

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**IMPLEMENTACIÓN DE RELOJES INTELIGENTES PARA LA
DISMINUCIÓN DE PROBABILIDAD DE INCIDENTES CAUSADOS
POR FATIGA Y/O SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES EN U.M.
PIERINA**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas

AUTOR:

Gian Piero Romaní Navarro

ASESOR:

Felix Santiago Guerra Rivas


Lima, setiembre, 2024

Informe de Similitud

Yo, Félix Santiago Guerra Rivas, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis de investigación titulada "Implementación de relojes inteligentes para la disminución de probabilidad de incidentes causados por fatiga y/o somnolencia en conductores en U.M. Pierina" del autor Gian Piero Romaní Navarro, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de **10 %**. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 06/09/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lima, 06 de setiembre de 2024

Apellidos y nombres del asesor: Guerra Rivas, Felix Santiago	
DNI: 07274016	Firma: 
ORCID: 0000 0002 8723 1092	

RESUMEN

Una de las principales causas de accidentes vehiculares a nivel mundial es la fatiga y somnolencia en conductores. El sector minero no es ajeno a esta situación ya que en el año 2021 se reportó 2 accidentes vehiculares mortales en carretera donde fallecieron 42 trabajadores mineros que se transportaban en autobuses.

La presente tesis describe una solución tecnológica frente a esta problemática la cual es la implementación de un sistema de prevención de fatiga y somnolencia en conductores que se basa en el uso de relojes inteligentes para el monitoreo de calidad de sueño eficiente.

Este control de ingeniería consiste en que a cada conductor se le asigna un reloj que se lo coloca al momento de dormir y este dispositivo almacena la información del usuario la cual es transmitida por bluetooth a una Tablet que a su vez envía esta información a un servidor donde esta se procesa en la plataforma de Sleep Intelligence mediante un algoritmo y al final devuelve la información clasificando a cada conductor con su respectivo nivel de riesgo de fatiga y somnolencia (bajo, medio, alto y crítico) e indica su tiempo de sueño eficiente. Estos datos ayudan a los supervisores a tomar medidas de control claras, rápidas y fundamentadas frente a casos críticos y así evitar incidentes de alto potencial.

Además, se muestra los resultados obtenidos durante la implementación y uso de relojes inteligentes en la empresa STRACON en proyecto Pierina del periodo de mayo a diciembre 2023.

En resumen, esta tesis describe la implementación del sistema de gestión de fatiga y somnolencia basado en el uso de relojes inteligentes cuyo principal objetivo es la eliminación y/o disminución de incidentes ocurridos durante el transporte de personal cuyas causas pudieran ser la fatiga y somnolencia en los conductores. Este sistema demuestra ser un control efectivo y replicable a otras empresas que tengan el objetivo de mejorar la gestión de fatiga y somnolencia en sus conductores.

DEDICATORIA

A mis padres Carlos Raymondi Vera y Hermelinda Navarro Gutierrez por el esfuerzo realizado en darme una educación de calidad con el fin de ser un profesional íntegro y a quienes dedico todos mis éxitos.

Además, agradezco a empresa STRACON PERÚ S.A. y a mi equipo de trabajo en brindarme las facilidades necesarias para el desarrollo y culminación de la presente tesis.



ÍNDICE

RESUMEN	i
DEDICATORIA.....	ii
CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación e importancia del tema	2
1.3 Antecedentes.....	2
1.3.1 Antecedentes Nacionales.....	2
1.3.2 Antecedentes Internacionales.....	5
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 Objetivos Generales	7
1.4.2 Objetivos Específicos.....	7
1.5 Hipótesis	7
1.6 Metodología	7
1.7 Plan de Trabajo	9
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	10
2.1 MARCO TEÓRICO	10
2.1.1 Fatiga Laboral	10
2.1.2 Factores que influyen en la aparición de la fatiga.....	10
2.1.3 Somnolencia en conductores.....	11
2.1.4 Síntomas de la fatiga y somnolencia en la conducción	12
2.1.5 Medidas de control generales frente a la fatiga y somnolencia.....	13
2.1.6 Gestión de Fatiga y somnolencia mediante el uso de smartwatch.....	15
2.1.7 Especificaciones técnicas y funcionamiento del sistema	16
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	22
CAPÍTULO 3: CONTEXTO DE LA CONTRATISTA	24
3.1 Aspectos generales de la unidad minera.....	24
3.1.1 Ubicación.....	24
3.1.2 Accesibilidad.....	25
3.2 Contexto de la contratista minera	25
3.2.1 Horarios e Instalaciones de descanso (Hoteles).....	25
3.2.2 Cantidad de conductores	27
3.2.3 Unidades de Transporte de Personal	28
3.2.4 Controles frente a fatiga y somnolencia en conductores.....	30
CAPÍTULO 4: DESARROLLO DE LA TESIS	33

4.1	Descripción de Implementación de relojes inteligentes	33
4.2	Tabla de Medidas a tomar frente al Nivel de Riesgo	42
4.3	Resultados obtenidos	43
4.3.1	Reportes de Nivel de Riesgo de Mayo a Diciembre 2023.....	44
4.3.2	Rangos de horas de sueño Eficiente de Mayo a Diciembre 2023	48
4.3.3	Promedio de Tiempo Total de Sueño Eficiente de Julio a Diciembre 2023	49
4.4	Análisis e interpretación de resultados	50
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		52
5.1	Conclusiones.....	52
5.2	Recomendaciones.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....		54



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Controles frente a Fatiga y Somnolencia	14
Figura 2. Smartwatch modelo	16
Figura 3. Funcionamiento del sistema de fatiga mediante smartwatch	17
Figura 4. Tablet con aplicativo Sleep Intelligence instalado	17
Figura 5. Aplicativo “iSleep”	18
Figura 6. Sistema de control de Fatiga de Sleep Intelligence	19
Figura 7. Reporte diario de calidad de sueño.....	20
Figura 8. Dashboard de consolidado de reportes de riesgo	21
Figura 9. Ubicación de mina Pierina	24
Figura 10. Hotel Eccame de Huaraz, Jangas	26
Figura 11. Hotel Huascarán de Huaraz, Huaraz.....	27
Figura 12. Conductores de STRACON - Pierina.....	28
Figura 13. Minibús 30 pasajeros STRACON	29
Figura 14. Camioneta 4 pasajeros STRACON	29
Figura 15. Prueba Alcotest a conductores.....	31
Figura 16. Pausas activas en campo.....	32
Figura 17. Jerarquía de controles	33
Figura 18. Reloj inteligente XIAOMI MI BAND 7	34
Figura 19. Tablet HD 10.4”.....	35
Figura 20. Reportes diarios vía correo electrónico	37
Figura 21. Plataforma de Control	37
Figura 22. Vinculación entre reloj y tablet.....	38
Figura 23. Capacitación sobre uso de smartwatch.....	39
Figura 24. Conductor de minibús usando el reloj	40
Figura 25. Conductor de camioneta usando el reloj	40
Figura 26. Lectura de reloj de conductor	41
Figura 27. Gráfico de Implementación de relojes inteligentes	41
Figura 28. Medidas a tomar frente a un riesgo alto rojo.....	43
Figura 29. Gráfico del detalle de sueño de un usuario.....	44
Figura 30. Clasificación de Riesgo periodo de mayo a diciembre 2023	48
Figura 31. Diagrama Pareto de Rango de Horas de sueño eficiente.....	49
Figura 32. Promedio de Tiempo de Sueño Eficiente de mayo a diciembre 2023.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plan de trabajo del 2023 al 2024	9
Tabla 2. Tabla de medidas a tomar frente al nivel de riesgo	22
Tabla 3. Distancia entre Lima y Pierina	25
Tabla 4. Horario de descanso de hotel Eccame	25
Tabla 5. Horario de descanso de hotel Huascarán.....	26
Tabla 6. Distribución de conductores entre camionetas y minibuses.....	27
Tabla 7. Distribución de unidades de transporte de personal.....	28
Tabla 8. Programa actividades F&S 2023	32
Tabla 9. Cotización de Implementación de relojes	35
Tabla 10. Modelo consolidado de códigos de relojes	36
Tabla 11. Tabla de Medidas a tomar frente al Nivel de Riesgo.....	42
Tabla 12. Reportes Mayo 2023	44
Tabla 13. Reportes Junio 2023	45
Tabla 14. Reportes Julio 2023	45
Tabla 15. Reportes Agosto 2023	45
Tabla 16. Reportes Setiembre 2023	46
Tabla 17. Reportes Octubre 2023.....	46
Tabla 18. Reportes Noviembre 2023.....	47
Tabla 19. Reportes Diciembre 2023.....	47
Tabla 20. Cantidad de registros por rango de horas	48
Tabla 21. Incidentes de STRACON proyecto Pierina 2023.....	51

ABREVIATURAS

- Cliente. Titular minero a quien se le da el servicio de Cierre de Tajo Pierina.
- MBP. Minera Barrick Pierina
- KPI. Indicador Clave de Desempeño
- PETS. Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro
- SSOMA. Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente
- IPERC. Identificación de Peligros, evaluación de Riesgos y medidas de control.



CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

La actividad minera en el Perú es muy importante para el crecimiento y desarrollo económico del país. La minería peruana se ubica entre las más importantes en América Latina y a nivel mundial. Solamente la minería representa aproximadamente el 10% del PBI y más del 60% de las exportaciones del país. Además, representa la quinta parte de los impuestos que recaudan.

Otro aporte clave es la empleabilidad ya que aproximadamente emplea 200 mil trabajadores de manera directa y entre 1 millón y 1.6 millones de manera indirecta según el MINEM. Es decir, por cada empleo directo en el sector minero se genera 8 empleos indirectos en sectores relacionados.

La actividad minera es considerada una actividad de alto riesgo debido a los peligros y riesgos que un trabajador puede estar expuesto durante el desarrollo de sus actividades y por ello la seguridad minera es un aspecto que se ha estado trabajando durante muchos para reducir la tasa de accidentes fatales a lo largo de los años. En los últimos 25 años se ha dado una evolución favorable en la seguridad minera del país gracias al compromiso del Estado, los trabajadores y las empresas en la prevención de accidentes. Esto sumado a la evolución de la normatividad en Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, el respectivo cumplimiento por parte de las empresas y fiscalización por parte del estado.

En los últimos años, la minería se vio afectada por accidentes vehiculares en carreteras que involucraron a trabajadores mineros como lo que ocurrió en el año 2021 donde 2 accidentes dejaron un saldo de 42 personas que perdieron la vida y que enlutaron a sus familias, al sector minero y al país.

Una de las causas principales de accidentes vehiculares a nivel nacional y mundial es la fatiga y somnolencia en los conductores. Frente a ello, la empresa STRACON S.A. mediante su Política actual de Gestión de Fatiga busca entre sus objetivos planteados el promover el uso de tecnologías para la prevención, detección y control de fatiga en sus proyectos y unidades mineras donde actúa.

El presente trabajo se enfoca en la descripción de la implementación de una tecnología para prevenir accidentes y fatales relacionados a fatiga y somnolencia en conductores de transporte de personal mediante el uso de relojes inteligentes en el proyecto U.M.Pierina de la minera Barrick donde STRACON viene realizando el servicio del Cierre del Tajo desde inicios del

2023. Además, se brindarán las consideraciones necesarias para una correcta y rápida implementación, uso de recursos y se dará a conocer los beneficios y resultados de usar esta tecnología que cumple un papel de prevención de incidentes enfocado a la medición y control de horas efectivas de sueño en los conductores de la determinada empresa.

1.2 Justificación e importancia del tema

Según el MINEM, el año 2021 se registró 63 accidentes mortales en minería de los cuales 42 de ellos fueron en carreteras producto de 2 accidentes de importantes mineras que transportaban personal en autobuses.

Desde el año 2000 existe una tendencia de reducción de la cantidad accidentes mortales en la minería del Perú, pero existen situaciones como la sucedida el año 2021 donde accidentes en carreteras nos hacen preguntar sobre que controles actualmente se están ejecutando para evitar que estos accidentes relacionados al transporte de personal dentro y fuera de las unidades mineras en función a sus diversas posibles causas sigan sucediendo.

Una de las causas más comunes de accidentes vehiculares es la fatiga y somnolencia en conductores. Para esto, es importancia el uso de la tecnología para buscar dar solución a esta problemática que afecta la seguridad del transporte de personal en las mineras en general.

La importancia de esta tesis e investigación radica en describir el proceso de implementación de tecnología como los son los relojes inteligentes para tener un control medible sobre la cantidad efectiva de horas de sueño que tienen nuestros conductores que transportan personal como lo pueden ser conductores de camioneta, minibuses, buses, entre otros. De esta manera, prevenir accidentes y fatales relacionados a fatiga y/o somnolencia en conductores en nuestras empresas.

Además de demostrar la sencilla implementación, escalabilidad, fácil uso y beneficios que trae consigo esta tecnología en materia de prevención y seguridad dentro del sector minero.

1.3 Antecedentes

1.3.1 Antecedentes Nacionales

. “Mina Justa de Marcobre reduce eventos de fatiga con Read Band”, elaborado por Fatigue Science (2021).

En Mina Justa de Marcobre los operadores de camión minero utilizan los relojes Readiband para la gestión de calidad de sueño ya que es un control de ingeniería implementado y necesario frente a los peligros constantes a los que se está expuesto debido a la fatiga y somnolencia.

Esta tecnología mide la actividad y estado de alerta del operador. Para la predicción de la fatiga los Readiband tienen en cuenta el historial de sueño (cantidad de sueño, acumulación de sueño, interrupción de sueño) y el ritmo circadiano y factores estacionales.

Los niveles de alerta consisten en una puntuación de 0-100 sobre la capacidad de reacción y alerta para realizar trabajos.

Desde el 2018 los camiones mineros cuentan con el sistema DSS (Driver Safety System) que es el sistema de cámaras y a inicios del 2019 se implementó el Readiband.

En Marcobre la gestión de Fatiga cuenta en 2 etapas. La primera etapa es la proactiva mediante el uso de los relojes Readiband que mide la calidad y cantidad de sueños de los operadores y donde el mínimo de alerta donde está permitido operar los camiones mineros es 70 ya que con ello se garantiza que los operadores puedan reaccionar ante cualquier eventualidad. La segunda etapa es el sistema DSS que es reactivo ya que en tiempo real de presentarse síntomas de fatiga y somnolencia en los operadores se actúa frente a ello.

. Copiloto+: El sistema de Inteligencia Artificial para la predicción y el control de Fatiga en Hudbay.

Este proyecto nos habla de cómo compañía minera Hudbay implementó un sistema de predicción de fatiga en operadores de camiones mineros, empleando técnicas y modelos de machine learning que genere sinergia entre tecnologías existentes, como sensores de fatiga, relojes inteligentes y soluciones para su control y gestión efectiva.

Esta investigación muestra la interrelación de 4 sistemas los cuales son; el sistema de gestión de flotas (software de control de producción e indicadores de equipos), sistema de gestión de calidad sueño (software de gestión de sueño por relojes inteligentes), sistema anticolidión (software de control de anticolidión por alertas y registros de eventos potenciales de anticolidión entre equipos) y el sistema de alertas de fatiga (software de control de fatiga por alertas en cabina a través de reconocimiento facial). En base a estas tecnologías se pretende efectuar una

solución que trabaje con estos sistemas de control con el fin de poder incrementar la efectividad operacional y evitar accidentes por fatiga y/o somnolencia.

Cabe mencionar que se cuenta con un panel de control donde se identificarán anomalías en los indicadores por operador y el resultado del modelo predictivo. Esta información permitirá a los jefes de guardia y/o encargados la toma de decisiones basada en Machine Learning para la asignación y distribución de operadores por equipos.

El Jefe de Costos y Productividad de Hudbay Alex Conco nos menciona: Los sistemas de control de fatiga tienen un porcentaje de precisión que depende de diferentes variables, pero la gestión de datos y su correlación nos brindan la oportunidad de acortar el margen de error, mientras que la predictibilidad nos proporciona un mayor tiempo de reacción y un monitoreo enfocado al cuidado de los conductores”.

. “Implementación y uso del Smart Cap o Vincha Inteligente en los conductores de camiones mineros para reducir incidentes por fatiga”, elaborado por Martínez, G. (2021).

El estudio de tesis se enfoca en la implementación del Smart Cap o vincha inteligente que da un control de ingeniería con el propósito de reducir los incidentes por fatiga en los operadores de camiones mineros de Minera Las Bambas. Esto a causa de que muchos accidentes graves o fatales son por altos niveles de fatiga.

