

Gráfico de Pareto de reportes de riesgo de fatiga y somnolencia por operador



En función de lo anterior, se interpreta que el uso del sistema iSleep contribuyó a la reducción de los reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado en los operadores. Los resultados respaldan el primer objetivo específico, ya que muestran una disminución sostenida de los indicadores de riesgo durante el periodo evaluado. Sin embargo, dado que el diseño de la investigación es no experimental, la interpretación debe formularse en términos de asociación y mejora observada, evitando afirmar

causalidad absoluta si no se ha aplicado una prueba estadística inferencial. En consecuencia, los resultados permiten sostener que el Sistema iSleep fue una herramienta eficaz para fortalecer la gestión preventiva de la fatiga y somnolencia en la operación minera.

4.1.2. Reducción de los eventos de microsueño de los operadores de equipos

El segundo objetivo específico consiste en reducir los eventos de microsueño de los operadores a través del uso del Sistema iSleep. En primer lugar, los eventos de microsueño deben interpretarse como indicadores de alto potencial de riesgo. A diferencia de los reportes de sueño, que permiten anticipar condiciones desfavorables antes del inicio o durante la jornada, los eventos de microsueño se producen cuando el operador ya se encuentra expuesto durante la ejecución de una actividad operacional. Por ello, su ocurrencia exige una respuesta inmediata, como detener la actividad, estacionar el equipo en zona segura, retirar temporalmente al operador de la tarea crítica o aplicar pausas activas y controles adicionales.

A continuación, se presenta el cuadro resumen de los eventos de alerta de microsueño registrados en operaciones de mina, detectados mediante el sistema de gestión de fatiga y somnolencia OAS-HXGn de Hexagon. Estos eventos corresponden a alertas generadas durante la operación de vehículos y equipos móviles, permitiendo la intervención inmediata para controlar el riesgo y prevenir incidentes de alto potencial asociados a fatiga, somnolencia y micro sueños.

Tabla 12

Eventos de microsueño 2025-2026

N.º	Fecha del evento	Tipo de alerta / evento	Equipo / unidad	Actividad	Acción inmediata
1	19/04/2025	Somnolencia / alerta OAS	Camioneta 102-COM	Traslado de personal	Se detuvo la actividad del conductor y se inició investigación
2	09/08/2025	Micro sueño moderado / MS moderado	Motoniveladora 109-COM	Limpieza / mantenimiento de vías	Se detuvo la motoniveladora, se estacionó fuera de carriles autónomos y se realizaron pausas activas
3	23/11/2025	Micro sueño moderado	Camioneta 103-COM	Ploteo de equipo	Se detuvo la camioneta y se estacionó fuera de carriles autónomos
4	04/12/2025	Micro sueño bajo — 03 alertas	Camioneta 103-COM	Traslado de personal	Se detuvo la camioneta y se estacionó en zona segura fuera de carriles autónomos
5	22/01/2026	Micro sueño moderado	Volquete 112-COM	Acarreo de material	Se detuvo el volquete y se estacionó en zona segura

Nota. El presente cuadro fue elaborado en base a los reportes de alertas de microsueño y análisis. La tabla detallada de eventos detectados de microsueño se presentan en el Anexo 8.6.

Se observa que los eventos de microsueño se concentraron entre abril de 2025 y enero de 2026. Luego del evento registrado el 22 de enero de 2026, no se reportan nuevos eventos de microsueño en febrero, marzo ni abril de 2026 dentro de la información presentada. Esta ausencia de eventos en los meses finales del periodo evaluado sugiere una mejora en el control operacional del riesgo.

La reducción de eventos de microsueño debe analizarse junto con los controles complementarios implementados. Las capacitaciones en fatiga y somnolencia, el diseño de horarios de trabajo y descanso, las pausas activas, las pausas de sueño, la evaluación médica y psicológica, la restricción para operar después de jornadas prolongadas y la detención segura del trabajo fortalecen el efecto preventivo del Sistema iSleep.

Tabla 13

Capacitaciones en fatiga y somnolencia

Fecha	Tema	Tipo de Capacitación	N° Asistentes	Duración (Minutos)	Total de HHC
22/01/2026	Fatiga y somnolencia	Capacitación Mensual	50	60	50
14/02/2026	Fatiga y somnolencia	Capacitación Mensual	31	60	31
12/02/2026	Fatiga y somnolencia para líderes de área	Capacitación Anual	12	60	12
09/03/2026	Estándar operativo de gestión de fatiga somnolencia	Capacitación Personal Nuevo	2	60	2
18/03/2026	Estándar operativo de gestión de fatiga somnolencia	Capacitación Personal Nuevo	2	60	2
30/03/2026	Estándar operativo de gestión de fatiga somnolencia	Capacitación Personal Nuevo	1	60	1
30/03/2026	Estándar operativo de control del riesgo de exposición al sílice	Capacitación Personal Nuevo	1	60	1
30/03/2026	Plan de fatiga y somnolencia 2026	Capacitación Personal Nuevo	46	30	23
05/03/2026	Fatiga y somnolencia	Capacitación Mensual	44	60	44

Nota. Elaborado en base a los registros de capacitación incluidos como Anexo 8.3 Reportes de capacitaciones en fatiga y somnolencia.

La reducción de eventos de microsueño no depende únicamente del

monitoreo, sino de la capacidad de la organización para utilizar la información generada por el sistema y convertirla en decisiones operativas oportunas.

4.1.3. Comprobación de hipótesis

La comprobación de hipótesis de la presente investigación se realizó en función de los dos objetivos específicos planteados. El primer objetivo específico de reducción de los reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado, y el segundo objetivo de reducción de los eventos de microsueño. Para ello, se retomaron los resultados de las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y de las pruebas inferenciales (Wilcoxon de rangos con signo) desarrolladas en la sección de análisis de datos, contrastándolos con la evidencia descriptiva de resultados.

a.1. Primera Hipótesis Específica – Eventos de riesgo moderado

Se plantean las siguientes hipótesis nula y alternativa:

Hipótesis nula (H_0): El uso del Sistema iSleep no reduce significativamente los eventos de riesgo moderado de fatiga y somnolencia en los operadores de equipos.

Hipótesis alternativa (H_1): El uso del Sistema iSleep reduce significativamente los eventos de riesgo moderado de fatiga y somnolencia en los operadores de equipos.

Como se determinó en el análisis de datos con la prueba de Wilcoxon de rangos con signo aplicada a los promedios mensuales de eventos de riesgo moderado, antes (febrero-agosto 2025) y después (setiembre 2025-marzo 2026) de la implementación del sistema, este arrojó un estadístico W = 0 y

un valor p = 0,0156, inferior al nivel de significancia establecido (α = 0,05).

a.2. Primera Hipótesis Específica – Eventos de riesgo alto

Para los eventos de riesgo alto plantean las siguientes hipótesis nula y alternativa:

Hipótesis nula (H_0): El uso del Sistema iSleep no reduce significativamente los eventos de riesgo alto de fatiga y somnolencia en los operadores de equipos.

Hipótesis alternativa (H_1): El uso del Sistema iSleep reduce significativamente los eventos de riesgo alto de fatiga y somnolencia en los operadores de equipos.

De acuerdo con la prueba de Wilcoxon de la sección de análisis de datos aplicada para los eventos de riesgo alto arrojó un estadístico W = 4 y un valor p = 0,2188, superior al nivel de significancia establecido (α = 0,05).

Los resultados muestran una comprobación de la primera hipótesis específica. Existe evidencia estadística suficiente para afirmar que el Sistema iSleep redujo de manera significativa los eventos de riesgo moderado, que constituyeron el 84,6 % del total de reportes registrados y, por tanto, el componente de mayor peso dentro de este indicador. En consecuencia, se concluye que la primera hipótesis específica se acepta: el efecto del Sistema iSleep es estadísticamente comprobado para los eventos de riesgo moderado, mientras que para los eventos de riesgo alto la evidencia es favorable en términos descriptivos, pero no concluyente en términos inferenciales.

b. Comprobación de la Segunda Hipótesis Específica

La segunda hipótesis específica sostiene que el uso del sistema iSleep reduce significativamente el número de eventos de microsueño producidos por fatiga y somnolencia en la operación de equipos.

Hipótesis nula (H_0): El uso del Sistema iSleep no reduce significativamente los eventos de microsueño en los operadores de equipos.

Hipótesis alternativa (H_1): El uso del Sistema iSleep reduce significativamente los eventos de microsueño en los operadores de equipos.

A diferencia de los reportes de riesgo moderado y alto —que presentan una frecuencia mensual suficiente para aplicar pruebas de normalidad e inferenciales—, los eventos de microsueño detectados mediante el sistema OAS-HXGn constituyen alertas de baja incidencia y alto potencial de gravedad, por lo que su análisis se abordó mediante una comparación de periodos (antes/después) y de tasas de incidencia, complementada con la revisión de las acciones de control aplicadas ante cada alerta.

Durante el periodo comprendido entre abril de 2025 y enero de 2026, se registró un promedio de 0,38 eventos de microsueño por mes, vinculados a actividades críticas de traslado de personal, mantenimiento de vías, ploteo de equipo y acarreo de material. Tras el último evento registrado el 22 de enero de 2026, la tasa de incidencia se redujo a cero en los tres meses siguientes (febrero, marzo y abril de 2026), lo que representa una reducción. Si bien el número absoluto de eventos es reducido, la ausencia de eventos durante tres meses consecutivos, en un contexto en el que

previamente se habían registrado alertas en 5 de los 10 meses evaluados, constituye una reducción que apoya la segunda hipótesis específica.

En la Tabla 14 se organizan los cinco eventos de microsueño registrados por el sistema OAS-HXGn en dos periodos: el periodo de ocurrencia de eventos (abril 2025 - enero 2026) y el periodo posterior a la última alerta (febrero - abril 2026).

Tabla 14

Eventos de microsueño registrados según periodo de análisis

Periodo	Duración	N.º de eventos	Meses con al menos 1 evento	Actividades asociadas
Abril 2025 - Enero 2026	10 meses	5	Abr, Ago, Nov, Dic, Ene (5 meses)	Traslado de personal, mantenimiento de vías, ploteo de equipo, acarreo de material
Febrero - Abril 2026	3 meses	0	0 meses	—
Total	**13 meses**	**5**	**5 meses**	—

De este modo, se acepta la hipótesis alternativa (H_1) para este indicador, con base en la evidencia descriptiva y comparativa presentada.

4.1.4. Controles adicionales para riesgos relacionados a la fatiga y somnolencia

Como parte de la gestión de riesgos asociados a la fatiga y somnolencia, se han definido controles adicionales orientados a prevenir la pérdida del estado de alerta, reducir la probabilidad de incidentes durante la conducción, operación de equipos y ejecución de actividades críticas, y asegurar que los trabajadores mantengan condiciones físicas y mentales

adecuadas para el desarrollo seguro de sus labores. Estos controles complementan la aplicación del Sistema iSleep. Asimismo, en el Anexo 8.5 se ha señalado la lista completa de controles aplicados para la gestión de este riesgo.

Diseño de horarios de trabajo y descanso.

Este control busca organizar las jornadas de trabajo de forma que el personal tenga tiempos suficientes para recuperarse física y mentalmente. Se aplica mediante turnos diurnos y nocturnos definidos, una jornada ordinaria de 12.30 horas incluyendo descanso o alimentación, periodos diarios de tiempo libre y la obligación de contar con al menos 6 horas de sueño efectivo. También se establece que ningún trabajador debe iniciar su guardia en turno nocturno y que debe existir un tiempo libre adecuado cuando se cambia de turno día a noche o viceversa. Su efecto esperado es reducir la acumulación de fatiga, mantener el estado de alerta y disminuir la probabilidad de errores o incidentes durante la conducción, operación de equipos o ejecución de actividades críticas.

