

MONITOREO DEL SUEÑO COMO HERRAMIENTA PARA LA SEGURIDAD VIAL EN CONDUCTORES DE UNA EMPRESA MINERA DE MOQUEGUA, 2025

SLEEP MONITORING AS A ROAD SAFETY TOOL FOR DRIVERS OF A MINING COMPANY IN MOQUEGUA, 2025

¹Carmen Rosa Luque Puma, ²Angel Rojas Zevallos

¹⁻² Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI (Trujillo – Perú)

ORCID de los autores:

C. Luque <https://orcid.org/0009-0003-9687-6823>.

A. Rojas <https://orcid.org/0000-0003-2638-7947>.

DOI <https://doi.org/10.46363/warmi.v4i2.2>

Recibido: 16/04/2024

Aceptado: 21/05/2024

Publicado: 19/07/2024

RESUMEN

Una empresa minera de Moquegua, a raíz de un accidente vial relacionado con la somnolencia del conductor, implementó herramientas para monitorear el sueño de los conductores con la finalidad de garantizar se encuentren aptos para conducir y por ende evitar accidentes viales.

El objetivo del estudio es validar el monitoreo del sueño como una herramienta para la seguridad vial en conductores de una empresa minera de Moquegua. La metodología utilizada es de tipo básica, enfoque cuantitativo y diseño no experimental.

Se aplicó encuesta para medir la calidad del sueño, se obtuvieron resultados óptimos; y con respecto a las horas de sueño, los resultados de duración fueron mayores a las 6 horas.

La prueba de normalidad reveló que las variables monitoreo del sueño y seguridad vial no presentan una distribución normal. Mediante la prueba de Rho de Spearman, se obtuvieron resultados de correlación significativa entre calidad de sueño y comportamiento del conductor en cabina; asimismo, se obtuvieron resultados interesantes como correlación significativa entre comportamiento del conductor y excesos de velocidad, y correlación significativa entre excesos de velocidad e incidentes viales. En conclusión, si hay una correlación estadísticamente significativa entre la calidad del sueño y la seguridad vial.

Palabras clave: monitoreo del sueño, seguridad vial, calidad de sueño, comportamiento del conductor.

ABSTRACT

Following a road accident related to driver drowsiness, a mining company in Moquegua implemented tools to monitor drivers' sleepiness to ensure they were fit to drive and thus prevent road accidents.

The objective of this study is to validate sleep monitoring as a tool for road safety among drivers at a mining company in Moquegua. The methodology used is basic, quantitative, and non-experimental in design.

A survey was administered to measure sleep quality, yielding optimal results; with respect to sleep hours, the results were greater than 6 hours.

The normality test revealed that the variables sleep monitoring and road safety do not exhibit a normal distribution. Spearman's Rho test showed a significant correlation between sleep quality and driver behavior in the cabin. Interesting results included a significant correlation between driver behavior and speeding, and a significant correlation between speeding and road incidents. In conclusion, there is a statistically significant correlation between sleep quality and road safety.

Keywords: sleep monitoring, road safety, sleep quality, driver behavior

INTRODUCCIÓN

El monitoreo del sueño de los conductores se ha consolidado como una de las herramientas más significativas y relevantes para la seguridad vial en empresas mineras, sin embargo, actualmente no es un control que se haya implementado en su totalidad. En este contexto, se ha visto por conveniente demostrar el impacto positivo del monitoreo del sueño en la Seguridad Vial de una empresa de transporte de personal en minería. En el año 2020, la empresa reportó un accidente vial relacionado a la somnolencia. A partir de ese año, se implementaron herramientas para monitorear la calidad y horas de sueño de los conductores para garantizar que estos se encuentren aptos para conducir.

Según el informe más reciente de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023) con relación a la seguridad vial a nivel mundial, se observa una ligera disminución en la cifra anual de defunciones por accidentes de tránsito. Sin embargo, esta problemática sigue siendo una crisis global preocupante, con un total de 1,19 millones de fallecimientos anuales, lo cual conlleva un riesgo para la vida de conductores, de peatones y de otros usuarios vulnerables de la vía pública.