El smart cap contiene una red electrónica sofisticada capaz de medir la actividad eléctrica del cerebro a través de las ondas cerebrales conocidas como electroencefalogramas (EEG). Con estos resultados, el dispositivo mide el nivel de fatiga en que se sitúa el usuario portador del smart cap o vincha y a su vez muestra los resultados vía conexión inalámbrica Bluetooth a un display y notifica al supervisor del trabajador, vía teléfono móvil, antes que se alcancen niveles críticos de fatiga para que este pueden tomar las acciones correctivas correspondientes antes de acontecer cualquier evento indeseado.

El smart cap o vincha inteligente básicamente es un dispositivo adaptado a una red electrónica que es capaz de medir el nivel de fatiga con valores que van del 2 al 4 donde 2 y 3 es denominado zona verde y corresponde a un nivel de fatiga normal de alerta, 3+ se denomina zona naranja donde se sospecha afectos por la fatiga y 4 se denomina zona roja que significa que el portador es afectado significativamente por la fatiga, asociado a riesgo elevado de sufrir micro sueño.

Este sistema también es capaz de determinar si la vincha está o no está siendo utilizado por el usuario. Además, el uso de esta tecnología puede ser ampliado a usuarios como operadores de maquinarias en mina, conductores de camioneta y conductores de transporte de personal de largos tramos para así monitorear el nivel de fatiga y eventualmente reducir incidentes.

1.3.2 Antecedentes Internacionales

.Sistema Wombatt-Voz: Predicción de Fatiga basada en voz AI

Este sistema innovador de origen australiano ofrece una solución predictiva mediante el análisis de voz mediante inteligencia artificial para predecir el nivel de fatiga en los usuarios como lo pueden hacer conductores y operadores.

Mediante el análisis de voz se busca elementos de fatiga específicos y cambios de voz de una persona para así identificar signos de fatiga y dar una alerta temprana a la persona y a la organización. Este carácter predictivo puede ayudar a prevenir relacionados a fatiga y mejorar la seguridad de los trabajadores y conductores al permitir actuar y tomar medidas correctivas con anticipación.

Esta tecnología funciona mediante el análisis de una grabación de 8 segundos de la persona y predice el riesgo de fatiga casi de manera instantánea. Luego, los resultados se muestran en el dispositivo del usuario y las alertas se envían al equipo encargado de la fatiga en cualquier empresa u organización por correo electrónico o SMS.

Esta tecnología del Wombatt se ha adaptado en industrias como la de transporte por carreteras, aviación y el sector minero a nivel internacional y a nivel nacional como Sociedad Minera El Brocal, Hudbay, Stracon, Enaex, entre otros.

El fundador y CEO Jean S Verhardt nos menciona: " El objetivo es proporcionar a las empresas información precisa y práctica sobre los niveles de fatiga de sus empleados, permitiéndoles abordar de forma proactiva los posibles riesgos de seguridad y mejorar el bienestar general".

Como puntos en contra es que se requiere un tiempo promedio de 07 a 10 días iniciales para que el sistema reconozca el patrón de voz normal del conductor.

Además, requiere de conexión de internet para pasar los resultados a la nube visualización por el supervisor.

. ReadiWatch por Fatigue Science

El año 2021, Fatigue Science empresa canadiense líder en sistemas de información y análisis predictivo sobre la fatiga, lanza al mercado un reloj inteligente con un diseño único que permite hacer un seguimiento predictivo sobre la fatiga y da alertas en tiempo real sobre fatiga a los operadores y a la empresa.

Después de una primera y única sincronización automática en segundo plano cuando el reloj está cerca de una estación de sincronización o un teléfono móvil, los operadores reciben tantas perspectivas personales sobre el sueño y también un pronóstico sobre fatiga para el próximo turno. Cada operador se presenta a su turno de trabajo ya informado con un panorama completo de su riesgo de fatiga. ReadiWatch después emite alertas vibratorias en la muñeca del operador cada vez que alguien se acerca o llega a su punto crítico de fatiga.

EL presidente y CEO de Fatigue Science Andrew Morden nos comenta que ReadiWatch ofrece la manera más atractiva y libre de fricción de enviar información sobre la fatiga directamente a los operadores, permitiendo mejorar la precaución cada días y alerta sobre cualquier posible incidente con anticipación a un evento de fatiga crítico. Ya se ha visto a clientes alcanzar una reducción mayor al 20 % en los niveles generales de fatiga al utilizar dispositivos como el reloj con la plataforma Readi, observando con el tiempo una mejora de más del 80 % de los operadores con fatiga crónica. Menciona además que ReadiWatch es un ejemplo fundamental del uso de datos y tecnología para mejorar la productividad y la seguridad de las operaciones industriales y sus trabajadores.

Esta tecnología brinda una plataforma de 360° de manejo de la fatiga que proporciona perspectivas históricas, en tiempo real y predictivas sobre la fatiga de la fuerza laboral.

Esta solución se basa en modelos biomatemáticos con sustento científico que cuantifica y predice la manera en que las perturbaciones del sueño afectan el tiempo de reacción y la eficacia cognitiva de una persona siendo estos aspectos clave para la predicción de la fatiga y somnolencia.

Cabe mencionar que el sistema de prevención de fatiga y somnolencia basado en el uso de relojes inteligentes mencionado en esta tesis es diferente en funcionamiento y de proveedor al de ReadiWatch.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos Generales

Describir la implementación del sistema de gestión de fatiga y somnolencia basado en el uso de relojes inteligentes para reducir probabilidad de incidentes por fatiga y somnolencia en conductores mediante el uso de relojes inteligentes.

1.4.2 Objetivos Específicos

- 1.- Identificar controles existentes de fatiga y somnolencia en conductores anteriores a la implementación de los relojes inteligentes.
- 2.- Determinar el paso a paso para una adecuada implementación y uso de los relojes inteligentes en los conductores.
- 3.- Recopilar registros de niveles de riesgo y horas eficientes de sueño de los conductores de la empresa STRACON en el periodo de Mayo a Diciembre del 2023.
- 4.- Relacionar el sistema de gestión de sueño de los conductores mediante uso de relojes inteligentes con la disminución y/o ausencia de incidentes causados por fatiga y somnolencia.

1.5 Hipótesis

La implementación de los relojes inteligentes es una de las medidas actuales más eficientes, de bajo costo y escalables entre las tecnologías que existen actualmente en el mercado para la prevención de incidentes causados por fatiga y/o somnolencia de los conductores de transporte de personal durante la jornada de trabajo sea diurno o nocturno en el sector minero. Esta tecnología monitorea la calidad del sueño eficiente (sueño reparador y de alta calidad) de los usuarios que lo utilizan para dar una alerta temprana ante la falta de horas de sueño a los gestores para así evitar futuros incidentes que pueden generar daño o hasta la muerte del conductor y/o los pasajeros y de esta manera ayudar a reducir el índice de accidentabilidad a causa de fatiga y/o somnolencia.

1.6 Metodología

Los estudios realizados en la presente tesis se han realizado bajo el diseño experimental para la obtención de información de calidad y validez.

El tipo de investigación realizado para los estudios realizados es del tipo prospectivo al tener una participación directa en la recolección de datos. Los niveles o alcances de la investigación serán descriptivo, relacional, explicativo y aplicativo. La presente tesis cuenta con un enfoque

cuantitativo ya que se emplea gráficos estadísticos de variables producto de una recolección previa de datos en un determinado periodo de tiempo. La población de la tesis desarrollada será todos los conductores de transporte de personal de la empresa STRACON en proyecto Pierina que tengan el puesto de conductor de minibús o camioneta.

La principal técnica de recolección de datos será el registro diario de la calidad de sueño de los conductores que se basa en el tiempo total de sueño eficiente y nivel de riesgo (alto, medio, bajo, muy crítico).

Todo lo anteriormente mencionado será realizado para la recolección de datos de forma diaria de todos los conductores como su tiempo de sueño total, eficiente, interrupciones de sueño y nivel de riesgo dentro de un periodo de tiempo desde Marzo a Diciembre del 2023. En función a los resultados obtenidos se realizará el análisis e interpretación de estos. Finalmente se hará la relación entre la cantidad de horas eficientes de sueño de los conductores y su incremento del promedio de sueño y demás beneficios (producto de la implementación de los relojes inteligentes) con la disminución y/o ausencia de incidentes causados por fatiga y somnolencia.

Para el logro de los objetivos planteados en la presente tesis se tienen como principales actividades:

- Identificación de controles previo implementación de los relojes inteligentes.
- Descripción del adecuado proceso de implementación del smartwatch.
- Recopilación de información referente a las horas eficientes de sueño y nivel de riesgo de los conductores.
- Análisis e interpretación de resultados.
- Relación entre la implementación del sistema de fatiga y somnolencia de conductores basado en los relojes inteligentes de Sleep Intelligence y la disminución y/o ausencia de incidentes.
- Conclusión y recomendaciones.

Es oportuno resaltar que las necesidades principales de implementar el uso de relojes inteligentes para el control de fatiga y somnolencia en conductores se basa en:

- Solicitud de la minera a las contratistas de implementar mejores controles para evitar incidentes de fatiga y somnolencia en conductores dentro de la unidad minera Pierina.

Esto debido a la aparición de incidentes (daños patrimoniales) en el periodo 2023 en Pierina y en otras de sus minas en el extranjero.

- Necesidad de STRACON de implementar controles más robustos relacionados a Fatiga y Somnolencia en conductores y frente a uno de sus controles críticos como el Transporte de Personal. Esto debido a que en Pierina no se tienen campamentos por lo que el personal es transportado todos los días lo que aumenta la probabilidad de acontecer un incidente de alto potencial.

1.7 Plan de Trabajo

En la **tabla 1** se muestra el cronograma de actividades realizadas entre los años 2023 y 2024 que aborda desde el planteamiento de la problemática hasta la redacción final de la tesis en mención.

Cabe mencionar que la implementación de relojes se da desde marzo 2023 y continuará hasta la culminación del servicio de STRACON en mina Pierina.

Tabla 1. Plan de trabajo del 2023 al 2024

N°	Actividades	Año 2023										Año 2024		
		Mar-23	Abr-23	May-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Set-23	Oct-23	Nov-23	Dic-23	Ene-24	Feb-24	Mar-24
1	Planteamiento de la problemática	X												
2	Búsqueda de soluciones tecnológicas	X												
3	Sustentación de propuesta final	X												
4	Implementación de relojes inteligentes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Reportabilidad de los relojes inteligentes (diaria/semanal/mensual)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Análisis e interpretación de resultados											X		
7	Retroalimentación de la Gestión de F&S											X		
8	Visita del proveedor Sleep Intelligence al proyecto											X		
9	Redacción de tesis												X	X

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Fatiga Laboral

La fatiga laboral, también conocida como cansancio o agotamiento laborales, se refiere a un estado físico, mental y emocional de agotamiento causado por el estrés continuo, la sobrecarga de trabajo, las largas horas laborales, la falta de descanso adecuado o la insatisfacción en el trabajo. Es un fenómeno común en entornos laborales exigentes y puede afectar tanto a la productividad como al bienestar personal de los trabajadores. Este estado de agotamiento puede afectar a posiciones que demandan un alto nivel de concentración y que están sometidos a largas horas de esfuerzo físico y mental como lo son los operadores de equipo pesado, operador de camiones mineros y conductores de transporte de personal como conductores de camioneta, minibús, bus, etc.

Según Houssay, B. (1971), la fatiga laboral hace referencia a la pérdida temporal de la capacidad de realizar un trabajo durante un tiempo prolongado. Además, nos menciona que se debe dejar de hacer por un tiempo el trabajo para tener un descanso y reducir el esfuerzo físico para realizar eficientemente la labor y evitar consecuencias.

Para Arriaga, J. (1980), la fatiga laboral es un factor complejo que consta de los cambios fisiológicos que experimenta el cuerpo humano como consecuencia de las sensaciones de cansancio de los operarios que provocan una disminución en la eficacia de los resultados de sus trabajos.

Neisa, C y Rojas, Y (2009) indican que la fatiga laboral en los conductores puede generar diversos incidentes en la vía que pueden transgredir el bienestar de trabajador, del peatón y de otro individuo.

2.1.2 Factores que influyen en la aparición de la fatiga

De los principales factores que influyen en la fatiga y somnolencia de los conductores se tiene:

- a) Falta de sueño: Privarse del sueño es una de las principales causas de fatiga en conductores. La falta de descanso adecuado puede provocar somnolencia durante la conducción, lo que aumenta el riesgo de accidentes.
- b) Horarios de Trabajo prolongados: Los conductores que trabajan largas horas sin descanso adecuado están en mayor riesgo de experimentar fatiga. Esto es común en

profesiones como transporte de mercancías, viajes largos o conducción de vehículos comerciales.

- c) Trabajos nocturnos o en turnos rotativos: Las personas que trabajan durante la noche o tienen horarios de trabajo irregulares pueden experimentar interrupciones en sus ritmos circadianos naturales, lo que puede provocar fatiga durante la conducción.
- d) Condiciones de trabajo estresantes: Factores como el tráfico pesado, la presión para cumplir plazos de entrega, el estrés laboral y las condiciones climáticas adversas como calor extremo y la falta de ventilación pueden aumentar la fatiga en los conductores.
- e) Estilo de vida y salud: Una mala alimentación como el exceso de calorías consumido en los alimentos, el consumo de alcohol o drogas, y la falta de ejercicio pueden contribuir a la fatiga en los conductores. Además, ciertos trastornos de sueño como la apnea del sueño pueden aumentar el riesgo de somnolencia durante la conducción.
- f) Monotonía en la conducción: La repetición de tareas durante la conducción, como viajar largas distancias en carreteras rectas y monótonas, puede aumentar la probabilidad de fatiga debido a la falta de estimulación.
- g) Condiciones ergonómicas del vehículo: Un asiento incómodo, una mala postura de conducción o una cabina de vehículo mal ventilada pueden contribuir a la fatiga del conductor durante viajes prolongados.
- h) Factores psicológicos: La ansiedad, el aburrimiento, la depresión u otros problemas emocionales pueden influir en la aparición de la fatiga en los conductores.

Factores adicionales como los lugares de descanso inapropiados, falta de baños y servicios higiénicos, presencia de ruidos molestos (ronquidos) también pueden afectar la calidad de sueño de las personas lo que podría generar fatiga y somnolencia en ellos.

Estos factores de no estar debidamente mapeados y controlados en las empresas que posean conductores pueden generar incidentes e impactar en la seguridad y salud de los conductores y pasajeros.

Según Dinger (1985), existen consecuencias de la carencia de sueño que normalmente son acumulativas. Pérdidas de una o dos horas al día pueden tener consecuencias negativas en el trabajador.

2.1.3 Somnolencia en conductores

La somnolencia en conductores se refiere a una sensación de adormecimiento o de estar con sueño que afecta la capacidad de atención y reacción de una persona durante la conducción. Es

un fenómeno muy peligroso ya que puede resultar en pérdida de atención, disminución de los reflejos y aumento de la probabilidad de sufrir accidentes de tránsito.

La somnolencia en conductores puede ser causada por varios factores, como la falta de sueño, conducir en período nocturno, trastornos de sueño no diagnosticados, medicamentos que pueden causar somnolencia, consumo de alcohol o drogas y estrés.

2.1.4 Síntomas de la fatiga y somnolencia en la conducción

Los conductores fatigados y somnolientos experimentan una variedad de síntomas que afectan su capacidad de manejar de manera segura. Algunos de estos síntomas son:

- a) Cansancio y debilidad: Sensación general de falta de energía y agotamiento físico.
- b) Dificultad para mantener los ojos abiertos: Los conductores pueden experimentar una sensación de pesadez en los párpados y dificultad para mantener los ojos abiertos.
- c) Parpadeo frecuente: Los bostezos y el parpadeo repetido son respuestas naturales del cuerpo para combatir la fatiga y mantenerse alerta, pero pueden ser signos de somnolencia.
- d) Dificultades de atención: Los conductores fatigados pueden tener problemas para mantener la atención en la carretera, las señales de tráfico y otros vehículos.
- e) Reacciones más lentas: La fatiga puede afectar los tiempos de reacción, lo que puede resultar en una respuesta más lenta a situaciones de tráfico o en la incapacidad de evitar peligros.
- f) Desorientación o confusión: La fatiga puede afectar la capacidad del conductor para procesar información y tomar decisiones de manera eficaz.
- g) Microsueños: Breves períodos de sueño involuntario que pueden durar desde unos pocos segundos hasta varios minutos, durante los cuales el conductor puede perder el control del vehículo sin darse cuenta.
- h) Problemas de memoria: Dificultad para recordar detalles de la carretera o del viaje reciente.
- i) Cambios en el comportamiento: Irritabilidad, cambios de humor, impaciencia o falta de paciencia pueden ser signos adicionales de fatiga y somnolencia en los conductores.
- j) Tensión muscular: Los conductores fatigados pueden experimentar rigidez muscular, especialmente en el cuello y los hombros. Es decir, presentan dificultad para mantener la cabeza erguida.