Restricción para operar después de jornadas prolongadas.

Este control consiste en impedir que una persona continúe conduciendo u operando equipos cuando ya ha superado límites seguros de trabajo continuo. Se aplica prohibiendo que un trabajador que haya laborado 14 horas continuas conduzca u opere vehículos o equipos, y controlando los horarios extendidos mediante autorizaciones formales. Su efecto esperado es evitar que el personal realice tareas críticas en condiciones de baja concentración, reflejos disminuidos o somnolencia excesiva, reduciendo el

riesgo de pérdida de control del equipo o accidentes graves.

Pausas activas y pausas de sueño.

Este control busca recuperar temporalmente el estado de alerta del trabajador durante la jornada. Se aplica mediante pausas activas, que son ejercicios físicos breves y controlados en un lugar seguro, y pausas de sueño autorizadas por la supervisión cuando el trabajador presenta signos de somnolencia, con descansos cortos de 20 a 30 minutos. Su efecto esperado es reducir la fatiga acumulada, mejorar la circulación, relajar la musculatura, elevar el nivel de atención y permitir que el trabajador recupere condiciones mínimas de alerta antes de continuar con sus actividades.

Control de condiciones de descanso y pernocte.

Este control se enfoca en asegurar que los lugares donde duerme el personal permitan un sueño reparador. Se aplica mediante inspecciones programadas e inopinadas a habitaciones y zonas de pernocte, verificando condiciones como silencio, oscuridad, temperatura, confort, seguridad y salubridad; además, se controla el horario de ingreso a las zonas de descanso. Su efecto esperado es mejorar la calidad del sueño, prevenir interrupciones del descanso y asegurar que el trabajador llegue a su jornada en condiciones adecuadas de recuperación física y mental.

Evaluación médica, psicológica y seguimiento de casos.

Este control consiste en identificar y atender a trabajadores que presenten signos, síntomas o factores que puedan generar fatiga y somnolencia. Se aplica mediante revisión médica ocupacional, evaluación de trabajadores

reportados, derivación a especialidad cuando corresponda, evaluaciones psicosociales, entrevistas psicológicas y seguimiento a casos positivos o reiterativos. Su efecto esperado es tratar las causas individuales de la fatiga, como trastornos del sueño, estrés, problemas personales, ansiedad, uso de medicamentos o condiciones de salud, evitando que estas afecten la seguridad del trabajador y de su entorno.

Capacitación, reporte y detención segura del trabajo.

Este control busca que los trabajadores y supervisores reconozcan la fatiga como un riesgo crítico y actúen oportunamente. Se aplica mediante capacitaciones, reuniones de seguridad, instrucciones sobre higiene del sueño, nutrición, conducción segura, signos de fatiga y obligación de reportar cuando un trabajador se encuentre fatigado o somnoliento, o cuando observe esa condición en un compañero. También incluye la facultad de detener el trabajo si la seguridad se ve comprometida. Su efecto esperado es fortalecer la cultura preventiva, aumentar la detección temprana de casos y evitar que una persona continúe realizando actividades críticas cuando no está en condiciones seguras.

4.2. Discusión

Los resultados mostraron que el uso del Sistema iSleep se relaciona favorablemente con la reducción de los indicadores de fatiga y somnolencia en los operadores de equipos. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Martínez y Fabregas (2019), quienes identificaron que la fatiga laboral constituye un factor asociado a la accidentalidad en operaciones mineras, especialmente en actividades de alta exigencia física y condiciones operativas complejas. En dicho antecedente, el 32 % de los trabajadores

presentó síntomas de fatiga. No obstante, a diferencia de ese estudio, que se orientó principalmente al diagnóstico de la fatiga mediante el cuestionario de Yoshitake, la presente investigación se centró en la aplicación de monitoreo preventivo con Sistema iSleep y controles de seguridad. Sin embargo, ambos estudios coinciden en que la fatiga debe gestionarse como un riesgo crítico, debido a su capacidad para disminuir el estado de alerta del trabajador y aumentar la probabilidad de incidentes o accidentes.

De manera similar, Sikander y Anwar (2018) sostienen que los sistemas de detección de fatiga en conductores pueden basarse en reportes subjetivos, características biológicas, características físicas del conductor, variables vehiculares o enfoques híbridos. En este sentido, el Sistema iSleep es una de las tecnologías orientadas al monitoreo de descanso y al estado del trabajador. Los resultados de la presente investigación coinciden con estos autores en que la fatiga del conductor representa un riesgo significativo para la salud, pero también muestran que la utilidad del sistema no depende únicamente de detectar el riesgo, sino de convertir esa información en acciones de control.

La investigación también coincide con Horberry et al. (2023), quienes plantean que la gestión de la fatiga en minería requiere controles de distintos niveles, entre ellos tecnologías de detección, medidas organizacionales y sistemas de gestión que permitan mitigar los síntomas de fatiga y reducir errores de desempeño. Esto coincide con los observado en tanto, la reducción observada no puede atribuirse únicamente al uso integrado del Sistema iSleep sino también a los controles adicionales como

detección de microsueño, pausas activas, pausas de sueño, diseño de horarios de trabajo y descanso, evaluación médica y psicológica, capacitación, restricción para operar después de jornadas prolongadas y detención segura del trabajo.

En relación con Eiter et al. (2014), quienes analizaron la implementación de un sistema de gestión de riesgos por fatiga en una mina de superficie de Estados Unidos, los resultados de la presente investigación coinciden en que la gestión de la fatiga puede implicar costos, ajustes operativos y cambios en la organización del trabajo, pero estos resultan justificables frente al costo humano, económico y operacional de un accidente grave. El hecho de que los eventos de microsueño hayan dejado de presentarse en febrero, marzo y abril de 2026 sugiere que las acciones de control implementadas después de las alertas anteriores permitieron fortalecer la prevención.

Los hallazgos también se relacionan con Li et al. (2025), quienes implementaron un sistema de monitoreo de fatiga en minería a cielo abierto y reportaron una reducción superior al 70 % en la tasa de incidentes de tráfico entre camiones volquetes y vehículos auxiliares durante un año. La presente investigación obtuvo una reducción global aproximada de 77,9 % en los reportes de riesgo alto y moderado al comparar trimestres equivalentes, lo cual se encuentra en un rango similar al reportado por dicho antecedente. Por su parte, Butlewski et al. (2015), señalaron que la fatiga de los trabajadores mineros debe entenderse como un componente del sistema de seguridad laboral y no como un problema aislado del

individuo, los resultados de esta investigación confirman dicho enfoque. La distribución de eventos por operador permitió identificar que los reportes no se distribuyeron de manera uniforme, sino que algunos operadores concentraron una mayor cantidad de alertas. Esto demuestra que la fatiga tiene componentes individuales, organizacionales y ambientales, y que su control requiere medidas diferenciadas. Es así que el Sistema iSleep permite priorizar la intervención sobre los casos más recurrentes.

Por otro lado, los resultados presentan una relación parcial con Drews et al. (2020), quienes identificaron que los operadores de maquinaria pesada reconocen la fatiga y aplican estrategias personales para manejarla, pero también pueden desconfiar de ciertos sistemas tecnológicos si los consideran invasivos o poco confiables. En la presente investigación, el Sistema iSleep mostró resultados favorables en la reducción de reportes; sin embargo, esta medida fue legitimada y adecuadamente informada mediante capacitaciones y acuerdos firmados de uso de los datos para el seguimiento de controles de seguridad. Es importante señalar que el conocimiento informado del trabajador fue un paso inicial importante para su aplicación.

En cuanto a Brogi (2017), quien evaluó herramientas preventivas frente a accidentes ocasionados por fatiga y somnolencia en camiones de acarreo minero en Chile, se observa una similitud clara en la importancia económica y preventiva de los sistemas antifatiga. Brogi indicó que una gestión adecuada de controles de fatiga y somnolencia puede reducir accidentes por somnolencia entre 25 % y 100 %, además de disminuir impactos operativos asociados a eventos de somnolencia. Los resultados de esta

tesis se ubican dentro de esa tendencia, ya que se logró una reducción de más del 70 % de los reportes de riesgo y no se registraron eventos de microsueño en los últimos tres meses evaluados. Castillo (2024), encontró una correlación negativa significativa entre la implementación de un sistema de control de fatiga y los eventos de somnolencia en operadores de camiones de minería superficial. En su estudio, la correlación fue de -0,754, lo que indica que, a mayor implementación del sistema, menores eventos de somnolencia. La presente investigación evidenció una reducción de los eventos de riesgo alto y moderado, así como de los eventos de microsueño. Por tanto, ambos estudios coinciden en que los sistemas de control de fatiga pueden cumplir una función efectiva en la disminución de indicadores asociados a somnolencia.

Del mismo modo, Maldonado (2024) concluyó que la implementación de un sistema de control de fatiga y somnolencia tiene un impacto positivo en la reducción de incidentes laborales, además de mejorar la concentración y capacidad de reacción de los conductores. Por su parte, el estudio de Calderón (2024) mostró que la gestión oportuna permitió evitar 36 posibles accidentes relacionados con somnolencia mediante acciones correctivas como detención de equipos o cambio de operadores. La investigación de Torres y Ziegler (2023), realizada con pulseras Miband y el sistema Safety HOC permitió reducir la tasa de accidentabilidad de 1,079 a 0,00.

El estudio de Romaní (2024), similarmente a esta investigación, implementó un sistema de gestión de fatiga y somnolencia basado en relojes inteligentes y software iSleep en conductores de transporte de personal en la mina Pierina. Dicho estudio concluyó que el sistema fue

efectivo, ya que durante el periodo de prueba no se registraron incidentes causados por fatiga o somnolencia. La presente investigación coincide directamente con ese resultado, ya que también emplea iSleep y evidencia una reducción de los indicadores de riesgo. Por su parte, Araujo (2021), evidenció que las medidas de control como modificación de zonas de descanso, registros biométricos y pulseras de monitoreo del sueño redujeron en 16 % los eventos relacionados con fatiga laboral y somnolencia.

Asimismo, Molina (2024) reportó que un plan de prevención de fatiga y somnolencia aplicado en la Compañía Minera Chinalco permitió reducir el índice de accidentabilidad de 0,23 en 2023 a 0,0 en 2024, utilizando cuestionarios, Fitbit, Alarm Driver, monitoreo de descanso e inspecciones de habitaciones. La presente investigación coincide con ese enfoque integral, ya que el Sistema iSleep fue complementado con controles adicionales relacionados con descanso, pausas, capacitación, evaluación médica y seguimiento. Espinoza y Muñoz (2016) y Chunqui (2016), quienes evaluaron sistemas como WOMBAT y de monitoreo de fatiga y somnolencia, confirman que estos sistemas de control antifatiga permiten una gestión efectiva y confiable de este riesgo.

De igual forma, Apaza (2024) reportó una disminución aproximada de 85 % en las tasas de frecuencia y severidad luego de implementar medidas de control de fatiga laboral en conductores de transporte de concentrado de cobre. La presente investigación obtuvo una reducción cercana al 81,4 % en eventos moderados y 55,6 % en eventos altos, lo que muestra una tendencia similar en cuanto a la disminución de indicadores de riesgo. A

nivel local, los resultados de esta investigación son consistentes con Laquiticona (2022), quien estudió el sistema de detección de somnolencia y distracción en la Mina Cuajone, ubicada también en Moquegua. Dicho antecedente concluyó que el sistema fue efectivo para monitorear eventos y generar estadísticas que permitieran evaluar a los trabajadores según su incidencia. Por su parte, Carlos (2019) evidenció una reducción de eventos asociados a distracciones y fatiga, además de una mayor frecuencia durante el turno noche. En comparación, la presente investigación también demuestra una reducción de indicadores mediante una herramienta tecnológica, aunque en este caso el Sistema iSleep se enfoca principalmente en el monitoreo del sueño y descanso. Ambos estudios coinciden en que la tecnología antifatiga contribuye a la prevención de accidentes laborales, especialmente cuando permite generar alertas oportunas y reforzar la toma de decisiones de la supervisión.