En el Perú, según las estadísticas de incidentes de tránsito del Boletín Estadístico de Siniestralidad Vial, primer semestre 2024 (Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2024), se observa un número significativo de siniestros, 42 790 siniestros de tránsito durante el primer semestre del 2024, en comparación a los reportados durante el año 2023 donde fueron 42 783 siniestros de tránsito. En concreto, hubo un aumento de siniestros de tránsito con relación al año 2023. Según el Informe de víctimas fatales en

siniestros de tránsito, Macro Región Sur, 2021 – 2022 (Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2023), donde está considerado el departamento de Moquegua, la clasificación de siniestros de tránsito con consecuencias fatales según la causa específica por imprudencia del conductor significaron un total de 66 fatalidades en el año 2021 y 69 en el año 2022, posterior a ello se realiza una sub clasificación donde se identifica la causa fatiga y/o cansancio, la cual es 39 fatalidades (2021) y 42 fatalidades (2022).

Dentro del alcance de las operaciones de una empresa minera en Moquegua, en un boletín informativo emitido dentro del primer semestre del año 2025 (Anglo American, 2025), informa sobre dos incidentes de alto potencial relacionados a la pérdida de control de un vehículo en los meses de abril y mayo, en los cuales se ha identificado como causa principal la somnolencia que no fue reportada a tiempo.

En lo que se refiere a la formulación del problema se planteó el problema ¿Cuál es la efectividad del monitoreo del sueño como herramienta para la seguridad vial en conductores de una empresa minera de Moquegua, 2025?, y como problemas específicos ¿Cuál es la efectividad de las horas de sueño como herramienta para la seguridad vial en conductores de una empresa minera de Moquegua, 2025? y ¿Cuál es la efectividad de la calidad de sueño como herramienta para la seguridad vial en conductores de una empresa minera de Moquegua, 2025?.

Teniendo como justificación, esta investigación permitió contrastar parcialmente los hallazgos del artículo de investigación Accidentalidad vial: efectos de

la calidad del sueño en el funcionamiento ejecutivo de conductores de transporte público urbano (2020), quien analizó los factores asociados a la calidad del sueño en conductores del servicio de transporte público urbano, mediante un estudio preliminar basado en encuestas a conductores en 2010, y una segunda evaluación en 2016. Los resultados de la investigación indicaron que la falta de sueño está relacionada con un peor desempeño en tareas que requieren toma de decisiones rápidas y planificación, lo que incrementa la posibilidad de que se susciten accidentes de tránsito.

Además, tiene una justificación metodológica, porque con la finalidad de analizar el impacto de la somnolencia en conductores, se utilizaron dispositivos de medición de horas de sueño y cantidad de alertas de somnolencia durante la conducción. Esta elección se justifica por la capacidad de los dispositivos para recolectar datos de una muestra de conductores de manera eficiente y sistemática, y así, proponer mejoras en la seguridad vial de una empresa minera en Moquegua.

La investigación propuesta tuvo una relevancia social significativa al abordar la problemática de la somnolencia en conductores de vehículos de una empresa minera, contribuyendo a la seguridad vial mejorando las condiciones laborales y la prevención de accidentes. Los resultados de este estudio promovieron la salud y el bienestar de los trabajadores y fomentaron un crecimiento económico sostenible.

En lo que se refiere a la formulación de objetivos:

Objetivo General: Validar el monitoreo del sueño como herramienta para la seguridad vial en conductores de una empresa minera de

Moquegua, 2025.

Objetivos específicos:

- Validar las horas de sueño como herramienta para la seguridad vial en conductores de una empresa minera de Moquegua, 2025.

- Validar la calidad de sueño como herramienta para la seguridad vial en conductores de una empresa minera de Moquegua, 2025.

Como antecedentes se tiene, a Huamán Olarte (2020) quien determinó cuales fueron los factores asociados a la calidad del sueño durante el primer trimestre del año 2018 en conductores informales del servicio Interprovincial de Lima a Huancayo, se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal, la muestra fue de 162 conductores de buses interprovinciales de diferentes edades. Se concluyó que la edad es el principal factor determinante para la calidad del sueño de los conductores informales.