Según Gutierrez, Sánchez y Argüello (2015), la somnolencia es un estado de transición que representa una oscilación entre el desarrollo fisiológico y cognoscitivo que impacta el estado de vigilancia.

García, Rogado, Barea, Bergasa, López, Ocaña y Schleicher (2008) indican que la frecuencia de parpadeo, así como el movimiento de apertura de los párpados son buenos signos del nivel de fatiga del conductor.

Es de vital importancia reconocer estos síntomas por parte de los conductores para luego poder tomar medidas y evitar que estas personas conduzcan si experimentan estos síntomas.

Conducir bajo los síntomas de la fatiga y somnolencia puede llevar a tener graves consecuencias tanto para el conductor y sus pasajeros como para otros usuarios y vehículos de la carretera.

Por ejemplo, en minería cuando el conductor transporta al personal su lugar de trabajo o transporta al personal que está llegando de descanso e ingresa a mina. En este caso se está expuesto al riesgo de sufrir choques, volcaduras, atropellos, cuneteos, desbarrancarse si el conductor está conduciendo bajo los síntomas de la fatiga y somnolencia.

Durante el desarrollo de sus labores, un conductor de camioneta, bus o un operador de camión minero u operador de equipo pesado está expuesto a los mismos riesgos descritos anteriormente.

Por ello es importante que los conductores y operadores sepan reconocer los síntomas de la fatiga y somnolencia y qué medidas tomar frente a estas situaciones que se pueden presentar en cada conductor durante el transcurso del día. Importante además el uso de la tecnología que funciona como un control de ingeniería frente a estos riesgos donde un claro ejemplo es el uso de los relojes inteligentes que, como medida preventiva, ~~y que~~ aborda una de las causas más comunes de incidentes debido a casos de fatiga y somnolencia que es la falta de horas de descanso o sueño efectivo en los conductores.

2.1.5 Medidas de control generales frente a la fatiga y somnolencia

Existen diversos controles y medidas que los conductores y empresas pueden aplicar para detectar y manejar los síntomas de fatiga y somnolencia mientras se conduce.

Cabe mencionar que frente a la fatiga se pueden aplicar varios controles antes y durante de la conducción, pero de presentar síntomas de somnolencia o de sueño durante la conducción se debe realizar la llamada parada de sueño de aproximadamente 20 minutos que la puede realizar en un lugar seguro ya que le puede ayudar a mejorar su estado de alerta y evitar cualquier incidente vehicular.



Figura 1. Controles frente a Fatiga y Somnolencia

Fuente: Elaboración Propia.

Algunos de estos controles son:

- Descansar lo suficiente antes de dormir: Asegurarse de que los conductores y operadores puedan descansar antes de conducir. Lo recomendable es 7 horas de sueño.
- Tomar descansos regulares durante la conducción de tramos largos: Es importante descansar cada 2 horas seguidas de conducción aproximadamente. El conductor se debe detener y hacer pausas activas.
- Evitar consumo de alcohol, drogas o medicamentos que causen somnolencia: El consumo de estas sustancias aumenta la fatiga y reducción de reflejos.
- Mantener la temperatura adecuada: Evitar el calor excesivo en el interior del vehículo y asegurarse que este ventilado.
- Beber líquidos y consumir alimentos ligeros: Mantener a los conductores hidratados y evitar alimentos pesados que le causen somnolencia.
- Reconocer los signos de fatiga o somnolencia: Estar atento a los signos de fatiga y somnolencia como bostezos, ojos pesados, dificultad de concentración, etc.
- Considerar una siesta corta: De sentirse fatigado o somnoliento se recomienda tomar una siesta de 20 a 30 minutos en un lugar seguro para mejorar el estado de alerta.

- h) Ambientes adecuados de descanso: Las características técnicas básicas de un ambiente adecuado de descanso son:
- Nivel de ruido: menor a 40 dB (pernocte)
 - Temperatura de ambiente: 21°C a 23° C
 - Humedad Relativa: 40% - 90%
 - Velocidad del aire: 0.1m/s – 0.25m/s
 - Iluminación interior: 1000°K – 4000°K
 - Mobiliario ergonómico: Cama con almohada anatómica
- i) Música y estímulos visuales: Escuchar música estimulante o mantener conversaciones con los pasajeros puede ayudar a mantener la atención y la alerta durante la conducción.
- j) Tecnología de detección de fatiga: Uso de tecnología y equipos en los vehículos o conductores que monitorean el comportamiento del conductor y emiten alertas si detectan signos de fatiga o somnolencia.

En resumen, los conductores deben estar atentos a los signos de fatiga y somnolencia y tomar medidas proactivas para prevenir la conducción en condiciones de fatiga. Estas medidas pueden ayudar a garantizar la seguridad vial y reducir el riesgo de accidentes causados por la fatiga del conductor.

2.1.6 Gestión de Fatiga y somnolencia mediante el uso de smartwatch

Este sistema de gestión de fatiga y somnolencia trabaja utilizando un dispositivo smartwatch (reloj inteligente) para obtener información en el periodo de descanso del usuario (conductor) para ser procesada y clasificada según su nivel de riesgo antes del inicio de su turno de trabajo. Se obtiene diferentes variables como tiempo total de calidad de sueño, micro despertares, interrupciones, frecuencia cardíaca y deuda de sueño de 3 días anteriores las cuales son enviadas mediante la red de internet desde un Smartphone (celular) o tablet al servidor del proveedor (Sleep Intelligence). Esta información es procesada utilizando un algoritmo patentado en la plataforma y emite reportes automáticos personalizados en tiempo real.

Con estos reportes la gerencia o los responsables de la gestión diaria del programa de fatiga podrán tomar medidas correctivas a tiempo antes del inicio del turno de trabajo de los conductores y/o operadores.

2.1.7 Especificaciones técnicas y funcionamiento del sistema

Smartwatch: Se coloca en cualquiera de las muñecas de las manos sea la izquierda o derecha. El dispositivo obtiene los datos biométricos del operador (conductor) mediante su APP propia del producto y después de cada despertar la información se transmite vía bluetooth al Smartphone (celular) o tablet y desde este, es enviada a los servidores donde se procesa la información para obtener la clasificación de riesgo de operador (conductor).



Figura 2. Smartwatch modelo

Fuente: Sleep Intelligence

El funcionamiento es automático y casi no requiere la intervención del usuario. El usuario (conductor) puede acceder a la plataforma iSleep para poder ver la clasificación de riesgo y detalles adicionales de su calidad de sueño y fatiga en su tiempo de descanso.

El monitoreo centralizado se realiza a través de la plataforma Sleep Intelligence. Este puede ser visto desde cualquier dispositivo que se encuentre conectado a internet, ya que el sistema es WEB de alta disponibilidad. Se recomienda tener un centro de control que es el responsable para vigilancia permanente de los niveles de clasificación de riesgo y se pueda tomar una decisión oportuna. A través de la plataforma, se obtienen la clasificación de niveles de riesgo de los usuarios así mismo el detalle de Tiempo Total de Sueño, Interrupciones, eficiencia del sueño e información histórica del sueño del operador en todo el turno de trabajo.



Figura 3. Funcionamiento del sistema de fatiga mediante smartwatch

Fuente: Sleep Intelligence.

Tablet: El encargado de la gestión de la fatiga en la empresa debe mantener la tablet cargada y conectada vía bluetooth con los dispositivos de medición (smartwatch) de los usuarios.



Figura 4. Tablet con aplicativo Sleep Intelligence instalado

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que para realizar la sincronización en los relojes inteligentes se debe descargar previamente el aplicativo “iSleep” disponible en App Store o Play Store sea en una Tablet o Smartphone.

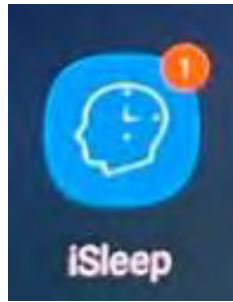


Figura 5. Aplicativo “iSleep”

Fuente: Elaboración propia.

Aparte, esta Tablet debe contar con internet constante mediante la instalación de una tarjeta SIM con un plan de internet, compartir internet mediante un smartphone o estar conectada a una zona segura de wifi.

El hardware utilizado con el objetivo de controlar la calidad de sueño consiste en los smartwatches (relojes inteligentes) y smartphones o tablets con características específicas.

Los conductores u operadores tienen que usar estos relojes mientras están durmiendo durante el pernocte para que este dispositivo pueda registrar las horas de sueño efectivo de cada uno de ellos. Después de despertarse y desayunar, los conductores se dirigen a sus unidades y antes de ingresar a sus cabinas el supervisor encargado de la gestión de fatiga hace uso de su Tablet para sincronizarlo con cada uno de los relojes de los conductores donde la información es enviada hacia la plataforma de Sleep Intelligence. Los relojes o bandas tienen que estar necesariamente dentro de un rango de 3 a 5 metros de la Tablet para realizar la sincronización de manera correcta vía bluetooth. La información recopilada de los relojes es analizada en la plataforma y muestra en la Tablet las horas de sueño efectivo y nivel de riesgo (bajo, medio o alto) de cada conductor.

Se debe contar con un reloj inteligente por cada usuario (conductor) ya que este reloj asignado a cada conductor estará registrado con su nombre o distintivo dentro de la plataforma Sleep Intelligence. Se pueden usar de una a más tablets dependiendo de los puntos donde se vaya a realizar la lectura y sincronización de los relojes de todos los conductores con los que pueda contar una compañía o contratista.

Este sistema está programado para capturar, analizar e interpretar las 24 horas del período de actividad / reposo antes de que comience el turno de trabajo. Estos dispositivos miden frecuencia cardíaca, la cantidad, calidad de sueño y deuda de sueño acumulada.

Los datos de los smartwatches transfieren la información a la Tablet mediante el bluetooth y luego se sincroniza automáticamente con el servidor en la nube a través de Internet. El sistema designa a cada usuario (conductor) en categorías de riesgo de fatiga y somnolencia (bajo, medio, alto y crítico) basado en un algoritmo desarrollado después de varios estudios de investigación realizados en los últimos 20 años.



Figura 6. Sistema de control de Fatiga de Sleep Intelligence

Fuente: Sleep Intelligence.

Los responsables de la gestión del Programa de Fatiga o encargados reciben diariamente los reportes de riesgo de todos los conductores usuarios de los smartwatches mediante correos electrónicos donde se recibe un PDF del reporte de monitoreo de calidad de sueño o mediante el acceso al dashboard donde se muestra el consolidado de los resultados obtenidos.

PROGRAMA DE GESTION DE FATIGA Y SOMNOLENCIA

Reporte Monitoreo Calidad de Sueño

23 de October del 2023

Reporte diario de calidad de sueño del personal listado debajo:

Fecha	Area	Guardia	Turno	Periodo de sueño	Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo	Riesgo muy crítico	Sin
23-Oct	OPERACIONES	GRUPO DIA	24 HORAS	00:00 - 23:59 Horas	0	3	12	0	16

Usuario	Clasificación	Tiempo total de sueño en cama	Tiempo total de sueño eficiente
D.INFANTE (stracon426-806)		07:19	07:05
J.AQUIJE (stracon824)		07:25	07:03
R. MORE (stracon437-699)		07:20	07:02
J.CASACHAHUA (stracon442-0024)		06:45	06:19
M.CHAVEZ (stracon421-774)		06:49	06:17
D.CERDAN (stracon758)		06:43	06:17
F.RAMIREZ (stracon699)		06:57	06:12
M.PICON (stracon427-345)		06:17	06:06
E.UGARTE (stracon440-701)		06:28	06:06
J.ROSALES (stracon425-845)		06:40	06:05
W.PALMA (stracon438-316)		06:37	06:04
B.HIDALGO (stracon428-802)		06:19	05:59
stracon436-721 (stracon436-721)		05:48	05:25
W.CARO (stracon818)		06:12	05:24
A.ANDRADE (stracon422-969)		04:49	04:40
D.NOLASCO (stracon419-535)		00:00	00:00
C.REBAZA (stracon420-550)		00:00	00:00
R.ROSALES (stracon423-308)		00:00	00:00
A.CARO (stracon424-959)		00:00	00:00
W.CONTRERAS (stracon429-069)		00:00	00:00
R.ALVARADO (stracon430-783)		00:00	00:00
F.MARTEL (stracon431-094)		00:00	00:00
W.ROSALES (stracon432-633)		00:00	00:00

Figura 7. Reporte diario de calidad de sueño

Fuente: STRACON proyecto Pierina.

Empleado	Tiempo total de sueño	Tiempo total de sueño en cama	Eficiencia del sueño	Promedio frecuencia cardiaca	Alerta COVID	Ultima Sincronización	Nivel de Bateria
W. CARO stracon818	5 horas 43 minutos	06:20	90 %	55 ❤️	NO	10/03/2024 05:34	91%
NOLASCO DAVID stracon824	5 horas 51 minutos	06:34	88 %	60 ❤️	NO	15/03/2024 04:22	-1%
YONI BARRETO -1201 stracon1005	6 horas 20 minutos	06:47	92 %	65 ❤️	NO	12/03/2024 07:37	75%

Figura 8. Dashboard de consolidado de reportes de riesgo

Fuente: STRACON proyecto Pierina.

Finalmente, en función a los resultados del nivel de riesgo obtenido por cada conductor el encargado o supervisor directo deberá tomar medidas en base a cada nivel de riesgo generado.

A continuación, se muestra una tabla de medidas a tomar brindado por el proveedor. Cada compañía o contratista debe implementar una tabla de toma de decisiones tomando controles iguales o más estrictos de los recomendados por el proveedor y esto se verá plasmado en un estándar de monitoreo de calidad de sueño.

Tabla 2. Tabla de medidas a tomar frente al nivel de riesgo

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS A TOMAR	
VERDE (BAJO RIESGO)	OPERADOR DURMIÓ CON CALIDAD DE SUEÑO ACEPTABLE (RESULTADO DEL CÁLCULO DE HORAS EFECTIVAS DE SUEÑO MENOS LAS INTERRUPCIONES Y MICRODESPERTARES)	SIN RESTRICCIONES	
AMARILLO (RIESGO MODERADO)	OPERADOR DURMIO CON MODERADA CALIDAD (RESULTADO DEL CALCULO DE HORAS EFECTIVAS DE SUEÑO MENOS INTERRUPCIONES Y MICRODESPETARES)	OBSERVAR	
ROJO (ALTO RIESGO)	OPERADOR CON CALIDAD DE SUEÑO NO ADECUADA PARA TAREAS DE ALTA DEMANDA DE ALERTA Y CONCENTRACION (RESULTADO DEL CÁLCULO DE HORAS EFECTIVAS DE SUEÑO MENOS LAS INTERRUPCIONES Y MICRODESPERTARES)	3- 3.45 HORAS	ASIGNAR SIESTA DE 90 MIN ANTES DE LAS 5 HORAS DE CONDUCCION*
		3:45 a 4:30 HORAS	ASIGNAR SIESTA DE 30 MIN ANTES DE LAS 8 HORAS DE CONDUCCION* *NO CONDUCEN SI TIENEN 2 NOCHES ANTERIORES EN ROJO, ENVARIA TOPICO MINA.
		MENOS DE 3 HORAS	TRABAJADOR NO AUTORIZADO A OPERAR DURANTE EL TURNO.
		3 DÍAS CONSECUTIVOS	EL TRABAJADOR SERA DERIVADO AL TOPICO DE MINA.
RIESGO MUY CRITICO	OPERADOR CON MALA CALIDAD DE SUEÑO Y QUE ADEMAS TIENE UNA DEUDA DE SUEÑO ACUMULADA IMPORTANTE	NO AUTORIZADO PARA OPERAR	
GRIS (SIN INFORMACIÓN)	NO SE REGISTRÓ HORAS DE SUEÑO (SIN BATERÍA / NO USO EL RELOJ)	INVESTIGAR RAZONES DE NO USO DEL EQUIPO / RETROALIMENTACIÓN	

Fuente: Sleep Intelligence.

Cabe mencionar que el proveedor Sleep Intelligence muestra la **Tabla 2.** como modelo para las diferentes empresas que utilicen los relojes inteligentes. La **Tabla 11.** es la utilizada por la empresa STRACON en el proyecto Pierina con el respaldo de su área médica y adecuada a su realidad para la toma de medidas frente a los niveles de alerta que puede tener un conductor durante su jornada laboral.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

Fatiga: Sensación de agotamiento que se experimenta después de un esfuerzo físico o mental intenso y continuo.

Illuminación: Cantidad de luz que entra o hay en un área de trabajo. En el entorno laboral se refiere al conjunto de dispositivos que se instalan para producir ciertos efectos luminosos necesarios para realizar las actividades en turno noche.