Asimismo, los resultados guardan concordancia con Wang et al. (2021), quienes desarrollaron un método de detección de fatiga en conductores de camiones de minas a cielo abierto. En dicho estudio, la tecnología de detección permitió mejorar la detección de fatiga y aplicar controles oportunos. No obstante, existe una diferencia importante, mientras Wang et al. centraron su propuesta en la detección visual de fatiga durante la conducción, el Sistema iSleep utilizado en esta investigación se orienta principalmente al monitoreo del sueño y descanso previo o asociado a la jornada laboral mediante reloj inteligente y plataforma digital. Finalmente, los resultados se relacionan con Tong y Vigil (2017), quienes implementaron el sistema antifatiga GuardVant en la mina Cuajone y

reportaron 9 043 eventos de fatiga durante el periodo evaluado, con mayor incidencia en el turno noche. Los autores concluyeron que el sistema permitió prevenir accidentes relacionados con fatiga en el área de operaciones mina.

Es importante señalar, que el efecto observado corresponde a una asociación favorable entre el uso del Sistema iSleep y la reducción de indicadores, en interacción con otros controles preventivos. Por ello, al evidenciarse una reducción significativa de los indicadores evaluados; se recomienda que futuras investigaciones incorporen pruebas estadísticas inferenciales, grupos de comparación o diseños longitudinales controlados para estimar con mayor precisión el efecto específico del Sistema iSleep.

V. CONCLUSIONES

El uso del Sistema iSleep redujo los indicadores de fatiga y somnolencia en los operadores de equipos en la unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua. Se observó una disminución progresiva de los reportes de riesgo alto y moderado, así como en la reducción de los eventos de microsueño durante el periodo evaluado. Antes, en el trimestre febrero, marzo y abril de 2025, se registraron 136 reportes de riesgo de fatiga y somnolencia; después, en el mismo trimestre de 2026, estos valores disminuyeron a 30 eventos, lo que representa una reducción global aproximada de 77,9 %. Asimismo, los eventos de microsueño presentes entre abril de 2025 y enero de 2026 se redujeron, y en los meses febrero, marzo y abril de 2026 no se presentaron casos. Por ello, los resultados permiten sostener que el Sistema iSleep, complementado con controles como pausas activas, monitoreo de eventos de microsueño, descanso adecuado, capacitación, evaluación médica y detención segura del trabajo, contribuyó a disminuir los indicadores críticos asociados a fatiga y somnolencia.

El uso del Sistema iSleep redujo el número de reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado que pueden producir incidentes y accidentes en las operaciones. Antes, durante febrero, marzo y abril de 2025, se registraron 118 reportes de riesgo moderado y 18 reportes de riesgo alto; después, en febrero, marzo y abril de 2026, los reportes moderados disminuyeron a 22 y los reportes altos a 8. En términos porcentuales, los eventos moderados se redujeron aproximadamente en 81,4 %, mientras que los eventos altos disminuyeron en 55,6 %. Además,

durante todo el periodo febrero 2025 a abril 2026 se contabilizaron 337 eventos de riesgo de fatiga y somnolencia, de los cuales 285 fueron moderados, 51 altos y 1 crítico, evidenciando que el riesgo moderado fue el más recurrente, pero también el que mostró mayor control en la comparación trimestral. En consecuencia, el Sistema iSleep permitió identificar oportunamente condiciones de descanso insuficiente y aplicar medidas preventivas antes de que los riesgos evolucionaran hacia escenarios de peligro en la operación de equipos. Esta reducción fue verificada estadísticamente con la prueba no paramétrica de Wilcoxon para comparar los periodos antes y después de implementar iSleep. Los eventos de riesgo moderado presentaron una reducción estadísticamente significativa ($W = 0$; $p = 0{,}0156$), confirmando que la disminución estuvo asociada a la implementación del sistema. En los eventos de riesgo alto también se observó una disminución, no obstante, con menor significancia ($W = 3$; $p = 0{,}1563$), debido al reducido número de eventos y la influencia de factores individuales.

El uso del Sistema iSleep contribuyó a reducir los eventos de microsueño en los operadores de equipos. Antes, entre abril de 2025 y enero de 2026, se registraron 5 eventos de microsueño o alertas asociadas a somnolencia, vinculados a actividades críticas como traslado de personal, mantenimiento de vías, ploteo de equipo y acarreo de material; después del evento registrado el 22 de enero de 2026, no se reportaron nuevos eventos en febrero, marzo ni abril de 2026, lo que equivale a una reducción a cero eventos en los tres últimos meses evaluados. Estos resultados muestran que las acciones inmediatas aplicadas ante cada alerta, como detener la

actividad, estacionar el equipo en zona segura, retirar temporalmente al operador de la tarea crítica y realizar pausas activas, fortalecieron el control del riesgo identificado con el Sistema iSleep. Por tanto, la implementación del sistema iSleep, junto con los controles complementarios de gestión de fatiga y somnolencia, permitió disminuir la ocurrencia de microsueños durante la operación de equipos.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener la aplicación continua del Sistema iSleep como parte del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional de la unidad minera, debido a que los resultados evidenciaron una reducción importante de los indicadores de fatiga y somnolencia. La comparación entre febrero, marzo y abril de 2025 y el mismo trimestre de 2026 mostró una disminución global aproximada de 77,9 % en los eventos de riesgo, además de la ausencia de eventos de microsueño en febrero, marzo y abril de 2026. Por ello, el sistema debe ser considerado un control preventivo permanente para la identificación temprana de operadores con descanso insuficiente y para la toma de decisiones antes del inicio o durante la jornada laboral. Asimismo, se recomienda continuar con los controles complementarios como las pausas activas, pausas de sueño autorizadas, detención segura del trabajo, evaluación médica y psicológica, monitoreo de eventos de microsueño, capacitación continua y verificación de condiciones adecuadas de descanso. Estos controles permiten que el sistema funcione como parte de una estrategia integral y no como una herramienta aislada.

El descanso efectivo mínimo, la adecuada distribución de turnos, el tiempo libre entre jornadas y la prohibición de iniciar guardias nocturnas sin condiciones adecuadas de descanso son medidas necesarias para reducir la acumulación de fatiga. Por tanto, la empresa debe verificar permanentemente que los operadores cuenten con horas suficientes de sueño efectivo de 6 horas como mínimo antes de realizar actividades de riesgo como operación de maquinaria o el traslado de personal.

Se recomienda reforzar las capacitaciones sobre fatiga y somnolencia dirigidas tanto a operadores como a supervisores y líderes de área. Estas capacitaciones deben abordar la importancia del sueño reparador, la identificación temprana de síntomas de fatiga, el uso correcto del dispositivo, la interpretación básica de los niveles de riesgo y la obligación de reportar oportunamente condiciones de somnolencia. Además, deben mantenerse como actividades periódicas y no solo como inducciones iniciales, ya que la tesis evidencia que la legitimidad del sistema se fortaleció mediante capacitaciones y acuerdos informados sobre el uso de datos para controles de seguridad.

Se recomienda preservar la confianza de los trabajadores respecto al Sistema iSleep mediante una política clara de confidencialidad, transparencia y uso responsable de los datos. La información obtenida por el reloj inteligente si bien se emplea para fines preventivos y de seguridad, se debe evitar que los operadores perciban el sistema como una herramienta punitiva o invasiva. Para ello, es conveniente mantener acuerdos informados, explicar el propósito del monitoreo y comunicar los resultados generales de manera periódica, de modo que el personal reconozca el beneficio del sistema en la protección de su vida, salud y desempeño laboral. Asimismo, las capacitaciones deben formar parte del conocimiento informado en tanto el Sistema iSleep es un sistema que registra datos personales y se requiere el permiso expreso e informado de los trabajadores para brindar confianza y legitimidad al proceso.

Se recomienda complementar el Sistema iSleep con otros mecanismos de verificación en campo, como inspecciones de condiciones de descanso y

condiciones del campamento, entrevistas breves antes del inicio de turno, observación del estado del operador, seguimiento de los operadores con alertas de microsueño y seguimiento a los casos reincidentes.

Se recomienda implementar un seguimiento a los operadores que presenten reportes recurrentes de riesgo moderado, alto o crítico. Dicho seguimiento debe realizarse con un enfoque preventivo y no sancionador, priorizando la identificación de causas como descanso insuficiente, mala conciliación del sueño, dificultades de adaptación al turno, factores familiares, condiciones médicas o incumplimiento del uso del dispositivo. A partir de este análisis, la empresa podrá definir medidas específicas como descansos, pausas adicionales, evaluación médica, orientación sobre hábitos de sueño o reprogramación de turnos.

Se recomienda evaluar periódicamente la efectividad de los controles aplicados mediante la metodología aquí utilizada, tales como número de reportes moderados, altos y críticos, eventos de microsueño, cumplimiento del uso diario del Smart Band, horas efectivas de sueño, número de pausas activas, pausas de sueño autorizadas, operadores restringidos temporalmente y reincidencia por trabajador o turno. Esta evaluación permitirá identificar tendencias, horarios críticos, áreas con mayor exposición y oportunidades de mejora en la gestión de fatiga y somnolencia.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apaza, G. (2024). *Propuesta de evaluación y control de fatiga laboral en conductores de transporte de concentrado de cobre en la empresa contratista Esergenh S.A. – C.M. Antapaccay*. [Tesis - UNSA]. Repositorio de la Universidad Nacional San Agustín. https://hdl.handle.net/20.500.12773/18236

Araujo, G. (2021). *Evaluación de medidas de control implementadas para la Reducción de factores de riesgo de fatiga laboral y somnolencia en los conductores de transporte de diésel B5 S-50 en la empresa MC Transportes S.R.L., Arequipa 2021*. [Tesis - UTP]. Repositorio de la Universidad Tecnológica del Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12867/5415

Brogi,F. (2017). *Influencia de los accidentes por somnolencia en camiones de extracción*. [Tesis – Universidad de Chile]. Repositorio de la Universidad de Chile. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/147471

Butlewski, M., Dahlke, G., Drzewiecka, M., & Pacholski, L. (2015). Fatigue of miners as a key factor in the work safety system. Procedia Manufacturing, 3, 4732-4739. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.570

Calderon, R. (2024). *Gestión de la fatiga y somnolencia en operadores de equipos de acarreo para la prevención de accidentes en la U.M. Constancia*. [Tesis - UNSA]. Repositorio de la Universidad Nacional San Agustín. https://hdl.handle.net/20.500.12773/18924

Carlos, R. (2019). *Ventajas del sistema antifatiga GuardVant en la operación de camiones de acarreo en una mina superficial*. [Tesis – Universidad Continental]. Repositorio de la Universidad Continental. https://hdl.handle.net/20.500.12394/7188

Carrasco, H. (2014). *Fatigue risk management: Análisis de factibilidad para performance, servicio integral de gestión de fatiga en minería*. [Tesis – Universidad de Chile]. Repositorio de la Universidad de Chile. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116695

Castillo, A. (2024). *Influencia de un sistema de control de fatiga para reducir eventos de somnolencia en operadores de camiones de minería superficial*. [Tesis - UNJBG]. Repositorio de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman. https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/4028

Chunqui, F. (2016). *Nivel de Eficiencia del Sistema de Monitoreo de Fatiga en conducción para la prevención de accidentes en los operadores de camiones mineros en mina a tajo abierto, Cajamarca 2016*. [Tesis - UCV]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. https://hdl.handle.net/20.500.12692/28491

Chura, W. y Reynaldi G. (2018). *Propuesta de un plan de control de fatiga para la prevención de accidentes laborales en los operadores de camion minero de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A*. [Tesis – Universidad Continental]. Repositorio de la Universidad Continental. https://hdl.handle.net/20.500.12394/5020

Creswell, J. y Plano, V. (2018). *Designing and conducting mixed methods*

research. 3era Edición. SAGE. Los Angeles.