Romaní (2024), propuso una solución tecnológica para monitorear la calidad del sueño de los conductores de la empresa STRACON, esta solución consta del uso de relojes inteligentes, los cuales son asignados a cada conductor para registrar su sueño. Los datos son enviados a un servidor donde se clasifica el riesgo de fatiga del conductor según la cantidad de horas de sueño eficiente (bajo, medio, alto y crítico). Esto permite a la supervisión de la empresa tomar decisiones rápidas y con fundamento para prevenir accidentes. Esta solución ha sido efectiva en la empresa STRACON y se puede replicar en otras empresas que busquen mejorar la Gestión de Fatiga y Somnolencia.

Sinche Cueva (2023) presentó la implementación de un sistema de asistencia avanzada para el conductor, mediante el cual

se detecta la somnolencia en tiempo real. Se utilizó una metodología basada en una revisión bibliográfica exhaustiva en ingeniería, y se desarrolló un sistema compuesto por 4 fases: detección facial, detección ocular, detección del estado de alerta y emisión de alarma. Se instaló una cámara al frente del conductor detrás del volante con la finalidad de capturar al conductor en video y, procesar y analizar cada fotograma, se realizó una captura de video de una hora de conducción, dividida en 6 segmentos de diez minutos cada uno, durante este tiempo se registraron 3 eventos en el sistema: Somnolencia, distracción y ausencia, y se determinan los parámetros acierto y falla para la evaluación del sistema; durante los 60 minutos de conducción se obtuvo 87% aciertos y 13% fallas. En conclusión, el sistema desarrollado cuenta con una precisión alta para la detección de somnolencia y distracción.

Flores-Monroy et al. (2023) propusieron un sistema basado en inteligencia artificial que busca prevenir accidentes vehiculares causados por el cansancio o distracción del conductor. Se utilizó un estudio observacional en diferentes individuos. Se utilizó una base de datos de 36 individuos de diferentes etnias bajo condiciones como: individuos con lentes, individuos sin lentes, individuos con lentes de sol, iluminación normal, iluminación infrarroja; estas bases de datos son evidencias videográficas que fueron captadas por la cámara de un dispositivo móvil. El estudio demostró que el sistema desarrollado alcanza una precisión del 95.8% en la detección de estados de somnolencia y distracción al volante en dispositivos móviles de alto rendimiento, y un 84.5% de precisión en dispositivos móviles de bajo rendimiento.

Se concluye que los resultados obtenidos demuestran que el sistema desarrollado es altamente preciso en la detección de estados de distracción y somnolencia en conductores. Cueva (2020) desarrolla una solución para la detección de la somnolencia en tiempo real mediante la emisión de alertas hacia el conductor. Describe la realización de métodos que se utilizan para determinar la somnolencia mediante la visión artificial, haciendo énfasis en puntos de referencia faciales. La somnolencia, la distracción, la fatiga, entre otros son las principales causas de accidentes, y los Sistemas Avanzados de Asistencia al Conductor colaboran con la reducción de estos errores humanos graves. Perumal (2023) recomienda que se reduzca la cantidad de accidentes causados por la somnolencia y fatiga mediante el uso de tecnologías que recopilen la información visual. Se utilizó un software para determinar datos cuantitativamente que se encontraron mediante la investigación del rostro y los ojos del conductor. La fatiga en la conducción es una de las principales causas de accidentes automovilísticos, especialmente para conductores que operan vehículos de grandes dimensiones. Este enfoque reduce el número de accidentes por somnolencia y se interpreta como un método confiable y de bajo costo. Martínez (2021), estudió la implementación de un Programa de Gestión de Fatiga para los operadores de camiones mineros en las Bambas, a finales del 2018, la empresa introdujo una vincha inteligente, la cual es un dispositivo para detectar micro sueños. La vincha inteligente mide la actividad eléctrica cerebral a través de ondas cerebrales, con los datos obtenidos se puede determinar el nivel de fatiga del operador. Los resultados son compartidos vía teléfono móvil al supervisor

antes de que la fatiga alcance un nivel crítico y se presenten micro sueños, esto con la finalidad de evitar accidentes vehiculares.