Somnolencia: Tendencia de la persona a quedarse dormido. La causa principal de la somnolencia es la privatización del sueño.

Turno Día: Son las diferentes actividades que se desarrollan entre las 6:30 horas y 18:30 horas y que incluye una hora para el almuerzo.

Turno Noche: Son las diferentes actividades que se desarrollan entre las 18:30 horas y 06:30 horas del día siguiente.

Sueño: El sueño es un período de descanso que se alterna con la vigilia o el estar despierto. Según la OMS, el sueño es un proceso biológico complejo porque mientras se duerme, las funciones del cerebro y cuerpo siguen activas para mantener saludable el organismo.

Plan contra la fatiga: Toma de acciones para evitar la fatiga de los trabajadores y dar medidas correctivas en caso se presente un evento durante la operación.

Tiempo de descanso: Periodo medido desde que el personal se acuesta hasta que se despierta.

Apnea del sueño: Condición médica en que la respiración se detiene durante el sueño, condicionando un inadecuado sueño con incremento del riesgo de ocurrencia de accidentes vehiculares de hasta 7 veces más respecto a un individuo sano.

Sistema de control de fatiga y somnolencia: Es un sistema que nos permite a través de algoritmos identificar el número de horas que la persona ha descansado. Con ello el nivel de riesgo frente a eventos producidos por somnolencia nos permite identificar y tomar medidas de acción.

Deuda de sueño: La deuda de sueño es un término utilizado para describir el déficit acumulado de sueño que una persona experimenta cuando no duerme lo suficiente durante un período prolongado de tiempo. Se refiere a la discrepancia entre la cantidad de sueño que necesita una persona para estar alerta y funcionar correctamente, y la cantidad de sueño que realmente obtiene.

La frecuencia cardíaca: Es el número de veces que el corazón late por minuto. Se mide típicamente en pulsos por minuto (ppm). Es un indicador importante de la salud cardiovascular y puede variar en función de factores como la edad, el nivel de actividad física, el estado

emocional y la salud general del individuo. La frecuencia cardíaca en reposo, es decir, cuando una persona está en un estado de relajación completa, suele ser más baja que durante la actividad física o en momentos de estrés.

Sueño Eficiente: Este término se refiere al período de descanso durante el cual una persona experimenta un sueño reparador y de alta calidad. Se entiende también como el tiempo total de sueño en cama menos las interrupciones y micro despertares.

Smartwatch: Es un dispositivo electrónico a modo de reloj con sensores de movimiento y de frecuencia cardíaca que se sincroniza automáticamente con un teléfono celular tipo smartphone.

CAPÍTULO 3: CONTEXTO DE LA CONTRATISTA

3.1 Aspectos generales de la unidad minera

3.1.1 Ubicación

El proyecto de la empresa STRACON S.A. donde implementa el uso de relojes inteligentes en sus conductores para la prevención de incidentes por fatiga y/o somnolencia se desarrolla en la mina Pierina de la Minera Barrick Perú S.A. Esta mina está ubicada en el distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, a 13 kilómetros del pueblo de Jangas, entre los 3.800 y 4.200 metros de altura. El yacimiento a tajo abierto inició su producción en 1998 y actualmente se encuentra efectuando su Plan de Cierre de Mina.



Figura 9. Ubicación de mina Pierina

Fuente: Presentación sobre Desarrollo Humano cerca de las zonas cercanas a Pierina por Cristian Parra.

3.1.2 Accesibilidad

Actualmente, se tiene la ruta principal que de manera terrestre se llega de Lima a Mina Pierina de Barrick tal cual se muestra en la siguiente **Tabla 3**.

Tabla 3. Distancia entre Lima y Pierina

N°	RUTA	DISTANCIA	TIPO CARRETERA	TIEMPO	MEDIO
1	Lima - Jangas	420km	Asfaltada	8.0 Horas	Bus
2	Jangas - U.M. Pierina	20.4km	Trocha carrozable	45min	Bus/camioneta

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Contexto de la contratista minera

3.2.1 Horarios e Instalaciones de descanso (Hoteles)

El horario de descanso de los conductores de transporte de personal es desde las 21:30 a las 04:30 horas. Es decir, 7 horas de descanso por día.

Se tienen 2 instalaciones dentro de la provincia de Huaraz donde pernoctan los conductores turno día los cuales son hotel Huascarán y hotel Eccame.

En el hotel Eccame pernoctan el personal Staff y foráneo donde el conductor del minibús que también pernocta allí sale a las 5:30am del hotel y llega 6:50am aproximadamente a mina Pierina.

En el caso del hotel Huascarán, el conductor que pernocta en este hotel recoge al personal de la empresa que reside en la ciudad de Huaraz donde el horario de salida es de 5:00am y llega 6:50am aproximadamente a mina Pierina.

Cabe mencionar que la mina Pierina no cuenta con campamentos para contratistas y personal propio dentro de sus instalaciones.

Para cada instalación se tiene su respectivo horario de descanso.

Tabla 4. Horario de descanso de hotel Eccame

HOTEL ECCAME					
Hora de llegada a hotel	Inicio de descanso	Termino de descanso	Salida en la mañana	Llegada a mina Pierina	Salida de mina a hotel
19:30	21:30	04:30	05:30	06:50	18:30
Tiempo de descanso:		07:00 Hrs			
Observación: En el caso de los conductores que pernoctan en el hotel ECCAME ellos toman su desayuno en comedor del mismo hotel.					

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 4.** se muestra el circuito diario que realizan los conductores del hotel Eccame desde que parten del hotel, ingresan a mina y salen de mina con dirección nuevamente a hotel Eccame.



Figura 10. Hotel Eccame de Huaraz, Jangas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Horario de descanso de hotel Huascarán

HOTEL HUASCARÁN					
Hora de llegada al hotel	Inicio de descanso	Termino de descanso	Salida en la mañana	Llegada a mina Pierina	Salida de mina a hotel
20:10	21:30	04:30	05:00	6:50	18:30
Tiempo de descanso:		07:00 Hrs			
Observación: En el caso de los conductores que pernoctan en el hotel Huascarán ellos toman su desayuno en comedor del Bravo 24 (comedor principal de la minera).					

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 5**, se muestra el circuito diario que realizan los conductores del hotel Huascarán desde que parten del hotel, ingresan a mina y salen de mina con dirección nuevamente a hotel Huascarán.



Figura 11. Hotel Huascarán de Huaraz, Huaraz

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Cantidad de conductores

La contratista minera Stracon Perú S.A. brinda el servicio de Cierre del Tajo en la mina Pierina.

El servicio de transporte de personal dentro y fuera de mina Pierina cuenta con conductores que laboran bajo un régimen de trabajo de 14 días laborados por 7 días de descanso.

Para la realización de este servicio por parte de STRACON y con fines de análisis se considera una cantidad de aproximadamente 320 colaboradores en obra.

Tabla 6. Distribución de conductores entre camionetas y minibuses

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION
TRABAJADORES EN OBRA	320	PROMEDIO DE TRABAJADORES POR DIA
N° DE CONDUCTORES	32	ENTRE PUESTO DE CONDUCTOR DE MINIBUS Y CAMIONETA
N° DE VEHICULOS	18	ENTRE MINIBUSES Y CAMIONETAS

Fuente: Elaboración propia.



Figura 12. Conductores de STRACON - Pierina

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Distribución de unidades de transporte de personal

N°	ESTATUS	TURNO	EQUIPO	AREA	PLACA	LUGAR	MARCA DE EQUIPO	N°PASAJEROS
1	OBRA	DIA	CAMIONETA	GERENCIA	H3C-874	ECCAME	TOYOTA HILUX	4
2	OBRA	DIA	CAMIONETA	CALIDAD	H3B-943	ECCAME	TOYOTA HILUX	4
3	OBRA	DIA	CAMIONETA	OPERACIONES II	TCY-923	ECCAME	TOYOTA HILUX	4
4	OBRA	DIA	CAMIONETA	SSOMA	H3H-890	ECCAME	TOYOTA HILUX	4
5	OBRA	DIA	CAMIONETA	OPERACIONES I	TBW-913	ECCAME	TOYOTA HILUX	4
6	OBRA	DIA	CAMIONETA	GEOTECNIA	H3C-907	ECCAME	TOYOTA HILUX	4
7	OBRA	DIA	CAMIONETA	MANTTO	H3E-805	ECCAME	TOYOTA HILUX	4
8	OBRA	DIA	CAMIONETA	OPERACIONES III	H3G-931	ECCAME	TOYOTA HILUX	4
8	OBRA	NOCHE	CAMIONETA	CMTA T.NOCHE	H3G-931	ECCAME	TOYOTA HILUX	4
9	OBRA	DIA	MINIBUS-PLOMO	INPIT CENTRAL	CHN-508	ECCAME	MERCEDEZ BENZ	30
10	OBRA	DIA	MINIBUS-BLANCO Y ROJO	INPIT NORTE	F6H-967	HUARAZ	MERCEDEZ BENZ	30
11	OBRA	DIA	MINIBUS-NARANJA	TOPOGRAFIA	BWI-623	HUARAZ	HINO	34
12	OBRA	DIA	MINIBUS-NEGRO	CANAL 6, INPIT CENTRAL	XBO-965	HUARAZ	MERCEDEZ BENZ	30
13	OBRA	DIA	MINIBUS-NARANJA	PLANTA DE CONCRETO	T6U-109	ECCAME	MERCEDEZ BENZ	30
14	OBRA	DIA	MINIBUS-PLOMO	TOP SOIL / INPIT CENTRAL	CJN-1444	ECCAME	MERCEDEZ BENZ	30
15	OBRA	DIA	MINIBUS-BLANCO Y ROJO	TOP SOIL 29	F1S-957	HUARAZ	MERCEDEZ BENZ	30
16	OBRA	DIA	MINIBUS-BLANCO Y AMARILLO	POZA DE LODOS	BYT-268	HUARAZ	MERCEDEZ BENZ	30
17	OBRA	DIA	MINIBUS-NARANJA (RETEN)	ALCANTARILLA	T7R-954	HUARAZ	MERCEDEZ BENZ	30
18	OBRA	DIA	MINIBUS-AZUL	BRAVO 24/ POZA DE LODOS	BSP-044	HUARAZ	MERCEDEZ BENZ	30

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Unidades de Transporte de Personal

En la empresa STRACON dentro del proyecto Pierina se tiene las siguientes unidades de Transporte para los cuales los conductores están habilitados y cuentan con una licencia interna emitida por la minera Barrick para operar dentro de sus instalaciones. Estas unidades son en total 18 (8 camionetas y 10 minibuses) los cuales tienen las siguientes características:

-Minibuses de capacidad de 30 pasajeros más 1 conductor.

-Camionetas 4x4 de capacidad 4 pasajeros y 1 conductor.



Figura 13. Minibús 30 pasajeros STRACON

Fuente: Elaboración propia.



Figura 14. Camioneta 4 pasajeros STRACON

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 4.** se muestra el circuito diario y horarios que realizan los conductores del hotel Eccame para dirigirse a mina Pierina y viceversa.

En la **Tabla 5.** se muestra el circuito diario y horarios que realizan los conductores del hotel Huascarán para dirigirse a mina Pierina y viceversa.

3.2.4 Controles frente a fatiga y somnolencia en conductores

Los controles de fatiga y somnolencia para conductores en Proyecto Pierina previo a la implementación de los smartwatchs son:

a) Jornada Laboral y descanso de los conductores:

Los conductores de vehículos de servicio de transporte de pasajeros no deberán realizar jornadas de conducción continuas de más de cinco (5) horas durante su actividad dentro de su jornada laboral dentro de las instalaciones de la unidad minera.

Todos los conductores de minibús y camioneta pernoctarán diariamente en los hoteles destinados por STRACON, no irán a sus viviendas hasta sus días de descanso.

Los conductores cuentan con un sistema de trabajo de 14 x 7.

Los conductores pernoctarán en habitaciones compartidas con otros conductores de minibús y/o camioneta para mantener horarios similares y no perjudicar el descanso de los ocupantes de la habitación.

b) Alojamiento para el personal:

El área destinada para el descanso del personal deberá de estar lejos de zona que genere ruido que dificulte su descanso.

Las cortinas de la habitación deberán de tener un color, que obstaculicen el ingreso de la luz.

Se realizará de forma mensual una inspección a los alojamientos de los conductores para verificar que estos cuenten con las condiciones necesarias para un descanso efectivo. Se utilizará el Check List de Inspección de Habitación / Descanso del personal que se muestra en el **anexo 1** de la presente tesis.

c) Llenado de Check List de Autoevaluación de Fatiga

Todos lo conductores y operadores deberán llenar la ficha de autoevaluación de fatiga antes de iniciar sus labores. Este check list ayuda a realizar una autoevaluación por parte del conductor frente a síntomas o condiciones que este pueda estar sintiendo a causa de estar fatigado. Este formato se muestra en el **anexo 2** de la presente tesis.

d) Alcohótest

Se realizarán pruebas aleatorias semanales al personal incluidos los conductores mediante pruebas de soplado directo en el alcoholímetro. La tolerancia para esta prueba es de cero gramos por litro de sangre. Las pruebas se realizarán antes de la subida del personal a obra y antes de que los conductores inicien sus actividades. Cabe mencionar que el 100% de los conductores pasan por este control y aleatoriamente lo pasan los pasajeros. Estas pruebas generalmente se realizan cada viernes y domingo o en fechas festivas como navidad, año nuevo, aniversarios de las localidades del personal obrero, entre otros. De ser encontrado algún personal con resultado positivo se continuará con el proceso establecido en el procedimiento de Pruebas de Alcotest de la empresa. Cabe mencionar que estas pruebas se realizan con equipos debidamente calibrados con vigencia máximo de 1 año.



Figura 15. Prueba Alcotest a conductores

Fuente: Elaboración propia.

e) Pausas Activas

Las pausas activas deben ser realizados por todo el personal ya sea personal de campo, de oficina, conductores y operadores. En el caso de los conductores, las pausas activas las realizan en los frentes de trabajo donde se encuentren estacionados 2 veces al día.

Las pausas activas se realizan de manera diaria a las 10:00 hrs. y 15:00 hrs. Deben tener una duración entre 5 a 10 minutos.



Figura 16. Pausas activas en campo

Fuente: Elaboración propia.

f) Capacitaciones, sensibilizaciones y charlas para prevenir fatiga y somnolencia.

Las capacitaciones, campañas, charlas, sensibilizaciones y cualquier otra actividad relacionada a Fatiga y Somnolencia son importantes su ejecución a todo nivel para así poder concientizar sobre las consecuencias que puede traer a uno mismo y a los demás compañeros de trabajo el trabajar fatigado y somnoliento. Además, importante el generar confianza a los trabajadores y/o conductores para que puedan reportar a sus supervisores o encargados cuando estos presenten los síntomas de fatiga y somnolencia para que se pueda tomar las medidas de control correspondientes.

Tabla 8. Programa actividades F&S 2023

STRACON	PROGRAMA DE ACTIVIDADES FATIGA Y SOMNOLENCIA 2023														SEGUIMIENTO
	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	DURACIÓN (horas)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
			PRIMER TRIMESTRE			SEGUNDO TRIMESTRE			TERCER TRIMESTRE			CUARTO TRIMESTRE			
CAMPAÑAS															
Campaña de Fatiga y Somnolencia	SSOMA	Mensual					P								0%
CAPACITACIONES F&S															
Prevención de fatiga y somnolencia	SSOMA	1					P								0%
Importancia de las pausas activas	SSOMA	1								P					0%
Importancia de la política de alcohol y drogas	SSOMA	1											P		0%
SENSIBILIZACIONES F&S															
Higiene del sueño. Hábitos y rutinas saludables	SO	1					P								0%

Fuente: STRACON Pierina.

De los controles mencionados anteriormente, se agrupan estos controles en base a la jerarquía de controles.

El control de realizar alcoholtest aleatorio semanal es un ejemplo de control de ingeniería y las capacitaciones, campañas y llenado de check list de fatiga son controles administrativos.

Posteriormente, se dará a conocer el control de ingeniería necesario para el alto riesgo de conducir unidades vehiculares y transportar personas bajo los síntomas de fatiga y somnolencia. Estamos hablando del uso de los relojes inteligentes para la medición de la calidad de sueño de los usuarios.

La jerarquía de controles de riesgos en ISO 45001 se organiza de mayor a menor efectividad, iniciando por supuesto por la eliminación del riesgo.



Figura 17. Jerarquía de controles

Fuente: 3M.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO DE LA TESIS

4.1 Descripción de Implementación de relojes inteligentes

Los pasos que seguir para una adecuada implementación del sistema de fatiga y somnolencia basado en el uso de relojes inteligentes son:

1. Adquisición de licencias, relojes y Tablet o smartphone

Como primer paso, se debe gestionar la adquisición del servicio de instalación y alquiler de licencias por cada smartwatch. Esto en coordinación con el proveedor de este servicio que en este caso sería Sleep Intelligence.