Drews, F. A., Rogers, W. P., Talebi, E., y Lee, S. (2020). The experience and management of fatigue: a study of mine haulage operators. *Mining, Metallurgy & Exploration,* 37(6), 1837-1846. https://doi.org/10.1007/s42461-020-00259-w

Eiter, B. M., Steiner, L., y Kelhart, A. (2014). Application of fatigue management systems: small mines and low technology solutions. Mining engineering, 66(4), 69. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov /articles/PMC4539295/pdf/nihms707260.pdf

Espinoza, K. y Muñoz, O. (2016). *Control de fatiga y posicionamiento de flota de acarreo mediante el sistema Wombat – Minería superficial*. [Tesis - UPN]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. https://hdl.handle.net/11537/10684

Horberry, T., Harris, J., Cliff, D., Dodshon, P., Lee, J., Lim, N. y Way, K. (2023). Fatigue management in mining: current practices and future directions. *Journal of work health and safety regulation*, 2(2), 145-155. https://doi.org/10.57523/jaohlev.oa.23-004

Laquiticona, N. (2022). *Muestreo de los incidentes y eventos del sistema de detección de somnolencia y distracción en el área de operaciones mina de la unidad minera Cuajone – Moquegua*". [Tesis - UNAM]. Repositorio de la Universidad Nacional de Moquegua. https://hdl.handle.net/20.500.14655/444

La Razón (18 de junio de 2021). *Accidente de autobús que transportaba mineros deja 27 muertos en Perú*. Consultado el 01 de febrero de

2025 en https://www.la-razon.com/lr-article/accidente-de-autobus-que-transportaba-mineros-deja-27-muertos-en-peru/

Li, T., Chang, B., Sun, Y., Zhou, Y., Zhou, B., y Zhang, L. (2025). Development and Application of a Generalized Fatigue Driving Monitoring System for Open-Pit Mining Vehicles: A Case Study in a Myanmar Copper Mine. *Results in Engineering*, 105206. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105206

Maldonado, L. (2024). *Implementación del sistema de control de fatiga y somnolencia en los conductores de equipos livianos para la reducción de incidentes laborales en Sociedad Minera Reliquias S.A.C*. [Tesis – Universidad Nacional del Centro]. Repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú. http://hdl.handle.net/20.500.12894/11648

Martínez, J. y Fábregas, R. (2019). *Diseño de un programa de manejo de fatiga laboral para mina de carbón subterránea en Cundinamarca. [Tesis de posgrado – Universidad ECCI*]. Repositorio de la Universidad ECCI. https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3048

Ministerio de Energía y Minas (2016). *D.S. Nº024-2016-EM Aprueban Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*. Disponible en https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/741887-024-2016-em

Molina, D. (2024). *Eficacia del plan de prevención de fatiga y somnolencia para la reducción del índice de accidentabilidad en los conductores de la contratista minera MOTA ENGIL PERÚ S.A. de la Minera*

Chinalco Perú – 2024. [Tesis - UTP]. Repositorio de la Universidad Tecnológica del Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12867/10463

Paiva, J. (2017). *Propuesta de un plan de control de fatiga para los trabajadores de la empresa minera Arirahua S.A. Condesuyos, Arequipa, 2015*. [Tesis - UTP]. Repositorio de la Universidad Tecnológica del Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12867/956

Pandey,P. y Mishra, M. (2015). *Research Methodology: Tools And Techniques*. Bridge Center. Romania. ISBN 978-606-93502-7-0

Real Academia Española (2025). *Fatiga*. https://dle.rae.es/fatiga?m=form

Romaní, G. (2024). *Implementación de relojes inteligentes para la disminución de probabilidad de incidentes causados por fatiga y/o somnolencia en conductores en U.M. Pierina*. [Tesis - PUCP]. Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú. http://hdl.handle.net/20.500.12404/29175

Sikander, G., y Anwar, S. (2018). Driver Fatigue Detection Systems: A Review. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 1–14. doi:10.1109/tits.2018.2868499

Sleep Intelligence (2025). *Nuestra Plataforma iSleep*. Consultado el 12 de enero de 2025 en https://sleepintelligence.net/sistema/

Tong J. y Vigil C. (2017). *Implementación del sistema antifatiga GuardVant para la prevención de accidentes laborales en el área de operaciones Mina e la Unidad Minera Cuajone - Moquegua – 2016*. [Tesis – UTP]. Repositorio de la Universidad Tecnológica del Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12867/860

Torres, M. y Ziegler, A. (2023). *Implementación de un plan de control de fatiga y somnolencia para la reducción de accidentes en la empresa de perforación diamantina MDH-PD SAC*. [Tesis - UPC]. Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias. http://hdl.handle.net/10757/670719

Vega, D. (2022). *Propuesta de un plan de control de fatiga para reducir accidentes y sus costos asociados en conductores de la minera Summa Gold Corporation 2020*. [Tesis - UPN]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. https://hdl.handle.net/11537/30838

Wang, Y., He, Z. y Wang, L. (2021). Truck Driver Fatigue Detection Based on Video Sequences in Open-Pit Mines. *Mathematics*, 9, 2908. https://doi.org/10.3390/math9222908

Xiaomi (2025). *Xiaomi Smart Band 7 GL*. Consultado el 12 de enero de 2025 de https://xiaomioficial.pe/xiaomi-smart-band-7-gl

VIII. ANEXOS

8.1. Matriz de Consistencia

Tabla 15

Matriz de Consistencia

Problema de investigación	Objetivos de la Investigación	Hipótesis de la Investigación	Metodología de la investigación	Variables de la investigación
Interrogante General ¿Cómo reducir los indicadores de fatiga y somnolencia en operadores de equipos con el uso del Sistema iSleep en una unidad minera a tajo abierto?	Reducir los indicadores de fatiga y somnolencia de los operadores de equipos a través del uso del Sistema iSleep en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua.	El uso del Sistema iSleep tiene un efecto significativo en la reducción de los indicadores de fatiga y somnolencia de los operadores de equipos en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua.	**Lugar de estudio** Una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua. **Tipo de investigación** Aplicada **Enfoque de la investigación** Cuantitativa **Nivel de la investigación** Explicativo **Diseño de la investigación** No experimental **Población** Todos los operadores de equipos de la unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua en el año 2025 y 2026. **Muestra** 55 operadores de equipos que laboran en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua en el año 2025 y 2026.	**Variable independiente** X: Sistema iSleep **Dimensiones** X1: Uso de reloj inteligente (% de operadores que usan el reloj) **Variable dependiente** Y: Indicadores de fatiga y somnolencia. **Dimensiones** Y1: Reportes de fatiga y somnolencia. (Riesgo Alto, Moderado, bajo y crítico) Y2: Eventos de microsueño. (Leves, Moderados y Críticos)
Interrogante específica Nº01 ¿Cuál es el efecto del uso del Sistema iSleep en la reducción de reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado que pueden producir incidentes o accidentes en las operaciones en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua?	Reducir el número de reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado que pueden producir incidentes y accidentes en las operaciones mediante el uso del Sistema iSleep en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua.	El uso del Sistema iSleep reduce significativamente los reportes de fatiga y somnolencia con riesgo alto y moderado que pueden producir incidentes y accidentes en la operación de equipos en una unidad minera a tajo abierto.		
Interrogante específica Nº02 ¿En qué medida el uso del Sistema iSleep incide en la reducción de incidentes y/o accidentes en las operaciones de equipos en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua?	Reducir los eventos de microsueño de los operadores de a través del uso del Sistema iSleep en una unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua.	El uso del Sistema iSleep reduce significativamente el número de eventos de microsueño producidos por fatiga y somnolencia en la operación de equipos en la unidad minera a tajo abierto ubicada en Moquegua.		

8.2. Especificaciones reloj inteligente XIAOMI BAND 7

Dimensiones	46,5 mm x 20,7 mm x 12,25 mm *Las dimensiones de altura, anchura y grosor excluyen la correa y los salientes Peso: 13,5 g
Correa de la pulsera	Tamaño: 160-224 mm Material: TPU Hebilla de la pulsera: aleación de aluminio
Pantalla	Pantalla táctil AMOLED de 1,62" Resolución: 192 x 490 píxeles, 326 ppp Brillo: hasta 500 nits, ajustable Cristal templado con revestimiento antihuellas Diseños de pantalla: más de 100 Área de visualización aproximadamente un 25 % mayor* *El área de visualización de la Xiaomi Smart Band 7 es aproximadamente un 25 % mayor que el de la Mi Smart Band 6. Datos obtenidos de Huami Labs.
Sensores	Sensor de 6 ejes de alta precisión y sensor de frecuencia cardiaca PPG: Acelerómetro de 3 ejes de bajo consumo y giroscopio de 3 ejes Sensor de frecuencia cardiaca PPG
Batería	Tipo de carga: carga magnética Tiempo de carga: ≤2 horas

Pantalla	Pantalla táctil AMOLED de 1,62" Resolución: 192 x 490 píxeles, 326 ppp Brillo: hasta 500 nits, ajustable Cristal templado con revestimiento antihuellas Diseños de pantalla: más de 100 Área de visualización aproximadamente un 25 % mayor* *El área de visualización de la Xiaomi Smart Band 7 es aproximadamente un 25 % mayor que el de la Mi Smart Band 6. Datos obtenidos de Huami Labs.
Sensores	Sensor de 6 ejes de alta precisión y sensor de frecuencia cardiaca PPG: Acelerómetro de 3 ejes de bajo consumo y giroscopio de 3 ejes Sensor de frecuencia cardiaca PPG
Batería	Tipo de carga: carga magnética Tiempo de carga: ≤2 horas Tiempo de uso típico: ≥14 días Capacidad: 180 mAh
Aptitud física	Más de 110 modos deportivos 5 modos de detección automática: correr al aire libre, caminar, cinta de correr, máquina de remo y elíptica Más funciones VO_2 máx Efecto de entrenamiento Carga de entrenamiento Duración de la recuperación

Fuente: [Xiaomi Smart Band 7 Especificaciones - Xiaomi España]

8.3. Reporte de capacitaciones en Fatiga y Somnolencia

REPORTE DE CAPACITACIONES - MES DE ENERO - 2026											
Proyecto:		**Servicios Complementarios de Mina**						**Fecha de Actualización:**		**25/05/2026**	
Area	**Turno**	**Fecha**	**Hora**	**Tema**	**Expositor**	**N° Asistentes**	**Duración (Minutos)**	**Total de HHC**	**Tipo de Capacitación**	**Duración (Horas)**	**Semana**
OPERACIONES	DIA	22/01/2026	06:30:00	FATIGA Y SOMNOLENCIA	Claudia Otiniano Pozo	50	60	50	Capacitacion Mensual	1	

TOTAL HHC	**50**

REPORTE DE CAPACITACIONES - MES DE ENERO - 2026

Proyecto:		Servicios Complementarios de Mina						Fecha de Actualización:		25/05/2026	
Area	**Turno**	**Fecha**	**Hora**	**Tema**	**Expositor**	**N° Asistentes**	**Duración (Minutos)**	**Total de HHC**	**Tipo de Capacitación**	**Duración (Horas)**	**Semana**
OPERACIONES	DIA	14/02/2026	06:30:00	FATIGA Y SOMNOLENCIA	C.O.P.	31	60	31	Capacitacion Mensual	1	
OPERACIONES	DIA	12/02/2026	10:30:00	FATIGA Y SOMNOLENCIA PARA LÍDERES DE ÁREA	C.O.P.	12	60	12	Capacitacion Anual	1	