En lo que se refiere a las Bases Teóricas Científicas, se cuenta con las siguientes definiciones:

Monitoreo del sueño: Es aquel que se realiza con relojes inteligentes, que son utilizados por los conductores durante su tiempo de descanso. (Romaní, 2024).

Somnolencia: Estado de sueño excesivo que es resultado de horas y calidad de sueño obtenidas de un conductor de vehículos, se realiza un monitoreo del conductor mediante la detección facial para identificar síntomas de somnolencia. (Páez, 2018).

Predicción: Hace referencia a un modelo de predicción de somnolencia en base a diferentes modelos, escalas, entre otros (Páez, 2018).

Seguridad vial: Es aquella que es preservada por la autoridad competente nacional, comprende imponer límites de velocidad, asegurar las condiciones y características de la vía. (Reglamento Nacional de Tránsito).

Conducción de vehículos: Es la acción de hacerlo funcionar durante un tiempo indeterminado con la finalidad transportar personas, cargas u otros (Páez, 2018).

Vehículo: Artefacto de libre circulación utilizado para el traslado de personas o cargas por la carretera (Reglamento Nacional de Tránsito).

Accidente: Evento que causa daño directo a personas o bienes debido al tráfico de vehículos en las vías (Reglamento Nacional de Tránsito).

Detección facial: Se refiere al monitoreo de las facciones del rostro del conductor, haciendo énfasis en los ojos, observando periodos de apertura, cerrado, velocidad y frecuencia de

parpadeo, entre otros (Páez, 2018).

Las dimensiones del monitoreo del sueño son las siguientes:

Horas de sueño: Las horas de sueño están relacionadas al manejo y posterior desarrollo de somnolencia (Páez, 2018).

Calidad de sueño: Es un valor que puede ser medido a través de escalas, en relación con las características del sueño que tuvo la persona (Páez, 2018).

Las dimensiones de seguridad vial son las siguientes:

Comportamiento del conductor: Relacionado a los hábitos del conductor y como su fisiología puede propiciar la somnolencia al interior de un vehículo en movimiento. (Páez, 2018).

Exceso de velocidad: Conducción por encima de los límites de velocidad establecidos a una velocidad inadecuada para las condiciones de la vía y el tráfico. (Ministerio de Transportes)

Incidentes vehiculares: Sucesos en la vía que ocurren por la interacción de varios factores identificables, que involucran uno o más vehículos; dando como resultado al menos una persona herida o fallecida y/u ocurran daños materiales (Reglamento Nacional de Tránsito).

Respecto a la variable monitoreo del sueño se definió como aquel que se realiza con relojes inteligentes, que son utilizados por los conductores durante su tiempo de descanso. (Romaní, 2024). Para evaluar la variable monitoreo del sueño, se separó en dos dimensiones: Horas de sueño y calidad de sueño, y su medición fue mediante el dispositivo Smartwatch Fitbit Charge 6 y los resultados de la Escala de Insomnio de Atenas validada en adultos peruanos (Baños-Chaparro, 2021), respectivamente. Dentro de

los indicadores, respecto a las horas de sueño, el valor obtenido fue la cantidad promedio de horas de sueño por cada conductor. Dentro de los indicadores respecto a calidad de sueño, se resaltaron 5 ítems principales con 4 alternativas cada uno. La escala para ambas dimensiones fue ordinal.

Respecto a la variable de seguridad vial, se definió como aquella que es preservada por la autoridad competente nacional, comprende imponer límites de velocidad, asegurar las condiciones y características de la vía. (Reglamento Nacional de Tránsito). Para evaluar la variable se utilizaron tres dimensiones: Comportamiento del conductor, excesos de velocidad e incidentes viales, y se midieron a través de los reportes emitidos por

el dispositivo DMS RDT401BU y la revisión del historial documentario de excesos de velocidad e incidentes en la empresa. El indicador respecto a comportamiento del conductor fue el número de alertas reportadas dentro de la cabina de conducción; como indicadores de excesos de velocidad e incidentes viales, se evaluó la cantidad de eventos reportados por conductor. Por último, la escala para las tres dimensiones fue de razón.