La adquisición de los relojes inteligentes se basa en la cantidad de conductores que uno tenga en una empresa o contratista minero.

Las especificaciones del smartwatch con conectividad Bluetooth adquirido en su momento se muestran en el **anexo 3**.



Figura 18. Reloj inteligente XIAOMI MI BAND 7

Fuente: Sleep Intelligence.

La adquisición de Tablet o smartphones es responsabilidad de la empresa que usará los relojes. En STRACON se prefirió usar Tablet en lugar de smartphones ya que al tener una pantalla más grande facilita la sincronización con los smartwath.

Se adquirió 2 Tablet del modelo Samsung Tab S6 Lite debido a que la sincronización y lectura de relojes se realizan en 2 puntos los cuales son Hotel Eccame y Hotel Huascarán que son los puntos de partida de minibuses y camionetas.



Figura 19. Tablet HD 10.4"

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la empresa STRACON en proyecto Pierina se ha implementado relojes para 32 conductores. A continuación, se muestra los gastos realizados para la implementación de relojes inteligentes para el periodo de Mayo a Diciembre 2023:

Tabla 9. Cotización de Implementación de relojes

ITEM	CONCEPTO	UNID	Cantidad	Tipo Cambio PEN/USD	S/ 3.75
				Precio Unitario (USD)	Sub Total (USD)
1.0	Reloj Inteligente (smartwatch)	UN	32	60	1920
2.0	Servicio de instalación y alquiler de licencia X 08 MESES X 32 relojes	UN	1	5120	5120
3.0	Tablet Samsung Tab S6	UN	2	320	640
A considerar:				Total (USD)	7680
*Los costos y precios unitarios se basan en el 2023. Susceptibles a cambio por el proveedor.					
*El cambio de moneda de dólar (USD) a sol (PEN) se tomó como referencia el valor de S/3.75 de Marzo 2023.					

Fuente: Elaboración propia.

2. Activación licencias de relojes

Una vez comprado las licencias para los relojes por un determinado tiempo se debe solicitar su activación al proveedor (Sleep Intelligence). Esta solicitud se da vía correo indicando los siguientes datos:

- ✓ Código MAC: Código de 10 dígitos predefinido en cada reloj.
- ✓ Código TOKEN: Código generado por el proveedor para cada reloj.
- ✓ Nombre del usuario (conductor): Nombre que se le designará a cada reloj en la plataforma de control.

Finalmente, el proveedor responde vía correo la conformidad de la activación de licencias solicitadas.

Se recomienda llevar un registro actualizado de estos datos como la **Tabla 10**, para tener a la mano estos registros antes futuras solicitudes.

Tabla 10. Modelo consolidado de códigos de relojes

ITEM	DNI	APELLIDOS Y NOMBRES	MAC	TOKEN
1	70220615	RAMIREZ MILLA FREDDY FELIX	E0:22:BA:FC:2C:83	0xc860c6cc39e1ccaadf6bd53c022b7154
2	70110151	HUAMALIANO AGUERO ANGEL GUSTAVO	C2:0C:0C:01:0F:55	0x7c0de116e22780505d3ed72872ed72872eb3513
3	48717974	ALVARADO RIVERA ROMEL JESUS	C1:0C:11:02:51:53	0x9413f356a40c4424c82e768fd7eb1dde
4	46879305	HIDALGO TAFUR BLADIMIR ALONSO	CB:FE:B8:D2:61:21	0x7b28fd17a160b0dfa1fb5225042f46b
5	46302623	CASTROMONTE REGALADO ADOLFO EDWIN	C3:01:0c:00:50:4F	0x8902288ac2aa0d1cc1beae0946e6eb0f
6	46259198	CHAVEZ RIVERA MANUEL IVAN	F8:79:3D:77:D6:CF	0xBB35cda58c4885fb649dfe58e12a23c9
7	45223464	CARO OBISPO ANGEL FERNANDO	DB:D3:98:39:A3:DE	0x27818714eee82ceeb7c3b5f9604bf89
8	44574719	MARTEL SANTAMARIA FLEMING	CD:A9:B2:E9:E2:C1	0x2a5ef35ea680b4d458920657980025
9	43464507	UGARTE CHAVEZ EFRAIN OSCAR	FE:F4:F2:98:4D:22	0X85B69edee32405f57752d51e44fa5b2
10	43228470	RIOS CHAVEZ WILMER	C1:0C:11:01:54:10	0x61a9022ed3519bc38e763668e4ebc546a
11	42674616	CRESPIN OBISPO ALFREDO CARLOS	EE:E3:41:0B:4B:7F	0x0cabba12ae3e80a2905b94f020a2d84a
12	42670618	AQUIJE MEDINA JOSE LUIS	DC:6C:F0:AE:74:89	0x02a3f1e1ffc042e5c8e4d8029e9d7570
13	42523420	CERDAN CORTEZ DAVID	EC:D4:72:12:6A:DB	0x9dfc9e10405fa03dd918f0c9e443
14	41963733	PICON BARRETO MAURO JUAN	E2:DF:07:21:8E:E8	0x5873cbdb60d87cb5641263c54fc3a47
15	41668908	W. CONTRERAS	C1:0C:03:00:25:1B	0xa6a39cf27dc94ed5c6df8656bbc262
16	16770609	MALCA BOULANGGER JULIO ARTURO	FA:9F:19:43:02:00	0x0b74eec1a84a89e11a39d3b1fd9ff8ef
17	10209466	CONDE FLORES ROLANDO ELISEO	C3:01:0C:00:22:3F	0xa18227690d4a302ba59a939e642290c

Fuente: STRACON Pierina.

3. Configuración de alertas

Para recibir las alertas de nivel de riesgo y horas de sueño efectivo de cada conductor existen 2 modalidades las cuales son:

a. Reportes diarios vía correo electrónico:

Estos reportes de alerta diarios se programan a solicitud de la empresa o contratista indicando al proveedor en que horarios y a que correos quiere que le llegué estas alertas.

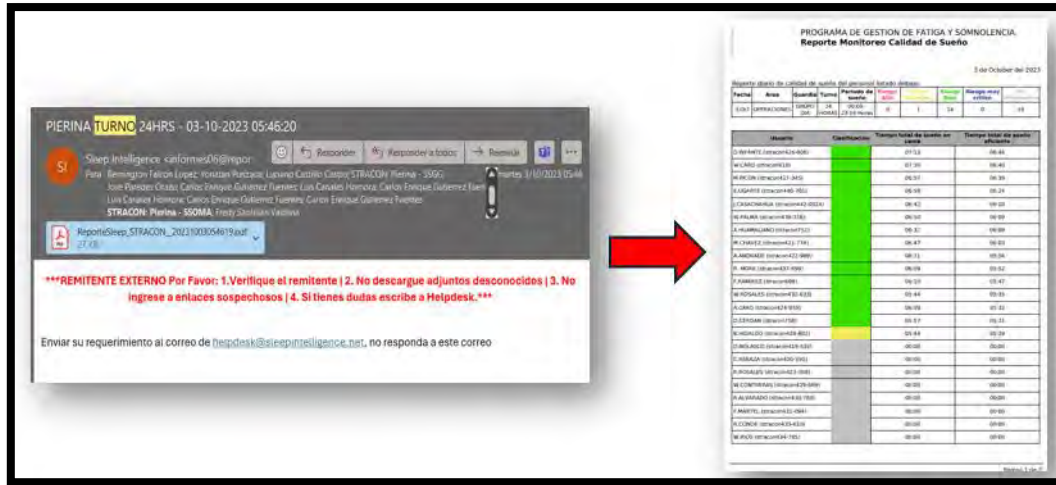


Figura 20. Reportes diarios vía correo electrónico

Fuente: Elaboración propia.

b. Plataforma de Control:

Para acceder en cualquier momento al consolidado de reportes de alerta de un determinado día se puede acceder a la Plataforma de Control mediante un usuario creado por el proveedor.

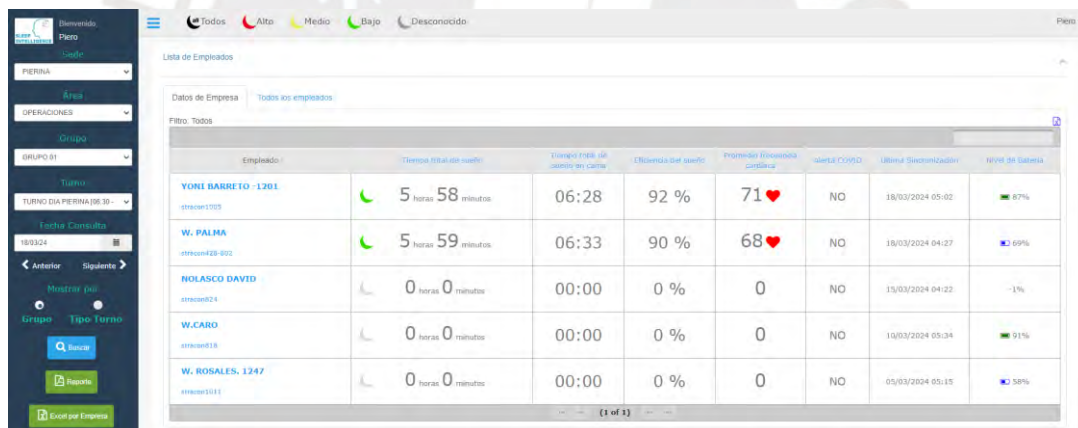


Figura 21. Plataforma de Control

Fuente: Sleep Intelligence.

4. Vinculación relojes con Tablet

Como siguiente paso se debe vincular vía Bluetooth cada reloj inteligente a la Tablet para que se pueda realizar las lecturas a los usuarios cuando se inicie su uso. Para ello, la Tablet ya debe tener descargada la aplicación “iSleep”.

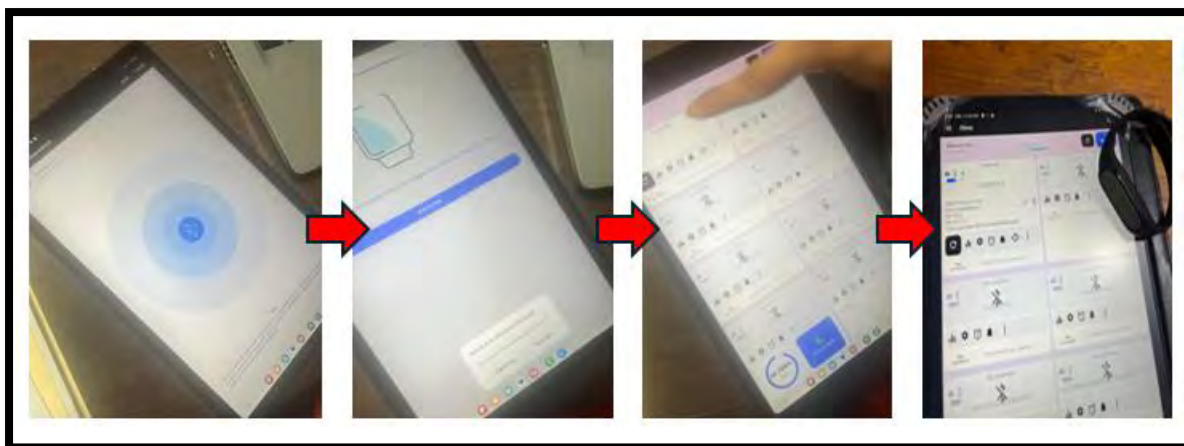


Figura 22. Vinculación entre reloj y tablet

Fuente: Sleep Intelligence.

Durante la etapa de vinculación se puede designar el nombre del conductor a su respectivo reloj para facilitar la sincronización de cada usuario.

5. Capacitación del uso del sistema de fatiga basado en los relojes

El área de supervisión, los usuarios y demás responsables de la ejecución y seguimiento del sistema de Prevención de Fatiga y Somnolencia en conductores deben pasar una previa capacitación brindado por el mismo proveedor para que el servicio se pueda ejecutar de la manera adecuada. Los temas principales para abordar en la capacitación son:

- Descripción del funcionamiento del sistema.
- Pautas para un adecuado control de sueño por parte de la supervisión.
- Recomendaciones para el uso adecuado de los relojes inteligentes mostrados en el **anexo 4**.
- Resolver dudas y/o consultas por parte de los usuarios.



Figura 23. Capacitación sobre uso de smartwatch

Fuente: Elaboración propia.

6. Elaboración de Instructivo de relojes

Se elabora un instructivo con el fin de detallar el funcionamiento del sistema de prevención de fatiga y somnolencia mediante el uso de relojes inteligentes y la implementación de acciones para el control de los riesgos relacionados con la fatiga y/o somnolencia en el trabajo. Este instructivo es aplicable para todos los conductores de vehículos livianos y transporte de personal de STRACON y sus áreas operativas. Asimismo, debe ser conocido y respetado por todos los trabajadores. En el **anexo 5**, se muestra el instructivo de control de sueño elaborado para el proyecto Pierina.

7. Entrega y uso de relojes a conductores

Habiendo realizado los pasos previos, se procede a la entrega de los relojes inteligentes personalizados a su respectivo usuario (conductor) donde se le indica que deben usar los relojes antes de irse a descansar mientras se encuentran en jornada de trabajo para que el reloj pueda realizar la toma de datos mientras los conductores duerman.

Para el proyecto Pierina se hace la entrega a todos los conductores de minibús y camioneta.



Figura 24. Conductor de minibús usando el reloj

Fuente: Elaboración propia.



Figura 25. Conductor de camioneta usando el reloj

Fuente: Elaboración propia.

8. Lectura de relojes

Como último paso se tiene la lectura de relojes previo uso la noche anterior por los conductores para la obtención de datos y la respectiva toma de acción frente al nivel de riesgo y tiempo de sueño efectivo de cada usuario.



Figura 26. Lectura de reloj de conductor

Fuente: Elaboración propia.

A modo de resumen de tiene la siguiente figura que muestra el paso a paso para la implementación de relojes para la prevención de incidentes por fatiga y/o somnolencia en conductores.



Figura 27. Gráfico de Implementación de relojes inteligentes

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Tabla de Medidas a tomar frente al Nivel de Riesgo

Los supervisores a cargo de los conductores de transporte de personal luego de recibir los reportes diarios de sueño de cada conductor y su nivel de riesgo tomarán las medidas correspondientes que se muestran en la **Tabla 11.** a continuación:

Tabla 11. Tabla de Medidas a tomar frente al Nivel de Riesgo

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS A TOMAR
VERDE (BAJO RIESGO)	OPERADOR DURMIÓ CON CALIDAD DE SUEÑO ACEPTABLE (RESULTADO DEL CÁLCULO DE HORAS EFECTIVAS DE SUEÑO MENOS LAS INTERRUPCIONES Y MICRODESPERTARES)	SIN RESTRICCIONES
AMARILLO (MODERADO RIESGO)	OPERADOR DURMIÓ CON MODERADA CALIDAD DE SUEÑO (RESULTADO DEL CÁLCULO DE HORAS EFECTIVAS DE SUEÑO MENOS INTERRUPCIONES Y MICRODESPERTARES)	- 01 DÍA CON CLASIFICACION AMARILLO PUEDE CONDUCIR NORMAL - 3 DIAS O MÁS NO PUEDE CONDUCIR
ROJO (ALTO RIESGO)	OPERADOR CON MALA CALIDAD DE SUEÑO PARA TAREAS DE ALTA DEMANDA DE ALERTA Y CONCENTRACIÓN (RESULTADO DEL CÁLCULO DE HORAS EFECTIVAS DE SUEÑO MENOS LAS INTERRUPCIONES Y MICRODESPERTARES)	- NO AUTORIZADO PARA OPERAR. - 3 DIAS CONSECUTIVOS EN LA CLASIFICACION ROJO DEBE RECIBIR APOYO MEDICO
RIESGO MUY CRITICO	OPERADOR CON MALA CALIDAD DE SUEÑO Y ADEMÁS TIENE UNA DEUDA DE SUEÑO ACUMULADA IMPORTANTE EN LOS 3 PERIODOS DE SUEÑO PREVIO	- NO AUTORIZADO PARA OPERAR. DEBE RECIBIR APOYO MEDICO
GRIS (SIN INFORMACIÓN)	NO SE REGISTRÓ HORAS DE SUEÑO (SIN BATERÍA / NO USO EL RELOJ)	- VERIFICAR RAZONES DE NO USO DEL EQUIPO / SE VALIDARÁ CONDUCCIÓN CON LA VALIDACIÓN DE LOS CONTROLES ADMINISTRATIVOS YA ESTABLECIDOS.

Fuente: Elaboración propia.