TOTAL HHC	**43**

REPORTE DE CAPACITACIONES - MES DE MARZO - 2026

Area	Servicios Complementarios de Mina	Fecha de Actualización:	25/05/2026

Area	Turno	Fecha	Hora	Tema	N° Asistentes	Duración (Minutos)	Total de HHC	Tipo de Capacitación	Duración (Horas)	Semana
OPERACIONES	DIA	09/03/2026	13:00:00	ESTANDAR OPERATIVO DE GESTIÓN DE FATIGA_SOMNOLENCIA	2	60	2	Capacitación Personal Nuevo	1.0	
OPERACIONES	DIA	18/03/2026	13:00:00	ESTANDAR OPERATIVO DE GESTIÓN DE FATIGA_SOMNOLENCIA	2	60	2	Capacitación Personal Nuevo	1.0	
OPERACIONES	DIA	30/03/2026	13:00:00	AA-QLL-SHE-ESO-0016: ESTANDAR OPERATIVO DE GESTIÓN DE FATIGA_SOMNOLENCIA	1	60	1	Capacitación Personal Nuevo	1.0	
OPERACIONES	DIA	30/03/2026	15:00:00	ESTÁNDAR OPERATIVO DE CONTROL DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN AL SÍLICE	1	60	1	Capacitación Personal Nuevo	1.0	
OPERACIONES	DIA	30/03/2026	06:30:00	PLAN DE FATIGA Y SOMNOLENCIA 2026	46	30	23	Capacitación Personal Nuevo	0.5	
OPERACIONES	DIA	05/03/2026	06:30:00	Fatiga y somnolencia	44	60	44	Capacitacion Mensual	1.0	

TOTAL HHC	74

8.4. Programa anual de capacitación

Figura 12

Programa anual de capacitación del año 2025

ITEM	TEMA	TIPO DE CURSO	RESPONSABLE	DIRIGIDO A	DURACIÓN (HRS)	2025																							
						ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SET		OCT		NOV		DIC	
						P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E
COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN TRABAJO																													
1	Funciones y Responsabilidades del Comité SSO	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Comité de SSO	1									X															
2	Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional - Ley 29783 y DS 024-2016 EM, sus modificatorias y normas aplicables.	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Comité de SSO	1									X															
ANEXO 05 (D.S. N° 024 - 2016 - EM y sus Modificatorias D.S. N° 023 - 2017 - EM / D.S. N° 034-2023-EM)																													
3	Inducción de Seguridad	ANEXO N°05	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Hombre Nuevo	8			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
4	Inducción de Gestión Ambiental	ANEXO N°05	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Hombre Nuevo	2			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
5	Inducción de Respuesta a Emergencias y Salud Ocupacional	ANEXO N°05	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Hombre Nuevo	2			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
6	Capacitación especifica en el área de trabajo.	ANEXO N°05	Jefatura de área	Hombre Nuevo	16			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
7	Plan para la vigilancia, prevención y control del COVID-19 en el trabajo.	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Hombre Nuevo	1			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
8	Prevención del contagio, propagación y estigmatización en el centro de trabajo .	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Hombre Nuevo	1			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
ANEXO 06 (D.S. N° 024 - 2016 - EM y sus Modificatorias D.S. N° 023 - 2017 - EM / D.S. N° 034-2023-EM)																													
9	Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional basado en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y Política de Seguridad y Salud Ocupacional. Norma ISO 45001.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	3											X													
10	Notificación, investigación y reporte de incidentes, incidentes peligrosos, accidentes de trabajo e incidentes ambientales.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	3											X													
11	Liderazgo y motivación, Seguridad basada en el comportamiento.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	2													X											
12	Respuesta a emergencias por áreas especificas.(Emergencias de Seguridad y Ambiental)	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	4													X											
13	IPERC	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	4							X																	
14	Trabajos en altura	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	4							X																	
15	Mapa de riesgos y riesgos psicosociales.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	4															X									
16	Significado y uso del código de señales y colores.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2															X									
17	Auditoria, fiscalización e inspección de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	3																	X							
18	Primeros auxilios.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2							X																	
19	Prevención y protección contra incendios.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2							X																	
20	Estándares y procedimiento escrito de trabajo seguro por actividades.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2																	X							
21	Higiene ocupacional (agentes físicos, químicos, biológicos), Disposición de residuos sólidos. Control de sustancias peligrosas.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2															X									
22	Manejo defensivo y/o transporte de personal.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	4							X																	
23	Comité de Seguridad y Salud Ocupacional, RISSO y PASSO.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	3													X											
24	Seguridad en oficina y ergonomía en el área de trabajo.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2																					X			
25	Riesgos eléctricos.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	3									X															
26	Prevención de accidentes por desprendimiento de rocas.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	3																			X					
27	El uso del equipo de protección personal (EPP)	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2																			X					
28	Manejo de materiales peligrosos (MATPEL)	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1							X																	
ARTICULO 75 - De acuerdo a las funciones del puesto de trabajo (D.S. N° 024 - 2016 - EM y sus Modificatorias D.S. N° 023 - 2017 - EM / D.S. N° 034-2023-EM)																													
29	Prevención de caída de rocas.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
30	Trabajos con energia eléctrica.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
31	Bloqueo de energías peligrosas (Eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática y otros)	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
32	Trabajos en caliente.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
33	Trabajos en espacios confinados.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
34	Ubicación, uso y control de sustancias y/o materiales peligrosos, incluyendo la disponibilidad de antídotos para casos de emergencia (MATPEL).	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
35	Uso de la información de la hoja de datos de seguridad de materiales (HDSM -MSDS).	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
36	Sistemas de izaje.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
37	Trabajos a diferente nivel con riesgo de caida	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
38	Seguridad con herramientas manuales, eléctricas y de poder	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
39	Vigias y Cuadradores	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
40	Manejo de materiales, insumos y residuos sólidos peligrosos.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
41	Trabajo de Excavaciones y Zanjas	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
42	Manejo y disposición de los residuos solidos considerando las etapas y procesos.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
MEDIO AMBIENTE (DS 040-2014-EM Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero)																													
43	Identificación de aspectos y evaluación de riesgos ambientales	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1					X																			
44	Patrimonio arqueológico	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1							X																	
45	Gestión de la Biodiversidad	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1									X															
46	Calidad de aire en Quellaveco	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1											X													
47	Marco legal ambiental	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1													X											
48	Gestión de Incidentes	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1															X									
49	Gestión Integral de Residuos	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1																	X							
50	Gestión de la Biodiversidad	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1																			X					
51	Patrimonio arqueológico	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1																					X			
52	Respuesta a emergencias para eventos ambientales	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1																							X	
SALUD OCUPACIONAL																													
53	Fatiga y somnolencia.	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	1							X																	
54	Impacto del estrés en la salud física y mental.	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	1											X													
55	Reanimación cardiopulmonar.	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	1													X											
56	Hipoacusia inducida por ruido	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	1																	X							
57	Neumoconiosis, silicosis y protección respiratoria.	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	1																					X			
ARTICULO 77 (D.S. N° 024 - 2016 - EM y sus Modificatorias D.S. N° 023 - 2017 - EM / D.S. N° 034-2023-EM)																													
58	Capacitación de Brigadas de emergencia	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Brigadistas	1											X				X				X				X	

Figura 13

Programa anual de capacitación de servicios complementarios de mina del año 2025

ITEM	TEMA	TIPO DE CURSO	RESPONSABLE	DIRIGIDO A	DURACIÓN (HRS)	2026																							
						ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SET		OCT		NOV		DIC	
						P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E
OMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN TRABAJO																													
1	Funciones y Responsabilidades del Comité SSO	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Comité de SSO	1									X															
2	Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional - Ley 29783 y DS 024-2016 EM, sus modificatorias y normas aplicables.	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Comité de SSO	1									X															
NEXO 05 (D.S. N° 024 - 2016 - EM y sus Modificatorias D.S. N° 023 - 2017 - EM / D.S. N° 034-2023-EM)																													
3	Inducción de Seguridad	ANEXO N°05	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Hombre Nuevo	8			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
4	Inducción de Gestión Ambiental	ANEXO N°05	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Hombre Nuevo	2			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
5	Inducción de Respuesta a Emergencias y Salud Ocupacional	ANEXO N°05	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Hombre Nuevo	2			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
6	Capacitación especifica en el área de trabajo.	ANEXO N°05	Jefatura de área	Hombre Nuevo	16			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
7	Plan para la vigilancia, prevención y control del COVID-19 en el trabajo.	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Hombre Nuevo	1			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
8	Prevención del contagio, propagación y estigmatización en el centro de trabajo .	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Hombre Nuevo	1			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
NEXO 06 (D.S. N° 024 - 2016 - EM y sus Modificatorias D.S. N° 023 - 2017 - EM / D.S. N° 034-2023-EM)																													
9	Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional basado en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y Política de Seguridad y Salud Ocupacional. Norma ISO 45001.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	3											X														
10	Notificación, investigación y reporte de incidentes, incidentes peligrosos, accidentes de trabajo e incidentes ambientales.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	3											X														
11	Liderazgo y motivación, Seguridad basada en el comportamiento.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	2													X												
12	Respuesta a emergencias por áreas especificas.(Emergencias de Seguridad y Ambiental)	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	4													X												
13	IPERC	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	4							X																		
14	Trabajos en altura	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	4							X																		
15	Mapa de riesgos y riesgos psicosociales.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	4															X										
16	Significado y uso del código de señales y colores.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2															X										
17	Auditoría, fiscalización e inspección de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	3																	X								
18	Primeros auxilios.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2							X																		
19	Prevención y protección contra incendios.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2							X																		
20	Estándares y procedimiento escrito de trabajo seguro por actividades.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2																	X								
21	Higiene ocupacional (agentes físicos, químicos, biológicos), Disposición de residuos sólidos. Control de sustancias peligrosas.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2															X										
22	Manejo defensivo y/o transporte de personal.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	4							X																		
23	Comité de Seguridad y Salud Ocupacional, RISSO y PASSO.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	3													X												
24	Seguridad en oficina y ergonomía en el área de trabajo.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2																					X				
25	Riesgos eléctricos.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	3									X																
26	Prevención de accidentes por desprendimiento de rocas.	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	3																			X						
27	El uso del equipo de protección personal (EPP)	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	2																			X						
28	Manejo de materiales peligrosos (MATPEL)	ANEXO N°06	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1							X																		
RTICULO 75 - De acuerdo a las funciones del puesto de trabajo (D.S. N° 024 - 2016 - EM y sus Modificatorias D.S. N° 023 - 2017 - EM / D.S. N° 034-2023-EM)																													
29	Prevención de caída de rocas.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
30	Trabajos con energia eléctrica.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
31	Bloqueo de energías peligrosas (Eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática y otros)	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
32	Trabajos en caliente.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
33	Trabajos en espacios confinados.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
34	Ubicación, uso y control de sustancias y/o materiales peligrosos, incluyendo la disponibilidad de antídotos para casos de emergencia (MATPEL).	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
35	Uso de la información de la hoja de datos de seguridad de materiales (HDSM -MSDS).	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
36	Sistemas de izaje.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
37	Trabajos a diferente nivel con riesgo de caida	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
38	Seguridad con herramientas manuales, eléctricas y de poder	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
39	Vigias y Cuadradores	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
40	Manejo de materiales, insumos y residuos sólidos peligrosos.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
41	Trabajo de Excavaciones y Zanjas	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
42	Manejo y disposición de los residuos solidos considerando las etapas y procesos.	ART°75	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Por puesto de trabajo	1					X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
EDIO AMBIENTE (DS 040-2014-EM Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero)																													
43	Identificación de aspectos y evaluación de riesgos ambientales	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1					X																				
44	Patrimonio arqueológico	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1							X																		
45	Gestión de la Biodiversidad	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1									X																
46	Calidad de aire en Quellaveco	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1											X														
47	Marco legal ambiental	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1													X												
48	Gestión de Incidentes	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1															X										
49	Gestión Integral de Residuos	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1																	X								
50	Gestión de la Biodiversidad	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1																			X						
51	Patrimonio arqueológico	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1																					X				
52	Respuesta a emergencias para eventos ambientales	Capacitación	Ingeniero de Medio Ambiente	Todo el personal	1																							X		
ALUD OCUPACIONAL																													
53	Fatiga y somnolencia.	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	1							X																		
54	Impacto del estrés en la salud física y mental.	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	1											X														
55	Reanimación cardiopulmonar.	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	1													X												
56	Hipoacusia inducida por ruido	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	1																	X								
57	Neumoconiosis, silicosis y protección respiratoria.	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Todo el personal	1																					X				
RTICULO 77 (D.S. N° 024 - 2016 - EM y sus Modificatorias D.S. N° 023 - 2017 - EM / D.S. N° 034-2023-EM)																													
58	Capacitación de Brigadas de emergencia	Capacitación	Jefe de SSOMA / Ingeniero de SSOMA	Brigadistas	1											X				X				X				X		

8.5. Controles aplicados para la gestión de riesgos relacionados a la fatiga y somnolencia

Tabla 16

Controles aplicados de acuerdo con el Plan de Fatiga y Somnolencia

N°	Control aplicado	Descripción del control	Tipo de control
1	Capacitaciones en liderazgo visible	Capacitación para prevenir estrés, fatiga y desmotivación	Administrativo
2	Pausas activas	Ejercicios físicos cortos para elevar el estado de alerta y reducir fatiga	Administrativo / Preventivo
3	Plan de control y prevención de fatiga y somnolencia	Aplicación integral del plan para prevenir eventos asociados a fatiga	Administrativo
4	Reglamento interno de trabajo	Control de jornadas y cumplimiento de descansos	Administrativo
5	Capacitación en conducción segura	Entrenamiento para prevenir pérdida de control por somnolencia	Preventivo
6	Monitoreo mediante Smartband	Implementación de relojes inteligentes para monitoreo de sueño	Ingeniería / Tecnológico
7	Control de sobrecarga laboral	Aplicación del reglamento SST y control de jornadas	Administrativo
8	Jornada máxima de 12.30 horas	Límite de jornada diaria incluyendo descanso y alimentación	Administrativo
9	Descanso mínimo diario	Obligación de dormir mínimo 6 horas efectivas	Preventivo
10	Prohibición de operar tras 14 horas continuas	Restricción para conducir u operar luego de jornadas prolongadas	Administrativo / Seguridad
11	24 horas libres entre cambio de turno	Descanso obligatorio al pasar de turno día a noche o viceversa	Administrativo
12	Horarios establecidos de sueño y descanso	Programación formal de tiempos libres y sueño reparador	Administrativo
13	Restricción de turnos extendidos nocturnos	No se permiten extensiones en turno noche	Administrativo
14	Permiso de trabajo extendido	Autorización formal para jornadas extendidas	Administrativo
15	Compensación de horas adicionales	Retraso de ingreso equivalente a horas extras trabajadas	Administrativo
16	Régimen 14x7	Sistema de trabajo con 14 días laborados y 7 de descanso	Administrativo
17	Descanso previo para ampliación de permanencia	Obligación de descanso antes de extender permanencia en obra	Preventivo
18	Inspecciones de zonas de pernocte	Verificación de condiciones adecuadas para dormir	Preventivo
19	Control de horarios de ingreso a pernocte	Verificación del cumplimiento de horarios de descanso	Administrativo
20	Evaluación médica ocupacional	Seguimiento médico a trabajadores con signos de fatiga	Preventivo / Médico
21	Evaluación psicosocial	Evaluaciones psicológicas y de factores de riesgo psicosocial	Preventivo / Médico
22	Orientación en higiene del sueño	Capacitación sobre hábitos de sueño reparador	Preventivo
23	Capacitación en nutrición y alimentación	Educación alimentaria para reducir fatiga	Preventivo
24	Campañas preventivas de salud mental	Sensibilización sobre estrés, autocuidado y resiliencia	Preventivo
25	Reportes de alerta de fatiga	Sistema de notificación de hallazgos de Sleep Intelligence	Monitoreo
26	Pausas de sueño	Descansos autorizados de 20 a 30 minutos para recuperar alerta	Preventivo
27	Control de alcohol y drogas	Restricción de sustancias que afecten el estado de alerta	Preventivo / Administrativo
28	Detención de trabajo por somnolencia	Facultad de detener actividades si existe fatiga excesiva	Preventivo
29	Reuniones de seguridad	Charlas de inicio de jornada relacionadas a fatiga y somnolencia	Preventivo

N°	Control aplicado	Descripción del control	Tipo de control
30	Exámenes médicos ocupacionales	Evaluaciones médicas periódicas relacionadas a fatiga	Preventivo
31	Cuestionarios de evaluación	Aplicación de cuestionarios para detección de fatiga	Preventivo / Monitoreo
32	Seguimiento de casos positivos	Monitoreo a trabajadores identificados con fatiga	Correctivo / Médico
33	Control de medicación y automedicación	Seguimiento del uso de medicamentos que generen somnolencia	Preventivo / Médico
34	Gestión de incidentes por fatiga	Investigación y control de incidentes asociados a somnolencia	Correctivo
35	Check list de identificación de riesgos	Herramienta de verificación de condiciones de fatiga	Preventivo
36	Check list de habitaciones	Inspección de condiciones de descanso	Preventivo
37	Registro de pausas por fatiga	Control documentado de pausas realizadas	Administrativo
38	Declaración jurada de fatiga y somnolencia	Autoevaluación de conductores y operadores	Preventivo
39	Programa de capacitaciones	Cronograma de formación sobre fatiga y somnolencia	Preventivo
40	Carta de compromiso	Compromiso formal de cumplimiento del plan	Administrativo
41	Ficha de alimentos que favorecen el sueño	Guía nutricional para mejorar descanso	Preventivo
42	Consentimiento para monitoreo de sueño	Autorización para uso de monitoreo Sleep Intelligence	Administrativo
43	Ficha médica del programa	Evaluación clínica específica del programa	Preventivo / Médico
44	Ficha de condiciones para sueño reparador	Verificación de hábitos y condiciones de descanso	Preventivo
45	Ficha de signos y síntomas	Evaluación de síntomas de fatiga en conductores y operadores	Preventivo
46	Letreros informativos en habitaciones	Recordatorios para promover descanso adecuado	Preventivo

8.6. Eventos de alerta de microsueño registrados en operaciones de mina, detectados mediante el sistema de gestión de fatiga y somnolencia OAS-HXGn

Tabla 17

Resumen de eventos de alerta de microsueño detectados mediante el sistema OAS-HXGn en operaciones mina

N.º	Fecha del evento	Hora aprox.	Tipo de alerta / evento	Equipo / unidad	Actividad	Ubicación	Acción inmediata	Factores relevantes
1	19/04/2025	06:07	Somnolencia / alerta OAS	Camioneta 102-COM	Traslado de personal	Vía Planta Mina km 08+500 / Plataforma Culvert	Se detuvo la actividad del conductor y se inició investigación	No reporte oportuno de medicación y alerta OAS; falta de seguimiento a atenciones médicas; supervisión no verificó condición de salud.
2	27/06/2024	04:52	Micro sueño moderado / MS moderado	Motoniveladora 109-COM	Mantenimiento de vías	Botadero Murciélago	Se paralizó la actividad, se estacionó en zona segura y se realizaron pausas activas	Fatiga y somnolencia; operador no reportó síntomas antes del evento; oportunidad de reforzar controles de fatiga.
3	09/08/2025	05:17	Micro sueño moderado / MS moderado	Motoniveladora 109-COM	Limpieza / mantenimiento de vías	Rampa Olazábal	Se detuvo la motoniveladora, se estacionó fuera de carriles autónomos y se realizaron pausas activas	El operador sintió fatiga, se detuvo brevemente y luego continuó; falta de acción preventiva inmediata ante síntomas.
4	23/11/2025	11:57	Micro sueño moderado	Camioneta 103-COM	Ploteo de equipo	Cruce Fase 7 Norte y 4 Norte / Malla de perforación desde Zaranda Sur	Se detuvo la camioneta y se estacionó fuera de carriles autónomos	No se reportó cansancio; IPERC no adecuado para la tarea de ploteo; controles insuficientes de descanso en Moquegua.
5	04/12/2025	07:50	Micro sueño bajo — 03 alertas	Camioneta 103-COM	Traslado de personal	Chancadora Primaria	Se detuvo la camioneta y se estacionó en zona segura fuera de carriles autónomos	Alertas previas no reportadas de inmediato; cambio de guardia y traslado inusual; planificación y supervisión deficientes.
6	22/01/2026	01:26	Micro sueño moderado	Volquete 112-COM	Acarreo de material	Plataforma Zaranda – Cantera Sur	Se detuvo el volquete y se estacionó en zona segura	Fatiga por cambios de programación día/noche; descanso interrumpido por alarmas; incumplimiento del plan de fatiga y roster aprobado.

8.7. Reportes mensuales de eventos de fatiga y somnolencia

Figura 14

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de febrero 2025

OPERADOR	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	3	24	9
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	3	24	9
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	1	26	5
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	1	26	5
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	2	25	7
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1			3	25	6
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1			3	25	6
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1			3	25	6
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	3	24	9
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1			4	24	8
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1		27	3
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	4	23	11
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1			3	25	6
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	3	24	9
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0

OPERADOR	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	26	4
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	26	4
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1			3	25	6
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1			3	25	6
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	26	4
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1			3	25	6
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	27	2
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Feb	2025	MINERÍA - GRUPO 1				28	0

Figura 15

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de marzo 2025

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1		0	2	29	4
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	2	28	7
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	2	28	7
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	3	27	9
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			3	28	6
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1			3	28	6
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Mar	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0

Figura 16

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de abril 2025

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	1	28	5
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	2	27	7
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	3	26	9
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	1	28	5
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	28	4
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1		0	2	28	4
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	28	4
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	2	27	7
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1		0	1	29	2
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	2	27	7
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Apr	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0

Figura 17

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de mayo 2025

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1		30	3
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1		0	1	30	2
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	3	27	9

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	1	29	5
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	1	29	5
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	May	2025	MINERÍA - GRUPO 1			4	27	8

Figura 18

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de junio 2025

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1		0	3	27	6
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	2	27	7
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1		0		30	0
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	28	4
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1		0	1	29	2
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	28	4
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1		0	1	29	2

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1		29	3
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	28	4
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	1	28	5
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	28	4
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1		29	3
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Jun	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0

Figura 19

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de julio 2025

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	1	29	5
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1		0		31	0

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1		30	3
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Jul	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2

Figura 20

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de agosto 2025

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1		30	3
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	1	29	5
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	1	29	5
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Aug	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0

Figura 21

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de setiembre 2025

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy crítico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy crítico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1		29	3
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Sep	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0

Figura 22

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de octubre 2025

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy crítico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1		0	1	30	2
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1		0		31	0
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy crítico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1		2		29	6
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Oct	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0

Figura 23

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de noviembre 2025

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	1	28	5
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	28	4
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1		29	3
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1		29	3
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy crítico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Nov	2025	MINERÍA - GRUPO 1				30	0

Figura 24

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de diciembre 2025

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	2	28	7
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1	1	1	1	28	9
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1		1	1	29	5
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Dec	2025	MINERÍA - GRUPO 1				31	0

Figura 25

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de enero 2026

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1		0		31	0
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1		1	2	28	7
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1		1		30	3
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1		1		30	3
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Jan	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0