La **Tabla 11.** a diferencia de la **Tabla 2. (guía del proveedor)** es la utilizada por la empresa STRACON en el proyecto Pierina con el respaldo de su área médica y adecuada a su realidad para la toma de medidas frente a los niveles de alerta que puede tener un conductor durante su jornada laboral.

En resumen, frente a un nivel de riesgo bajo (verde) el conductor puede conducir ese día con normalidad. Frente a un caso de nivel moderado (amarillo) puede conducir de forma normal, pero sí de manera consecutiva el tercer día sale amarillo este conductor no puede conducir.

En el caso de identificar un conductor de riesgo alto (rojo) este colaborador no conducirá ese día. Frente al conductor de riesgo alto identificado se procede a registrar la declaración por parte del conductor donde mencionará su rutina previa de sueño y la razón por la que cree que no llegó al tiempo total de sueño suficiente para salir en verde o amarillo. Además, se realizará una charla de concientización por parte de su área gestora responsable (Administración) sobre la importancia del sueño eficiente y los riesgos que se expone al conducir bajo síntomas de fatiga y somnolencia.

PROGRAMA DE GESTIÓN DE FATIGA Y SOMNOLENCIA
Reporte Monitoreo Calidad de Sueño
 12 de Septiembre del 2023

Fecha	Año	Guarnición	Turno	Período de sueño	Riesgo	Tiempo total de sueño	Tiempo de sueño eficiente
12	OPERACIONAL	GRUPO 204	24 HORAS	06:07	ALTO	4	4
						11	0
						18	0

Reporte Diario Monitoreo de Sueño

STRACON
DECLARACIÓN DE INCIDENTES
 Proyecto / Turno: 12 de Septiembre del 2023
 Área: 204/204
 Fecha de Aprobación: 2023/09/12

Declaración del conductor

STRACON
REGISTRO DE LA CHARLA
Charla de concientización

Figura 28. Medidas a tomar frente a un riesgo alto rojo

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Resultados obtenidos

Con el uso de los relojes inteligentes por parte de los conductores se generó datos importantes como el nivel de riesgo, tiempo total de sueño, eficiencia de sueño, entre otros para así tomar acciones preventivas de manera diaria frente a posibles incidentes que se puedan dar relacionados a fatiga y somnolencia en conductores.

Para el cálculo del tiempo total de sueño, tiempo de sueño eficiente y eficiencia de sueño se tiene las siguientes fórmulas:

$$\text{Tiempo Total de sueño en cama} = \text{Tiempo total de sueño eficiente} + (\text{microdespertares e interrupciones})$$

Tiempo total de sueño eficiente = Tiempo Total de sueño en cama – (microdespertares e interrupciones)

$$\text{Eficiencia de Sueño (\%)} = \frac{\text{Tiempo Total de Sueño eficiente}}{\text{Tiempo Total de Sueño en cama}} \times 100\%$$

Cabe mencionar que el sistema categoriza a cada usuario en niveles de riesgo (bajo, medio, alto y crítico) basándose en un algoritmo complejo desarrollo producto de años de investigación en donde no solo involucran el tiempo total de sueño eficiente sino también influyen otros factores como la deuda del sueño acumulada y frecuencia cardíaca que puede tener un conductor.

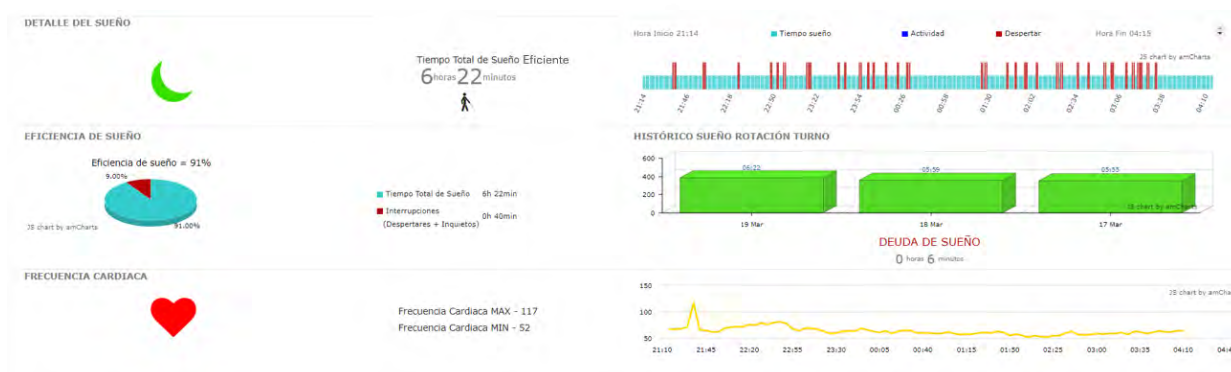


Figura 29. Gráfico del detalle de sueño de un usuario

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1 Reportes de Nivel de Riesgo de Mayo a Diciembre 2023

Los reportes de nivel de riesgo de conductores generados por el uso de los relojes inteligentes se consolidaron de manera diaria para obtener los siguientes resultados mensuales los cuales se muestran a continuación:

1) Reportes de Mayo 2023

Tabla 12. Reportes Mayo 2023

REPORTES MES MAYO 2023		
CLASIFICACIÓN RIESGO	CANTIDAD	TOTAL (%)
Riesgo Alto	6	1.7%
Riesgo Moderado	62	17.5%
Riesgo Bajo	286	80.8%
Riesgo Crítico	0	0.0%
Total	354	100%
TIEMPO TOTAL SUEÑO EFICIENTE		05:58:53

Fuente: Elaboración propia.

Esta Tabla nos dice que en el mes de Mayo se generó 354 reportes de riesgo de los cuales los reportes de riesgo bajo representan el 80.8%, los de riesgo medio el 17.5% y riesgo alto el 1.7%. Además, el promedio de tiempo de sueño eficiente en este mes fue de 05 Horas 58 minutos y 53 segundos. El consolidado de estos registros se pueden visualizar en el **anexo 6**.

2) Reportes de Junio 2023

Tabla 13. Reportes Junio 2023

REPORTES MES JUNIO 2023		
CLASIFICACIÓN RIESGO	CANTIDAD	TOTAL (%)
Riesgo Alto	3	1.1%
Riesgo Moderado	34	12.7%
Riesgo Bajo	231	86.2%
Riesgo Crítico	0	0.0%
Total	268	100%
TIEMPO TOTAL SUEÑO EFICIENTE		06:11:38

Fuente: Elaboración propia.

Esta Tabla nos dice que en el mes de Junio se generó 268 reportes de riesgo de los cuales los reportes de riesgo bajo representan el 86.2%, los de riesgo medio el 12.7% y riesgo alto el 1.1%. Además, el promedio de tiempo de sueño eficiente en este mes fue de 06 Horas 11 minutos y 38 segundos. El consolidado de estos registros se pueden visualizar en el **anexo 6**.

3) Reportes de Julio 2023

Tabla 14. Reportes Julio 2023

REPORTES MES JULIO 2023		
CLASIFICACIÓN RIESGO	CANTIDAD	TOTAL (%)
Riesgo Alto	3	0.8%
Riesgo Moderado	29	7.9%
Riesgo Bajo	334	91.3%
Riesgo Crítico	0	0.0%
Total	366	100%
TIEMPO TOTAL SUEÑO EFICIENTE		06:17:28

Fuente: Elaboración propia.

Esta Tabla nos dice que en el mes de Julio se generó 366 reportes de riesgo de los cuales los reportes de riesgo bajo representan el 91.3%, los de riesgo medio el 7.9% y riesgo alto el 0.8%. Además, el promedio de tiempo de sueño eficiente en este mes fue de 06 Horas 17 minutos y 28 segundos. El consolidado de estos registros se pueden visualizar en el **anexo 6**.

4) Reportes de Agosto 2023

Tabla 15. Reportes Agosto 2023

REPORTES MES AGOSTO 2023		
CLASIFICACIÓN RIESGO	CANTIDAD	TOTAL (%)
Riesgo Alto	1	0.2%
Riesgo Moderado	36	8.3%
Riesgo Bajo	398	91.5%
Riesgo Crítico	0	0.0%
Total	435	100%
TIEMPO TOTAL SUEÑO EFICIENTE		06:15:43

Fuente: Elaboración propia.

Esta Tabla nos dice que en el mes de Agosto se generó 435 reportes de riesgo de los cuales los reportes de riesgo bajo representan el 91.5%, los de riesgo medio el 8.3% y riesgo alto el 0.2%. Además, el promedio de tiempo de sueño eficiente en este mes fue de 06 Horas 15 minutos y 43 segundos. El consolidado de estos registros se pueden visualizar en el **anexo 6**.

5) Reportes de Setiembre 2023

Tabla 16. Reportes Setiembre 2023

REPORTES MES SETIEMBRE 2023		
CLASIFICACIÓN RIESGO	CANTIDAD	TOTAL (%)
Riesgo Alto	2	0.4%
Riesgo Moderado	34	7.3%
Riesgo Bajo	427	92.2%
Riesgo Crítico	0	0.0%
Total	463	100%
TIEMPO TOTAL SUEÑO EFICIENTE		06:12:45

Fuente: Elaboración propia.

Esta Tabla nos dice que en el mes de Setiembre se generó 463 reportes de riesgo de los cuales los reportes de riesgo bajo representan el 92.2%, los de riesgo medio el 7.3% y riesgo alto el 0.4%. Además, el promedio de tiempo de sueño eficiente en este mes fue de 06 Horas 12 minutos y 45 segundos. El consolidado de estos registros se pueden visualizar en el **anexo 6**.

6) Reportes de Octubre 2023

Tabla 17. Reportes Octubre 2023

REPORTES MES OCTUBRE 2023		
CLASIFICACIÓN RIESGO	CANTIDAD	TOTAL (%)
Riesgo Alto	1	0.2%
Riesgo Moderado	53	11.0%
Riesgo Bajo	428	88.8%
Riesgo Crítico	0	0.0%
Total	482	100%
TIEMPO TOTAL SUEÑO EFICIENTE		06:11:09

Fuente: Elaboración propia.

Esta Tabla nos dice que en el mes de Octubre se generó 482 reportes de riesgo de los cuales los reportes de riesgo bajo representan el 88.8%, los de riesgo medio el 11.0% y riesgo alto el

0.2%. Además, el promedio de tiempo de sueño eficiente en este mes fue de 06 Horas 11 minutos y 09 segundos. El consolidado de estos registros se pueden visualizar en el **anexo 6**.

7) Reportes de Noviembre 2023

Tabla 18. Reportes Noviembre 2023

REPORTES MES NOVIEMBRE 2023		
CLASIFICACIÓN RIESGO	CANTIDAD	TOTAL (%)
Riesgo Alto	1	0.3%
Riesgo Moderado	21	5.4%
Riesgo Bajo	366	94.3%
Riesgo Crítico	0	0.0%
Total	388	100%
TIEMPO TOTAL SUEÑO EFICIENTE		06:18:57

Fuente: Elaboración propia.

Esta Tabla nos dice que en el mes de Noviembre se generó 388 reportes de riesgo de los cuales los reportes de riesgo bajo representan el 94.3%, los de riesgo medio el 5.4% y riesgo alto el 0.3%. Además, el promedio de tiempo de sueño eficiente en este mes fue de 06 Horas 18 minutos y 57 segundos. El consolidado de estos registros se pueden visualizar en el **anexo 6**.

8) Reportes de Diciembre 2023

Tabla 19. Reportes Diciembre 2023

REPORTES MES DICIEMBRE 2023		
CLASIFICACIÓN RIESGO	CANTIDAD	TOTAL (%)
Riesgo Alto	4	1.0%
Riesgo Moderado	24	5.9%
Riesgo Bajo	376	93.1%
Riesgo Crítico	0	0.0%
Total	404	100%
TIEMPO TOTAL SUEÑO EFICIENTE		06:24:39

Fuente: Elaboración propia.

Esta Tabla nos dice que en el mes de Diciembre se generó 404 reportes de riesgo de los cuales los reportes de riesgo bajo representan el 93.1%, los de riesgo medio el 5.9% y riesgo alto el 1.0%. Además, el promedio de tiempo de sueño eficiente en este mes fue de 06 Horas 24 minutos y 39 segundos. El consolidado de estos registros se pueden visualizar en el **anexo 6**.

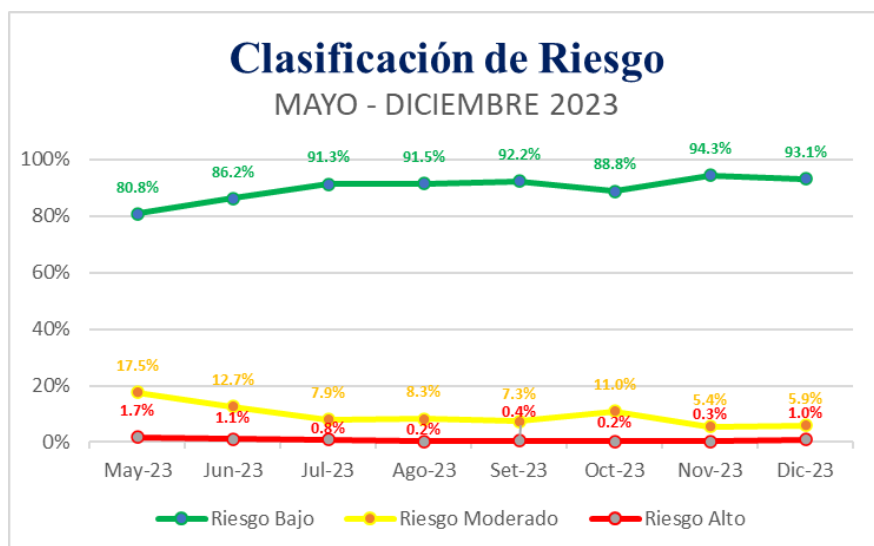


Figura 30. Clasificación de Riesgo periodo de mayo a diciembre 2023

Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 30.** se muestra como a lo largo del periodo de Mayo a Diciembre existe una tendencia a aumentar el porcentaje de nivel de riesgo bajo. De igual forma, el porcentaje de nivel de riesgo moderado tiene una tendencia a disminuir. En el caso del porcentaje de casos de nivel de riesgo alto se tiene una tendencia también a disminuir con un leve incremento durante el último mes.

4.3.2 Rangos de horas de sueño Eficiente de Mayo a Diciembre 2023

Tabla 20. Cantidad de registros por rango de horas

Rango de Horas	Cantidad	Porcentaje (%)
[02-03]	4	0.13%
[03-04]	6	0.19%
[04-05]	73	2.31%
[05-06]	1051	33.26%
[06-07]	1660	52.53%
[07-08]	321	10.16%
[08-09]	44	1.39%
[09-10]	0	0.00%
[10-11]	1	0.03%

Fuente: Elaboración propia.



Figura 31. Diagrama Pareto de Rango de Horas de sueño eficiente

Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 31**, se observa que dentro del periodo de Mayo a Diciembre el tiempo de sueño eficiente de los conductores entre 6 a 7 horas supera el 50% de registros generados durante este periodo. Además, el rango de sueño de 5 a 7 horas supera el 80% de registros generados durante el mismo periodo.

4.3.3 Promedio de Tiempo Total de Sueño Eficiente de Julio a Diciembre 2023

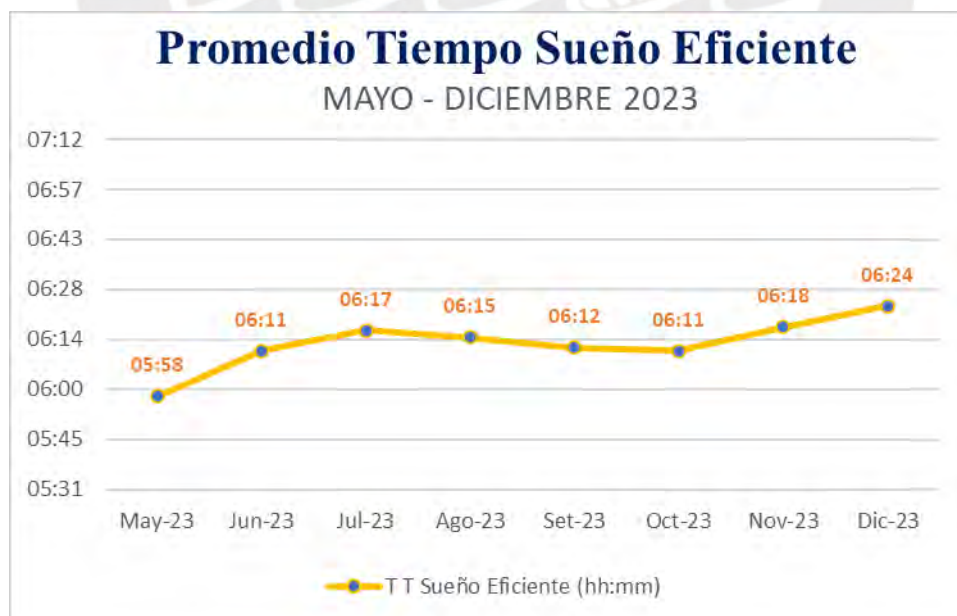


Figura 32. Promedio de Tiempo de Sueño Eficiente de mayo a diciembre 2023

Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 32.** se muestra como a lo largo del periodo de Mayo a Diciembre existe una tendencia a aumentar el promedio mensual del tiempo total de sueño eficiente de los conductores lo cual es positivo ya que significa que la implementación de los relojes está ayudando a generar conciencia de la importancia del sueño y se está descansando más tiempo.

4.4 Análisis e interpretación de resultados

En base a los resultados obtenidos desde su etapa inicial podemos decir que este sistema de fatiga y somnolencia que se basa en el uso de relojes inteligentes es un control efectivo para la prevención de incidentes relacionados a conductores somnolientos y fatigados.

Además, esta solución permite obtener beneficios importantes en la gestión de fatiga como:

- Prevenir accidentes con daño a la persona y equipos e incidentes peligrosos relacionados a fatiga y somnolencia en conductores.
- Mejorar la calidad y el tiempo total de sueño eficiente en conductores.
- Permitir tener diagnósticos rápidos y eficaces de casos críticos por fatiga y somnolencia.
- Identificar factores de riesgo de salud en conductores como trastornos de sueño, entre otros.
- Concientizar sobre la importancia de la calidad de sueño y sus riesgos.
- Reducir costos por ausentismo, siniestralidad, pérdidas en los procesos, etc.
- Mejorar la productividad.

El uso de reloj inteligente es un control de ingeniería contribuye con la disminución de incidentes por fatiga y somnolencia en conductores.

Tabla 21. Incidentes de STRACON proyecto Pierina 2023

MES	HHT del Mes	Primeros Auxilios (FA)	Atención Médica (MA)	Accidente con Tiempo Perdido (LTI)	Daños a la Propiedad (DP)	Cuasi Accidentes (NM)	TOTAL
Enero	47,592	0	0	0	0	1	1
Febrero	54,633	0	0	0	2	0	2
Marzo	58,455	0	0	0	0	1	1
Abril	53,770	0	0	0	1	0	1
Mayo	59,290	0	0	0	0	0	0
Junio	84,736	0	0	0	1	0	1
Julio	105,326	0	0	0	0	0	0
Agosto	114,690	0	0	0	1	0	1
Setiembre	112,764	0	0	0	0	0	0
Octubre	116,755	1	0	0	1	1	3
Noviembre	108,728	1	0	0	1	0	2
Diciembre	101,651	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1,018,390	2	0	0	7	3	12

Fuente: STRACON Pierina

La **Tabla 21.** nos informa sobre los incidentes de seguridad ocurridos durante el año 2023 en proyecto mina Pierina como primeros auxilios, atención médica, accidentes con tiempo perdido, accidentes con daño a la propiedad y cuasi accidentes. Importante resaltar que ninguno de estos incidentes ocurridos tuvo como involucrados a conductores de transporte de personal (conductor de minibús o camioneta) que como una de las causas de los incidentes haya sido presentar síntomas de fatiga y/o somnolencia durante el desarrollo de sus actividades.

Cabe mencionar que en el 2023 se superó el 1 millón de horas hombre trabajadas sin ningún evento con tiempo perdido por lo que el índice de accidentabilidad de ese año fue 0,00.

Entonces, el uso de relojes inteligentes es un control de ingeniería que contribuye con la disminución y/o ausencia de incidentes por fatiga y somnolencia en conductores ya que actúa como un control preventivo que permite al supervisor responsable de los conductores tomar medidas frente a los niveles de riesgo que puede presentar un usuario antes de iniciar actividades y evitar incidentes relacionados a fatiga y somnolencia.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. En conclusión, en esta tesis se describió la implementación de un sistema de prevención de fatiga y somnolencia para reducir la probabilidad de incidentes producto de estos factores en conductores de transporte de personal mediante el uso de relojes inteligentes demostrando que este sistema es una alternativa de control eficiente, fácilmente escalable, de uso práctico y con beneficios en la gestión del sueño de los usuarios de teniendo en consideración los resultados obtenidos en el periodo de su implementación de mayo a diciembre del 2023.
2. El uso de relojes inteligentes como control es un complemento de alto valor en la gestión de fatiga y somnolencia de una empresa adicional a las charlas, capacitaciones, pausas activas, llenado de check list y otros controles que puedan existir previamente.
3. La recopilación de datos como el nivel de riesgo y tiempo total de sueño eficiente permite tomar decisiones y medidas de control claras, rápidas y fundamentadas frente a casos críticos por fatiga y somnolencia.
4. Finalmente, se concluye que el uso de relojes inteligentes es un control preventivo efectivo ya que en el periodo de prueba realizado por la empresa STRACON en proyecto mina Pierina no hubo un caso de incidente a causa de conductores fatigados o somnolientos. Como se menciona en la parte inicial de la tesis, ante la necesidad de la minera de contar con controles más robustos se implementó los relojes para conductores con resultados positivos para la empresa como el no generar incidentes con pérdida para la empresa que incluye a la minera y fortalecer la gestión de prevención.
5. Esta tecnología es escalable pudiéndose aplicar a una empresa que posea gran cantidad de conductores, que tenga turno día y/o noche y considerar dentro de los usuarios a operadores de equipo pesado, camiones mineros, entre otros. Además, esta tecnología representa una buena opción por su bajo costo a comparación de otras tecnologías similares en el mercado y por ser rentable al considerar las pérdidas económicas que puede generar un incidente como por ejemplo un choque o volcadura de un minibus lleno de trabajadores dentro de mina.

5.2 Recomendaciones

1. En base a los resultados obtenidos, se recomienda ampliar el uso de relojes inteligentes a otros perfiles de usuarios como los operadores de quipo pesado o línea amarilla, operadores de camiones mineros, operadores de transporte de carga, entre otros.
2. Se recomienda elaborar un Instructivo o Manual de uso donde se detalle los objetivos, responsabilidades, pautas para la adecuada aplicación del sistema, tabla de medidas a tomar frente a los niveles de riesgos, entre otros aspectos.
3. Se debe capacitar anualmente a los supervisores operativos y conductores para reforzar el uso adecuado de estos dispositivos y fomentar su uso al 100% para tener registros diarios de alerta confiables y generar un histórico.
4. Cada año se debe difundir los resultados obtenidos por el sistema a todos los conductores y línea de mando para conocer los beneficios en materia de seguridad y operatividad que trae este sistema de gestión de fatiga a la organización donde este actúe. Además, esta difusión de resultados se puede acompañar de un plan de incentivos donde se le reconozca a los trabajadores que usan correctamente el dispositivo, que tienen mayor calidad de sueño, etc. Este Plan de incentivos busca generar un mayor compromiso de los conductores con su deber rutinario del adecuado descanso.
5. Se recomienda el uso de los relojes a otras empresas dentro y fuera del rubro minero como control de ingeniería para la prevención de incidentes por fatiga y somnolencia que pueden ocasionar daños irreparables a la persona y pérdida económica significativa a las empresas.

BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga, J. (1980) *La fatiga en el trabajo y su influencia en la productividad*. Madrid, España: Salud y trabajo.
- García, J., Rogado, E., Barea, R., Bergasa, L., López, E., Ocaña, M., Schleicher, D. (2008). Sistema detector de fatiga en la conducción. *Revista Universidad de Alcalá*. Recuperado de <https://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/2664/P09.pdf>
- Gutiérrez, M., Sánchez, C., Argüello, C. (2015, 2 de julio). Estrés, fatiga y somnolencia en trabajadores del área de producción de una empresa farmacéutica en México. *Revista Salud de los Trabajadores*, pp.85-94. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3758/375844217002.pdf>
- Houssay, B. (1971) *Fisiología del ejercicio. Fisiología humana*. La Habana, Cuba: Ciencia y tecnología.
- Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. (2022). 66% de accidentes mortales en minería se originaron en carretas en 2021. Recuperado de <https://www.iimp.org.pe/institucional/noticias/66-de-accidentes-mortales-en-mineria-se-originaron-en-carreteras-en-2021>
- Martínez, G. (2021). Implementación y uso del Smart Cap o Vincha Inteligente en los conductores de camiones mineros para reducir incidentes por fatiga. Disponible en <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/22789>
- Neisa, C., Rojas, Y. (2009, 25 de agosto). Fatiga laboral, accidentes e incidentes laborales en los conductores de carga pesada de una empresa transportista de la ciudad de Yopal. *Revista Universidad El bosque*, pp. 8-21.
- Pulsera Readiband en Marcobre. (s.f.). Disponible 09 de febrero de 2023, de <https://fatiguescience.com/blog/video-marcobres-mina-justa-mine-uses-readi-to-reduce-fatigue-events-improving-safety-and-productivity/>
- Readi Watch Fatigue Science. (s.f.). Disponible 9 de Febrero de 2024, de <https://es.fatiguescience.com/blog/fatigue-science-launches-readiwatch-the-first-purpose-built-industrial-wearable-delivering-predictive-and-realtime-fatigue-alerts-without-a-smartphone/>

Rumbo Minero (2023). Copiloto+, sistema de inteligencia artificial desarrollado por Hudbay para la predicción y el control de Fatiga. Recuperado de

<https://www.rumbominero.com/peru/hudbay-peru-inteligencia-artificial-seguridad/>

Wombatt Sistema de Fatiga. (s.f.). Disponible 8 de febrero de 2024, de

<https://wombatt.net/about-us/>



ANEXOS

Anexo 1. Check List de Inspección de Habitación / Descanso del personal:

CHECKLIST PARA INSPECCION DE HABITACIÓN / DESCANSO DEL PERSONAL					
NOMBRE DEL PERSONAL: _____			EDAD: _____		
DNI: _____		DISCIPLINA: _____		EMPRESA: _____	
ING.RESPONSABLE: _____			TURNO: _____		
MÓDULO DE HOSPEDAJE: _____			FECHA: _____		
<p>Marcar con un (X) los siguientes criterios según corresponda:</p>					
HOSPEDAJE					
	SI	NO	N/A	COMENTARIOS	
1.- La habitación se ubica en una zona alejada de ruido.					
2.- Se nota poca presencia de fluido vehicular continuo.					
3.- Ausencia de ruido ensordado o molesto					
4.- Cortinas de la habitación son oscuras (turno noche)					
5.- El ambiente de la habitación es adecuado para descansar					
6.- Se lleva un control de la entrada y salida del personal					
7.- La limpieza de la habitación se realiza cuando no hay personal en la habitación					
8.- La habitación se encuentra en buenas condiciones sanitarias					
PERSONAL					
	SI	NO	N/A	COMENTARIOS	
1.- Se encuentra al personal descansando adecuadamente					
2.- Todos sus compañeros de la habitación son del mismo turno.					
3.- Se encuentra dentro de su periodo de trabajo de 21 x 7					
4.- Ha descansado como mínimo 6-8 horas.					
FACILIDADES / CONDICIONES DE TRABAJO					
	SI	NO	N/A	COMENTARIOS	
1.- La hora del almuerzo permite descansar mínimo 6 horas					
3.- Existen como máximo 2 camas para 2 compañeros de trabajo					
3.- Otros: _____					
<p>*Para todos los ítems inspeccionados donde la evaluación es "NO" se deberá de implementar una Medida Preventiva / Correctiva en el cuadro inferior.</p>					
MEDIDAS CORRECTIVAS INMEDIATAS					
Observación	Acción Correctiva	Responsable	Fecha de Ejecución	Status	Responsable de Seguimiento
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center; width: 40%;"> <p>_____</p> <p>FIRMA DEL SSGG</p> </div> <div style="text-align: center; width: 40%;"> <p>_____</p> <p>FIRMA DEL TRABAJADOR</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>_____</p> <p>NOMBRE Y FIRMA DEL INSPECTOR</p> </div>					

Anexo 2. Check List de Autoevaluación de Fatiga

	FORMATO	ST.SSOMA.PL.006.F01[10203017]	
	PROYECTO PIERINA / ÁREA DE SSOMA	Revisión: 01	
	CHECK LIST DE AUTOEVALUACION DE FATIGA	Fecha de aprobación: 01/01/2023	
FECHA:	HORA:	TURNO:	
OPERADOR / CONDUCTOR:			
PLACA / CODIGO DEL EQUIPO:		AREA:	
N°	SINTOMAS / CONDICIONES	SÍ	NO
1	Estoy bostezando		
2	Siento pesadez en la cabeza o doy "cabeceadas"		
3	Estoy somnoliento y fatigado		
4	Siento pesadez en los ojos y "se me caen los párpados"		
5	Estoy rígido o torpe en los movimientos		
6	Me siento mareado		
7	Me siento sin ganas de trabajar		
8	Tengo dificultad para pensar y no puedo concentrarme		
9	Me siento con falta de energía		
10	Tengo dificultad para concentrarme o poner en atención en las tareas		
11	Me falta motivación para hacer mi actividad bien		
12	Olvido las tareas que he realizado		
13	Me siento enfermo		
14	Estoy recibiendo medicamentos que causan sedación o disminuyen mi alerta		
15	Estoy bajo los efectos del alcohol y/o drogas		
16	Descanse lo suficiente, mi sueño fue reparador		
<p>Nota: Si en alguno de los puntos usted a contestado "SI", comunicar inmediatamente al supervisor, y detener su unidad.</p>			
<p>_____</p> <p>FIRMA DE CONDUCTOR</p>		<p>_____</p> <p>FIRMA DE SUPERVISOR</p>	

Anexo 3. Especificaciones Técnicas del Reloj Xiaomi Mi Band 7

XIAOMI MI BAND 7



ESPECIFICACIONES	
Material:	Policarbonato, poliuretano, vidrio
Pantalla táctil:	Amoled Resolución 192 x 490 píxeles
Batería:	180 mAh Hasta 10 días Carga en dos horas
GPS:	No
Sensores	
	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor de frecuencia cardíaca PPG • Acelerómetro de tres ejes • Giroscopio de tres ejes
Resistencia al agua:	5 ATM (50 metros)
Sistemas Operativos:	Apple iOS 10 o superior, Android OS 6.0 o superior
Conectividad:	Bluetooth 5.2
Firmware:	Activación y programación con App Sleep Intelligence
Requisitos ambientales	
Temperatura de funcionamiento:	0 a 45°C

Anexo 4. Recomendaciones para uso correcto del smartwatch



RECOMENDACIONES PARA CORRECTO USO DE LA PULSERA

PULSERA DE MONITOREO DE SUEÑO


1. La pulsera de monitoreo de sueño es un dispositivo que debe usarse necesariamente al inicio del descanso del trabajador, se puede usar quince o diez minutos antes de acostarse, también puede usarlo todo el día.
2. Si el usuario se retira la pulsera debe dejarla en un lugar seguro para que no sea manipulada y que el lado donde se encuentran sus sensores no tenga contacto con ningún objeto.
3. Se recomienda realizar la recarga de la pulsera cada 7 días o al advertirse que la pulsera tenga un mínimo de 15 por ciento de carga, en el aplicativo ISleep Tab o en la plataforma web se puede ver el nivel de carga de las pulseras.
4. La pulsera debe colocarse con un ajuste que pueda permitir el paso de un lapicero entre la pulsera y el brazo (No se requiere que esté tan ajustada). La posición correcta es colocarla después del hueso que sobresale de la muñeca, debe estar en contacto con la piel (No colocarla encima de alguna prenda de vestir). Ver figura.



5. Se podría intercambiar la colocación de la pulsera una semana en cada brazo.

6. Se debe limpiar la pulsera periódicamente, mínimamente una vez por semana, de acuerdo con el tipo de uso y trabajo (lado de los sensores) para remover suciedad del ambiente, sudor, grasa corporal, restos de tejido epitelial, con jabón suave, NO con detergentes ni antisépticos/alcohol medicinal.
7. La pulsera soporta el poder usarla y bañarse en la ducha y por ende mojarse al lavarse las manos, debiendo secar el dispositivo y el brazo del usuario antes de colocársela nuevamente.
8. No debe vincular la pulsera con el Aplicativo Mi Fit o Zepp Life de Xiaomi, por ningún motivo ya que con ello se pierden los códigos especiales que tienen las pulseras para conectarse con el App. de la empresa Sleep Intelligence.
9. No explorar en la pulsera tratando de buscar otras funciones, podría formatearse el dispositivo, lo que ocasiona pérdida de Códigos, imposibilidad de conectarse con el aplicativo y requerir de una reconfiguración de Códigos en la pulsera con apoyo remoto del departamento técnico de Sleep Intelligence.
10. Las pulseras tienen un marcador plástico numerado que sirve para identificar más fácilmente la pulsera y el usuario al momento de la sincronización, devolución al usuario entre otras funciones, no se recomienda que se retire dicho marcador de la pulsera.