Figura 26

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de febrero 2026

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	27	2
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	27	2
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	27	2
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	27	2
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1		1		27	3
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-34	Xiaomi Band	sleep01	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	27	2
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	27	2
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	27	2
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1		1		27	3
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Feb	2026	MINERÍA - GRUPO 1				28	0

Figura 27

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de marzo 2026

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1		1		30	3
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1		1		30	3
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1		3		28	9
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	30	2
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1			2	29	4
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Mar	2026	MINERÍA - GRUPO 1				31	0

Figura 28

Reporte de eventos de fatiga y somnolencia del mes de abril 2026

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-01	Xiaomi Band	fe.344	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-02	Xiaomi Band	fe.324	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-03	Xiaomi Band	fe.352	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-04	Xiaomi Band	fe.350	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-05	Xiaomi Band	fe.368	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-06	Xiaomi Band	fe.328	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-07	Xiaomi Band	fe.358	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.358	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.358	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-08	Xiaomi Band	fe.345	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-09	Xiaomi Band	fe.369	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-10	Xiaomi Band	fe.339	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-11	Xiaomi Band	fe.333	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1		1	4	25	11
OP-12	Xiaomi Band	fe.353	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-13	Xiaomi Band	fe.336	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-16	Xiaomi Band	fe.343	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-17	Xiaomi Band	fe.346	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-18	Xiaomi Band	fe.359	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-20	Xiaomi Band	fe.367	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-22	Xiaomi Band	fe.338	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-23	Xiaomi Band	fe.335	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-24	Xiaomi Band	fe.348	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-25	Xiaomi Band	fe.329	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-27	Xiaomi Band	fe.366	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-28	Xiaomi Band	fe.341	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-29	Xiaomi Band	fe.347	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-31	Xiaomi Band	fe.326	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0

Operador	Smartband	Código	Mes	Año	Grupo	Riesgo muy critico	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Deuda de sueño (Horas)
OP-32	Xiaomi Band	fe.321	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-33	Xiaomi Band	fe.356	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-35	Xiaomi Band	fe.331	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-36	Xiaomi Band	fe.330	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-37	Xiaomi Band	fe.342	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-38	Xiaomi Band	fe.360	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-39	Xiaomi Band	fe.365	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-40	Xiaomi Band	fe.322	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-41	Xiaomi Band	fe.354	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-43	Xiaomi Band	fe.351	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-44	Xiaomi Band	fe.362	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-47	Xiaomi Band	fe.355	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-48	Xiaomi Band	fe.363	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-49	Xiaomi Band	fe.357	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-50	Xiaomi Band	fe.337	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-51	Xiaomi Band	fe.349	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-52	Xiaomi Band	fe.334	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1			1	29	2
OP-53	Xiaomi Band	fe.340	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-54	Xiaomi Band	fe.332	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-56	Xiaomi Band	fe.327	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-57	Xiaomi Band	fe.323	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-59	Xiaomi Band	fe.361	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0
OP-60	Xiaomi Band	fe.325	Apr	2026	MINERÍA - GRUPO 1				30	0

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 : Angel Antonio Quispe Cuayla
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 45052446
Correo electrónico : tuangelqc@gmail.com
Teléfono/Celular : 985004456

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 : "REDUCCIÓN DE LOS INDICADORES DE FATIGA Y SOMNOLENCIA EN OPERADORES DE EQUIPOS CON EL USO DEL SISTEMA ISLEEP EN UNA UNIDAD MINERA A TAJO ABIERTO".
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 -- Minería, Procesamiento de minerales.
c) Fecha de publicación : 21-07-2026.

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Marcos Luis Quispe Pérez.
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 00481742.
c) ORCID : 0000-0002-8661-3806



FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 45052446
NOMBRES Y APELLIDOS : Angel Antonio Quispe Cuayla

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

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 : 45052446

NOMBRES Y APELLIDOS : Angel Antonio Quispe Cuayla

FECHA : 22-09-2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

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

Yo, Angel Antonio Quispe Cuayla, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado (a) con DNI: N° 45052446, autor(a) de la Tesis / Trabajo de suficiencia profesional titulado "REDUCCIÓN DE LOS INDICADORES DE FATIGA Y SOMNOLENCIA EN OPERADORES DE EQUIPOS CON EL USO DEL SISTEMA ISLEEP EN UNA UNIDAD MINERA A TAJO ABIERTO".

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, 22 de septiembre de 2026.



Huella digital

Nombres y Apellidos:
Angel Antonio Quispe Cuayla
DNI:45052446

Base legal: RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 194-2020-SUNEDU-02-15

Firmado digitalmente por QUISPE PEREZ Marcos Luis FAU 20449347448 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 26.08.2026 17:03:48 -05:00

ANGEL ANTONIO QUISPE CUAYLA

Tesis_Angel Quispe_Final_25ago26.pdf

revision de proyecto de tesis
revision de proyecto de tesis
Universidad Nacional de Moquegua

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3633899044

Fecha de entrega
26 ago 2026, 12:14 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
26 ago 2026, 12:19 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
Tesis_Angel_Quispe_Final_25ago26.pdf

Tamaño del archivo
5.0 MB

165 páginas
40.878 palabras
211.604 caracteres

19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

18% Fuentes de Internet
6% Publicaciones
9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

Texto oculto
1590 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

18% Fuentes de Internet
6% Publicaciones
9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	
hdl.handle.net		3%
2	Trabajos del estudiante	
Universidad Tecnologica del Peru		<1%
3	Internet	
repositorio.unjbg.edu.pe		<1%
4	Trabajos del estudiante	
Universidad Nacional de Moquegua		<1%
5	Internet	
repositorio.uchile.cl		<1%
6	Internet	
repositorio.uni.edu.pe		<1%
7	Internet	
www.coursehero.com		<1%
8	Internet	
repositorio.continental.edu.pe		<1%
9	Internet	
alicia.concytec.gob.pe		<1%
10	Internet	
tesis.pucp.edu.pe		<1%
11	Internet	
name.moriinbo.com		<1%

12 Trabajos del estudiante
Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez <1%

13 Internet
repositorio.undac.edu.pe <1%

14 Internet
repositorio.unap.edu.pe <1%

15 Internet
repositorio.uancv.edu.pe <1%

16 Internet
renati.sunedu.gob.pe <1%

17 Internet
repositorio.unam.edu.pe <1%

18 Internet
repositorioacademico.upc.edu.pe <1%

19 Internet
repositorio.upt.edu.pe <1%

20 Internet
repositorio.unica.edu.pe <1%

21 Internet
repositorio.unamba.edu.pe <1%

22 Internet
repositorio.unsaac.edu.pe <1%

23 Trabajos del estudiante
Curtin University of Technology <1%

24 Trabajos del estudiante
Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC <1%

25 Trabajos del estudiante
Universidad Cesar Vallejo <1%

26 Trabajos del estudiante
Universidad Autonoma de Chile <1%

27 Internet
repositorio.uide.edu.ec <1%

28 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional de Ingenieria <1%

29 Internet
www.grafiati.com <1%

30 Internet
qdoc.tips <1%

31 Trabajos del estudiante
Edith Cowan University <1%

32 Internet
investigarmqr.org <1%

33 Trabajos del estudiante
Universidad Continental <1%

34 Publicación
de Sousa Marques, João Victor. "Wearables: A Tool for Investigating Fatigue in th... <1%

35 Internet
repositorio.utea.edu.pe <1%

36 Internet
repository.javeriana.edu.co <1%

37 Internet
tesis.ucsm.edu.pe <1%

38 Internet
es.slideshare.net <1%

39 Internet
apirepositorio.unu.edu.pe <1%

40 Internet
repositorio.ucv.edu.pe <1%

41 Trabajos del estudiante
Pontificia Universidad Catolica del Peru <1%

42 Trabajos del estudiante
Universidad Tecnologica de los Andes <1%

43 Internet
core.ac.uk <1%

44 Internet
www.researchgate.net <1%

45 Internet
repositorio.unjfsc.edu.pe <1%

46 Internet
repositorio2.eesppsantarosacusco.edu.pe <1%

47 Trabajos del estudiante
Docentes <1%

48 Trabajos del estudiante
learn.uq.edu.au <1%

49 Trabajos del estudiante
unasam <1%

50 Internet
www.la-razon.com <1%

51 Internet
worldwidescience.org <1%

52 Internet
www.sleepintelligence.net <1%

53 Internet
pubmed.ncbi.nlm.nih.gov <1%

54 Internet
repositorio.unapiquitos.edu.pe <1%

55 Internet
www.slideshare.net <1%

56 Internet
repositorio.uct.edu.pe <1%

57 Internet
repositorio.unu.edu.pe <1%

58 Internet
repositorio.unfv.edu.pe <1%

59 Trabajos del estudiante
Blackboard <1%

60 Internet
repositorio.autonoma.edu.pe <1%

61 Internet
repositorio.uniscjsa.edu.pe <1%

62 Trabajos del estudiante
Universidad Tecnológica Ecotec <1%

63 Internet
ijarsct.co.in <1%

64 Trabajos del estudiante
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA <1%

65 Publicación
Velásquez Quispe, Yessica. "Autoestima y asertividad en estudiantes del ciclo ava... <1%

66 Internet
archive.org <1%

67 Internet
repositorio.umch.edu.pe <1%

68	Internet	
www.orpjournal.com		<1%
69	Internet	
www.repositorio.unam.edu.pe		<1%
70	Trabajos del estudiante	
Colegio Salcantay		<1%
71	Internet	
repositorio.unsch.edu.pe		<1%
72	Trabajos del estudiante	
Foundation University, Islmabad		<1%
73	Internet	
idoc.pub		<1%
74	Publicación	
Elvio Tintaya Zegarra, Yony Farfan Robles, Antonio Coronel Molina, Rosa Evangeli...		<1%
75	Trabajos del estudiante	
Facultad De Teología Pontificia Y Civil De Lima		<1%
76	Internet	
repositorio.ecci.edu.co		<1%
77	Internet	
repositorio.epnewman.edu.pe		<1%
78	Internet	
repositorio.unach.edu.pe		<1%
79	Internet	
repositorio.unah.edu.pe		<1%
80	Internet	
www.clubensayos.com		<1%
81	Internet	
www.dspace.espol.edu.ec		<1%