Anexo 5. Instructivo Control de sueño mediante relojes inteligentes

 STRACON	INSTRUCTIVO	ST.SSOMA.IN.001 [10203017]
	CONTROL DEL SUEÑO CON RELOJES PULSERAS (SMARTWACH) Y APLICATIVO SLEEP INTELLIGENCE	Revisión: 0
Página 1 de 5		Fecha de Aprobación: 01/03/2023
PROYECTO	CIERRE DEL TAJO PIERINA	Frecuencia de Revisión: 12 meses

1 OBJETIVO Y ALCANCE

Asegurar un lugar de trabajo libre de incidentes causados por fatiga y/o somnolencia mediante la asignación de roles y responsabilidades y la implementación de acciones para el control de los riesgos relacionados con la fatiga y/o somnolencia en el trabajo.
Este instructivo es aplicable para todos los conductores de vehículos livianos y transporte de personal de STRACON S.A., sus áreas operativas. Asimismo, debe ser conocido y respetado por todos los trabajadores.


2 DEFINICIONES Y TERMINOS

Fatiga:	Sensación de agotamiento que se experimenta después de un esfuerzo físico o mental intenso y continuado.
Somnolencia:	Tendencia de la persona a quedarse dormido.
Turno día:	Son las diferentes actividades que se desarrollan entre las 06:30 horas y 18:30 horas y que incluye una hora para el almuerzo.
Turno noche:	Son las diferentes actividades que se desarrollan entre las 18:30 horas y 06:30 horas del día siguiente y que incluye una hora para el descanso.
Plan Contra la Fatiga:	Acciones para tomar para evitar la fatiga de los trabajadores y dar medidas correctivas en caso se presente un evento durante la operación.
Apnea:	Las apneas suponen un cese transitorio de la respiración.
Tiempo de descanso:	Periodo medido desde que el personal se acuesta hasta que se despierta.
Periodo de descanso efectivo:	Periodo medido por el sistema SLEEP INTELLIGENCE en cual identifica las horas efectivas de descanso restando del tiempo total de descanso los micro despertares o despertares durante el descanso del personal.
Sistema de control de fatiga y somnolencia:	Este sistema nos permite a través de algoritmos identificar el número de horas que la persona ha descansado.
iSleep	Plataforma de salud y seguridad que utiliza un reloj inteligente para obtener información de diferentes variables de calidad de sueño como: tiempo total de sueño, tiempo en cama sin poder conciliar el sueño, interrupciones de sueño, despertares inconscientes, deuda acumulada de sueño.

3 INSTRUCTIVO

3.1. CONTROL DE CALIDAD Y CANTIDAD DE SUEÑO

- 3.1.1. El hardware que se utilizará SLEEP INTELLIGENCE tendrá como fin controlar el sueño mediante el uso de smartwach (relojes pulseras) y una Tablet con características específicas.
- 3.1.2. El Encargado del control del sueño realizará la verificación del correcto funcionamiento de los relojes pulseras (batería y sincronización) y la Tablet (aplicación SLEEP INTELLIGENCE) que recopilara los datos.
- 3.1.3. Se realizará la selección de los trabajadores a monitorear dando prioridad a los conductores de unidades de transporte de personal para el uso de estas pulseras.
- 3.1.4. Una vez seleccionados se les asignará las pulseras antes de irse a descansar, recomendando que se use cuando duerman y/o descansen para tener un control del sueño.
- 3.1.5. Antes de iniciar su turno de trabajo el personal seleccionado deberá acercarse a su supervisión para realizar la sincronización de información almacenada de las pulseras.
- 3.1.6. La recopilación de la información que se obtiene se realizará con el apoyo de la Tablet sincronizándola con los relojes pulseras entre ellas.

 STRACON	INSTRUCTIVO	ST.SSOMA.IN.001 [10203017]
	CONTROL DEL SUEÑO CON RELOJES PULSERAS (SMARTWATCH) Y APLICATIVO SLEEP INTELLIGENCE	Revisión: 0
Página 2 de 5		Fecha de Aprobación: 01/03/2023
PROYECTO	CIERRE DEL TAJO PIERINA	Frecuencia de Revisión: 12 meses



sincronización del reloj pulsera con la Tablet.

- 3.1.7. Los resultados serán obtenidos de manera instantánea mostrando tiempo de sueño y/o descanso, así como el nivel de riesgo que se encuentran cada trabajador.



- 3.1.8. Finalmente, el proveedor emitirá un reporte diario a la supervisión del estado de descanso del personal, tiempos de descanso y el nivel de riesgo en que se encuentran.


PROGRAMA DE GESTION DE FATIGA Y SOMNOLENCIA
Reporte Monitoreo Calidad de Sueño

24 de January del 2024

Reporte diario de control de sueño del personal (según dibujo)

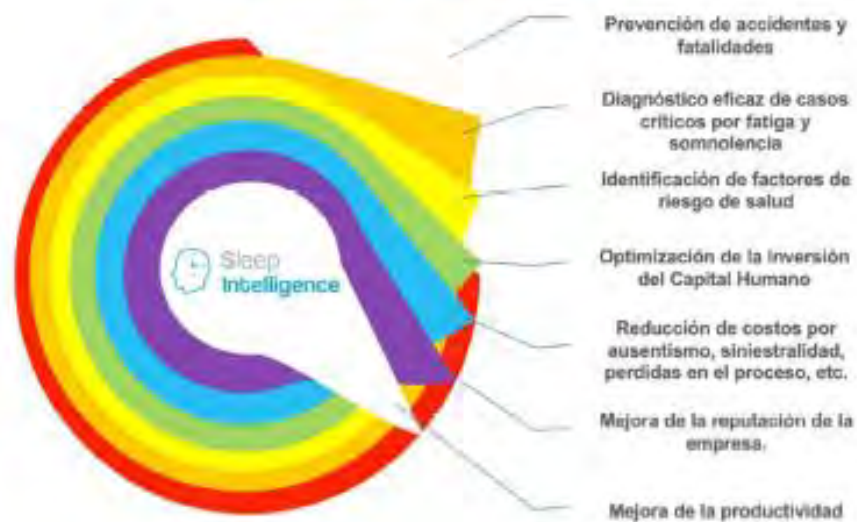
Fecha	Area	Guardia	Turno	Periodo de sueño	Riesgo alto	Riesgo medio	Riesgo bajo	Riesgo muy crítico	Riesgo crítico
24 Jan	OPERACIONES	GRUPO 01	DA	18:30 - 06:30 14/2024	0	0	0	0	0


Usuario	Categorización	Tiempo total de sueño en cama	Tiempo total de sueño afuera
M. GONZALEZ (usuario1023)		07:29	07:08
A. CASTROMONTE (usuario1031)		07:31	06:37
M. PALMA (usuario1040)		06:47	06:14
YUAN BARRERO (usuario1045)		07:00	05:18
FLENNY MARTEL (usuario1056)		06:17	05:34
M. CARO (usuario1018)		06:33	05:42

	INSTRUCTIVO	ST.SSOMA.IN.001 [10203017]
	CONTROL DEL SUEÑO CON RELOJES PULSERAS (SMARTWACH) Y APLICATIVO SLEEP INTELLIGENCE	Revisión: 0
Página 3 de 5		Fecha de Aprobación: 01/03/2023
PROYECTO	CIERRE DEL TAJO PIERINA	Frecuencia de Revisión: 12 meses

3.1.9. Gracias al sistema sleep intelligence se puede prevenir accidentes, diagnosticar fatiga y somnolencia, identificar riesgo a la salud, optimizar inversión de capital humano, reducir costos, etc.


Beneficios del Sistema



 STRACON	INSTRUCTIVO	ST.SSOMA.PL.004. 1.01[10203017]
	CONTROL DEL SUEÑO CON RELOJES PULSERAS (SMARTWATCH) Y APLICATIVO SLEEP INTELLIGENCE	Revisión: 0
Página 4 de 5		Fecha de Aprobación: 19/01/2024
PROYECTO	CIERRE DEL TAJO PIERINA	Frecuencia de Revisión: 12 meses

3.2. NIVELES DE RIESGO SEGÚN EL TIEMPO DE DESCANSO Y MEDIDAS A TOMAR

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS A TOMAR
VERDE (BAJO RIESGO)	OPERADOR DURMIÓ CON CALIDAD DE SUEÑO ACEPTABLE (RESULTADO DEL CÁLCULO DE HORAS EFECTIVAS DE SUEÑO MENOS LAS INTERRUPCIONES Y MICRODESPERTARES)	SIN RESTRICCIONES
AMARILLO (RIESGO MODERADO)	OPERADOR DURMIÓ CON MODERADA CALIDAD DE SUEÑO (RESULTADO DEL CÁLCULO DE HORAS EFECTIVAS DE SUEÑO MENOS INTERRUPCIONES Y MICRODESPERTARES)	- 01 DÍA CON CLASIFICACION AMARILLO PUEDE CONDUCIR NORMAL - 3 DIAS O MÁS NO PUEDE CONDUCIR
ROJO (ALTO RIESGO)	OPERADOR CON CALIDAD DE SUEÑO NO ADECUADA PARA TAREAS DE ALTA DEMANDA DE ALERTA Y CONCENTRACION (RESULTADO DEL CÁLCULO DE HORAS EFECTIVAS DE SUEÑO MENOS LAS INTERRUPCIONES Y MICRODESPERTARES)	- NO AUTORIZADO PARA OPERAR. - 3 DIAS CONSECUTIVOS EN LA CLASIFICACION ROJO DEBE RECIBIR APOYO MEDICO
ROJO MULTIFICADO	OPERADOR CON MALA CALIDAD DE SUEÑO Y QUE ADEMAS TIENE UNA DEUDA DE SUEÑO ACUMULADA IMPORTANTE	NO AUTORIZADO PARA OPERAR, DEBE RECIBIR APOYO MEDICO
GRIS (SIN INFORMACIÓN)	NO SE REGISTRÓ HORAS DE SUEÑO (SIN BATERÍA / NO USO DEL RELOJ)	- VERIFICAR RAZONES DE NO USO DEL EQUIPO / SE VALIDARÁ CONDUCCIÓN CON LA VALIDACIÓN DE LOS CONTROLES ADMINISTRATIVOS YA ESTABLECIDOS

 STRACON	INSTRUCTIVO	ST.SSOMA.PL.004. I.01[10203017]
	CONTROL DEL SUEÑO CON RELOJES PULSERAS (SMARTWATCH) Y APLICATIVO SLEEP INTELLIGENCE	Revisión: 0
Página 5 de 5		Fecha de Aprobación: 19/01/2024
PROYECTO	CIERRE DEL TAJO PIERINA	Frecuencia de Revisión: 12 meses

4 RESTRICCIONES

- 4.1.1. No contar con las Condiciones adecuadas para el descanso continuo del personal.
 4.1.2. Cambio de turno de trabajo sin planificación para el descanso correspondiente.
 4.1.3. Operador con mala calidad de sueño no está autorizado a operar (Rojo).
 4.1.4. Alteración de resultados de check list de fatiga y somnolencia.

5 REFERENCIAS & ENLACES A LOS DOCUMENTOS RELACIONADOS

Número de Documento	Título del Documento
Ley N° 29783	Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
DS. 005-2012-TR	Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.
DS. 024-2018-EM	Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería y sus modificatorias (DS 023-2017-EM).
ST.SSOMA.PL.004[10203017]	PLAN DE FATIGA Y SOMNOLENCIA

6 MODIFICACIONES CON RESPECTO A LA VERSIÓN ANTERIOR

No. de Revisión	Descripción de Cambios
0	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de documento. Actualización de definciones,3.1.8 reporte de monitoreo de sueño, 3.1.9 beneficios. Se añade restricciones.

USUARIO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	17/12/2023	18/12/2023	19/12/2023	20/12/2023	21/12/2023	22/12/2023	23/12/2023	24/12/2023	25/12/2023	26/12/2023	27/12/2023	28/12/2023	29/12/2023	30/12/2023	31/12/2023
R. ROSALES (stracon423-308)	06:23:00	06:33:00													
A. CARO (stracon424-959)	06:39:00		06:40:00	06:17:00	06:19:00				06:54:00	06:40:00	07:11:00	07:17:00	06:04:00	06:44:00	06:27:00
J. ROSAS (stracon425-845)	06:42:00		06:43:00												
J. MALCA (stracon718)	04:05:00	05:55:00	06:16:00							07:32:00	06:29:00	06:23:00	06:10:00	06:11:00	
W. CONTRERAS (stracon429-069)															
D. PINTO (stracon436-721)	06:09:00	07:20:00	05:53:00												
A. CRESPIN (stracon439-700)	05:31:00		05:30:00								06:43:00	06:04:00	06:44:00	05:23:00	06:03:00
B. HIDALGO (stracon428-802)				06:59:00	06:24:00	05:57:00	06:46:00	07:10:00	06:58:00	06:11:00	06:35:00	06:10:00	05:56:00	06:14:00	06:22:00
W. SIMARRA (stracon435-485)				05:31:00	06:07:00	06:42:00	05:48:00			06:15:00					
W. CARO (stracon818)	06:06:00			06:22:00	05:40:00	06:03:00	06:41:00		07:16:00	06:36:00	07:15:00	07:05:00	06:10:00		
R. CONDE (stracon433-610)															
J. CASACHUA (stracon442-0024)	06:29:00	06:01:00		05:56:00	06:21:00	05:59:00	06:09:00	05:58:00							
D. NOIASCO (stracon419-535)	06:13:00		05:19:00												
E. UGARTE (stracon440-701)	06:41:00	06:44:00	06:19:00							06:57:00	06:34:00	06:59:00	07:16:00	06:33:00	06:38:00
A. ANDRADE (stracon422-969)															
M. CHAVEZ (stracon421-774)				05:50:00	06:16:00	06:19:00	06:05:00			06:05:00	05:49:00			05:44:00	05:46:00
R. CONDE (stracon420-550)															
F. RAMIREZ (stracon699)				07:35:00	06:58:00	06:37:00	06:10:00	07:30:00	07:36:00	07:39:00	07:39:00	06:18:00	07:23:00	06:26:00	08:28:00
A. NUÑALIANO (stracon752)	06:12:00	06:07:00	06:21:00								07:23:00	06:13:00	06:20:00	06:16:00	06:35:00
W. PALMA (stracon438-316)															
W. RIOS (stracon434-785)	07:03:00	07:26:00	06:37:00	06:44:00	06:26:00	06:51:00	06:48:00			07:13:00					
D. INFANTE SW-008 (stracon426-806)	05:59:00	07:06:00	04:53:00	07:22:00	07:28:00	07:19:00	06:41:00			05:49:00	06:46:00	07:40:00	08:23:00	07:40:00	07:25:00
R. ALVARADO (stracon430-783)	06:56:00		06:09:00								06:56:00	07:16:00	07:23:00	07:25:00	07:05:00
W. ROSALES (stracon432-633)				06:25:00	07:46:00	07:03:00	07:29:00		07:25:00	07:50:00	07:32:00	06:54:00	07:15:00	07:12:00	07:24:00
J. ROSALES	06:26:00														
M. PICON (stracon427-345)				05:28:00	05:47:00	05:35:00		05:57:00	06:12:00	05:56:00	05:56:00	07:03:00	07:26:00	05:36:00	
N. LEON (stracon1006)															
F. MARTEL (stracon431-094)				06:38:00	07:19:00	07:25:00	06:58:00			07:41:00		07:48:00	06:40:00	07:38:00	05:56:00
Y. BARRETO				06:12:00	05:52:00	05:50:00		06:02:00	05:41:00	06:19:00	06:30:00	07:07:00	06:35:00	06:57:00	07:09:00
R. CUEVA	05:51:00	06:51:00	06:24:00	06:20:00	06:02:00	06:19:00	06:05:00	06:04:00							
A. CASTROMONTE				07:01:00	06:22:00	06:49:00	06:08:00	06:19:00	07:10:00	06:28:00	06:13:00			06:18:00	05:50:00
PROMEDIO TIEMPO SUENO EFICIENTE	16	9	12	15	15	14	12	7	8	15	15	14	14	15	13
RIESGOS MODERADO	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
RIESGOS BAJO	15	9	10	14	15	14	12	7	8	15	15	14	14	14	13
RIESGOS ALTO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	17/12/2023	18/12/2023	19/12/2023	20/12/2023	21/12/2023	22/12/2023	23/12/2023	24/12/2023	25/12/2023	26/12/2023	27/12/2023	28/12/2023	29/12/2023	30/12/2023	31/12/2023