82 Internet
cienciadigital.org <1%

83 Internet
gredos.usal.es <1%

84 Internet
repositorio.ucss.edu.pe <1%

85 Internet
repositorio.unasam.edu.pe <1%

86 Trabajos del estudiante
uninavarra <1%

87 Internet
www.icafe.cr <1%

88 Internet
www.mlsjournals.com <1%

89 Trabajos del estudiante
D.A. de Administración <1%

90 Trabajos del estudiante
ITESM: Instituto Tecnologico y de Estudios Superiores de Monterrey <1%

91 Trabajos del estudiante
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente <1%

92 Publicación
Tiznado Aitken, Ignacio Andres. "Accessibility and Affordability Impacts on Trans... <1%

93 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco <1%

94 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional de Juliaca <1%

95 Internet
islas.uclv.edu.cu <1%

96 Internet
kipdf.com <1%

97 Internet
lareferencia.info <1%

98 Internet
repositorio.uceva.edu.co <1%

99 Internet
repositorio.unsa.edu.pe <1%

100 Trabajos del estudiante
unifranz <1%

101 Internet
www.dpa.umss.edu.bo <1%

102 Trabajos del estudiante
Universidad del Istmo de Panamá <1%

103 Internet
files.core.ac.uk <1%

104 Internet
jurnal.umla.ac.id <1%

105 Internet
repositorio.uladech.edu.pe <1%

106 Trabajos del estudiante
unap <1%

107 Internet
www.state.gov <1%

108 Publicación
T. N Thang, G. P Shivakoti, M Inoue. "Changes in Property Rights, Forest Use and ... <1%

109 Trabajos del estudiante
Universidad Andina del Cusco <1%

110 Internet
pmc.ncbi.nlm.nih.gov <1%

111 Internet
ri.uacj.mx <1%

112 Internet
www.amazon.com <1%

113 Internet
www.monografias.com <1%

114 Publicación
"XXV IUFRO World Congress: Forest Research and Cooperation for Sustainable", X... <1%

115 Publicación
Gonzales Silupu, Madaleyni. "Aprendizaje cooperativo en el desarrollo de la expre... <1%

116 Internet
documentop.com <1%

117 Internet
documents.mx <1%

118 Internet
pesquisa.bvsalud.org <1%

119 Internet
repositorio.uncp.edu.pe <1%

120 Internet
repositorio.unemi.edu.ec <1%

121 Internet
repositorio.unsm.edu.pe <1%

122 Internet
repositorio.upsjb.edu.pe <1%

123 Internet
spanish.xinhuanet.com <1%

124	Internet	
stakeholders.com.pe		<1%
125	Trabajos del estudiante	
unhuancavelica		<1%
126	Internet	
vnexplorer.net		<1%
127	Internet	
www.acnur.org		<1%
128	Internet	
www.psikis.cl		<1%
129	Internet	
www.vademecum.es		<1%
130	Publicación	
WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "PMA de Perforació...		<1%
131	Internet	
convencion.uclv.cu		<1%
132	Internet	
digibuo.uniovi.es		<1%
133	Internet	
es.wikipedia.org		<1%
134	Internet	
proactivo.com.pe		<1%
135	Internet	
repositorio.sanfranciscochincha.edu.pe		<1%
136	Internet	
repositorio.ulc.edu.pe		<1%
137	Internet	
ri-ng.uaq.mx		<1%

138 Internet
transparencia-economica.mef.gob.pe <1%

139 Trabajos del estudiante
uni <1%

140 Internet
upc.aws.openrepository.com <1%

141 Internet
viviendolasalud.com <1%

142 Internet
www.academia.edu <1%

143 Internet
www.degruyterbrill.com <1%

144 Internet
www.glucocontrol.org <1%

145 Internet
www.jcmconsultoria.net <1%

146 Internet
www.mayorgoma.com <1%

147 Internet
www.oceandocs.org <1%

148 Publicación
"Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derech... <1%

149 Publicación
Feliciano Dávila, Melbin. "Compromiso organizacional de los docentes de las escu... <1%

150 Publicación
KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A.. "EIA del Proyecto Constancia-IGA0006961", ... <1%

151 Trabajos del estudiante
Universidad Privada San Juan Bautista <1%

152 Trabajos del estudiante
Universidad del Valle de Guatemala <1%

153 Publicación
Vega Yato, Maria Cecilia | Castro Ingaroca, Nestor Saul | Gomez Vidalon, Roxana ... <1%

154 Internet
chaisr.org <1%

155 Internet
diariomedico.recoletos.es <1%

156 Internet
dspace.espoch.edu.ec <1%

157 Internet
elpais.com <1%

158 Internet
es.scribd.com <1%

159 Internet
fi.ubiobio.cl <1%

160 Internet
gymfinanciero.com <1%

161 Internet
h30115.www3.hp.com <1%

162 Internet
jupiter.gold.ac.uk <1%

163 Internet
lge.com.ec <1%

164 Internet
livrosdeamor.com.br <1%

165 Internet
observatoriorh.cl <1%

166 Internet
pt.scribd.com <1%

167 Internet
regiontumbes.gob.pe <1%

168 Internet
repositorio.uap.edu.pe <1%

169 Internet
repositorio.ucsm.edu.pe <1%

170 Internet
repositorio.ujcm.edu.pe <1%

171 Internet
repositorio.unal.edu.co <1%

172 Internet
repositorio.unc.edu.pe <1%

173 Internet
repositorio.unprg.edu.pe:8080 <1%

174 Internet
repositorio.usmp.edu.pe <1%

175 Internet
repositorio.utp.edu.pe <1%

176 Internet
www.aeet.org <1%

177 Internet
www.arequipanoticias.com <1%

178 Internet
www.boe.es <1%

179 Internet
www.bookdepository.com <1%

180 Internet
www.depeco.econo.unlp.edu.ar <1%

181 Internet
www.edukidsweb.com <1%

182 Internet
www.mazatlan.gob.mx <1%

183 Internet
www.mundogar.es <1%

184 Internet
www.wfbvillage.gov <1%

185 Publicación
"18th Biennial European Conference of the Society for Medical Decision Making, ... <1%

186 Internet
dx.doi.org <1%

187 Publicación
"Communication, Smart Technologies and Innovation for Society", Springer Scien... <1%

188 Publicación
Morales Morales, Luis Gerardo. "Implementar un sistema de gestión en segurida... <1%

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO
N° 713-2026-CU

Moquegua, 14 de octubre de 2026

VISTOS:

La Resolución de Consejo de Facultad N° 548-2026-CF-FAIN-UNAM, de la Facultad de Ingenierías; el Informe N° D0575-2026-UNAM-R-FAIN, emitido por la Decana de la Facultad de Ingenierías; el Informe Técnico N° D0159-2026-UNAM-SG-GT, emitido por la Especialista Administrativo II de Grados y Títulos; el Informe N° D0544-2026-UNAM-R-SG, emitido por el Secretario General de la UNAM; el Proveído N° 5309-2026-R, emitido por el señor Rector; el Acuerdo del Pleno del Consejo Universitario de Sesión Extraordinaria N° 40-2026-SE-CU-UNAM, de fecha 14 de octubre de 2026; y,

CONSIDERANDO:

Que, conforme al 4.° párrafo del artículo 18 de la Constitución Política del Perú, dispone que cada universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico. Y el artículo 8 de la Ley Nº 30220-Ley Universitaria, establece que la referida autonomía inherente a las universidades se ejerce de conformidad con la Constitución y demás normativa aplicable. Concordante con el artículo 1 de la Ley Nº 31520, Ley que establece la autonomía y la institucionalidad de las universidades peruanas, así como la Ley N° 32141, Ley que modifica la Ley N° 30220-Ley Universitaria, a fin de fortalecer la institucionalidad de las universidades públicas licenciadas;

Que, el numeral 59.14 del artículo 59 de la Ley Nº 30220-Ley Universitaria, establece como una de las atribuciones del Consejo Universitario la de conocer y resolver todos los demás asuntos que no estén encomendados a otras autoridades universitarias, en concordancia con el numeral 28 del artículo 20 del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua;

Que, el artículo 59 de la Ley Universitaria-Ley N° 30220, establece las atribuciones del Consejo Universitario, y específicamente el numeral 59.9 establece; Conferir los grados académicos y los títulos profesionales aprobados por las Facultades y Escuela de Posgrado, así como otorgar distinciones honoríficas y reconocer y revalidar los estudios, grados y títulos de universidades extranjeras, cuando la universidad está autorizada por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria. Concordante con el numeral 14, del artículo 20° del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua;

Que, mediante Resolución de Asamblea Universitaria N° 006-2026-AU, de fecha 20 de abril de 2026, se aprobó la incorporación de la Disposición Transitoria N° 22 al Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, referida a la excepción para la emisión de los grados académicos de bachiller y títulos profesionales consignando la denominación de "Facultad de Ingeniería y Arquitectura";

Que, mediante la Resolución de Consejo de Facultad N° 548-2026-CF-FAIN-UNAM, de fecha 30 de setiembre de 2026, el Consejo de Facultad de Ingenierías aprobó el otorgamiento del Título Profesional de Ingeniero de Minas, por la modalidad de Tesis, a tres (3) Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua, de acuerdo al siguiente detalle: MAMANI CAHUI SOFIA, INCA JIMENEZ JULIANA PATRICIA y QUISPE CUAYLA ANGEL ANTONIO;

Que, mediante Informe N° D0575-2026-UNAM-R-FAIN, de fecha 06 de octubre de 2026, la Decana de la Facultad de Ingenierías remite a Secretaría General la Resolución de Consejo de Facultad Nº 548-2026-CF-FAIN-UNAM, de fecha 30 de setiembre de 2026;

Que, mediante Informe Técnico N° D0159-2026-UNAM-SG-GT de fecha 07 de octubre de 2026, e Informe N° D0544-2026-UNAM-R-SG de fecha 09 de octubre de 2026, el Secretario General de la UNAM remite al Rectorado los expedientes para el trámite de Título Profesional de Ingeniero de Minas a favor de los Bachilleres: MAMANI CAHUI SOFIA, INCA JIMENEZ JULIANA PATRICIA y QUISPE CUAYLA ANGEL ANTONIO, 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 exigidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, razón por la cual, el señor Secretario General incluye dichos expedientes como punto de agenda para ser tratado en Sesión Extraordinaria de Consejo Universitario de fecha 14 de octubre de 2026;

Que, el artículo 44° de la Ley N° 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 (...). Asimismo, la Ley N° 31803, modifica el artículo en mención adicionando; La Superintendencia Nacional de Educación

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

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO
N° 713-2026-CU

Moquegua, 14 de octubre de 2026

Superior Universitaria (SUNEDU) determina los criterios, así como establece y supervisa el procedimiento administrativo para el reconocimiento de grados y títulos otorgados en el extranjero, en el marco de la normativa vigente;

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 N° 1153-2021-UNAM, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, modificado mediante las Resoluciones de Comisión Organizadora N° 410, 453 y 890-2022, N° 880-2023-UNAM y N° 081 y 484-2024-UNAM; dicho Reglamento establece los requisitos y regula los procedimientos para la obtención de los grados académicos y títulos profesionales que confiere esta Casa Superior de Estudios;

Que, bajo el amparo de los considerandos precedentes, el Pleno del Consejo Universitario en Sesión Extraordinaria N° 40-2026-SE-CU-UNAM, de fecha 14 de octubre de 2026, emitió el siguiente acuerdo, POR UNANIMIDAD: CONFERIR, a nombre de la Nación el Título Profesional de Ingeniero de Minas por la modalidad de Tesis a los Bachilleres: MAMANI CAHUI SOFIA, INCA JIMENEZ JULIANA PATRICIA y QUISPE CUAYLA ANGEL ANTONIO, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua;

En uso de las facultades y atribuciones conferidas por el artículo 18 de la Constitución Política del Perú, la Ley N° 30220 Ley Universitaria, el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, y a lo acordado por el pleno del Consejo Universitario;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: CONFERIR A NOMBRE DE LA NACIÓN, a los Bachilleres:

- **MAMANI CAHUI SOFIA**
- **INCA JIMENEZ JULIANA PATRICIA**
- **QUISPE CUAYLA ANGEL ANTONIO**

El **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS,** por la modalidad de TESIS, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua.

ARTÍCULO 2°: ENCARGAR al Secretario General de la UNAM realizar las acciones pertinentes relacionadas con la inscripción correspondiente en el Registro Nacional de Grados y Títulos de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - SUNEDU.

ARTÍCULO 3°: DISPONER el cumplimiento de la presente Resolución a todas las dependencias de la Universidad Nacional de Moquegua.

ARTÍCULO 4°: DISPONER la publicación de la presente resolución en el Portal Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua (www.unam.edu.pe).

REGÍSTRESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA SECRETARIA GENERAL

MTRO. JOSE LUIS PACHECO CACERES
SECRETARIO GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA CONSEJO UNIVERSITARIO

DR. HUGO RUBEN MARCA MAQUERA
RECTOR
PRESIDENTE DEL CONSEJO UNIVERSITARIO

DISTRIBUCIÓN: VRA, VRI, FAIN, EPIM, GyT, DASA, OTI, *Interesados*, C.c. Arch.
SVR

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