La formulación de hipótesis es la siguiente: El monitoreo del sueño es efectivo como una herramienta favorable para la seguridad vial en conductores de una empresa minera de Moquegua, 2025.

METODOLOGIA

El presente estudio es de enfoque cuantitativo, se recolectarán números y valores durante la investigación y estos podrán ser medibles mediante la aplicación de técnicas de análisis e interpretación de datos (Sánchez, 2019).

El tipo de investigación es básica, ya que servirá como teoría descriptiva y correlacional para investigaciones futuras (Arias, 2021).

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la presente investigación es no experimental, de corte transversal y correlacional; estos estudios se utilizan para observar fenómenos que luego serán analizados sin necesidad de manipular las variables (Hernández y Mendoza, 2018) permitiendo estudiarlas en un momento determinado para detallar las características de la población y determinar su asociación (Manterola et al, 2023).

La población está constituida por 104 conductores de una empresa minera en Moquegua. La población es un grupo de elementos a analizar, para este estudio nos referimos a personas que comparten características en común y, son estudiados y analizados en la presente investigación (Vizcaíno et al, 2023). Así, se incluirán dentro del estudio a conductores con edades entre 30 y 60 años, varones y mujeres, que conduzcan unidades tipo van y bus. Se excluirán a aquellos conductores que no deseen formar parte del estudio, aquellos conductores que no completen los instrumentos, asimismo aquellos conductores que sean cesados durante el desarrollo de la investigación.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS

Se realizan las siguientes acciones para lograr el procesamiento de la información:

Se indagó sobre un estudio que avale la

POBLACIÓN Y MUESTRA

Escala de insomnio de Atenas en adultos peruanos (Baños-Chaparro 2021), posterior a ello, se solicitó el permiso a la entidad donde se utilizaron los instrumentos, luego de contar con el permiso, para el caso del cuestionario, se envió a cada participante un consentimiento informado virtual para validar su participación y así iniciar la recolección de datos, y realizar el análisis de las variables del estudio.

En cuanto al método de análisis de datos, se empezó con la sistematización y ordenamiento de la información obtenida en una base de datos en Excel, y se inició con el proceso estadístico descriptivo. Para iniciar con el proceso estadístico inferencial se aplicó una prueba de normalidad para

determinar si se utiliza prueba paramétrica o no paramétrica, para finalmente efectuar la prueba de hipótesis; todo esto empleando el programa Estadístico SPSS 25.

ASPECTOS ÉTICOS EN INVESTIGACIÓN

Los principios éticos aseguran la integridad de la investigación y observan a los participantes involucrados; por lo tanto, fue necesario obtener el consentimiento de todos los participantes quienes proporcionaron información al estudio. El propósito fue explicar los métodos y el posible uso del estudio, así como la protección de los datos administrativos y personales obtenidos durante el estudio. Usar métodos que garanticen el anonimato de los participantes.

RESULTADOS

Tabla 01

Ítem	1. Inducción del sueño (tiempo que tarda en dormirse después de apagar la luz)		2. Despertares durante la noche		3. Despertar final antes de lo deseado		4. Duración total del sueño		5. Calidad general del sueño (no importa cuánto tiempo durmió)	
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%
0	54	54%	52	52%	41	41%	84	84%	81	81%
1	44	44%	47	47%	57	57%	11	11%	15	15%
2	2	2%	1	1%	2	2%	4	4%	4	4%
3	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%
TOTAL	100	100%	100	100%	100	100%	100	100%	100	100%

Estadística descriptiva

De acuerdo con la tabla 1, en el ítem 1 sobre la inducción del sueño, la mayoría de los conductores se dividen en 2 grupos relevantes, donde el 54% no tiene problemas, mientras que el 44% reporta una inducción ligeramente retrasada, solo el 2% presenta una inducción marcadamente retrasada. En el ítem 2 sobre

despertares durante la noche, se observa algo similar donde el 52% no tiene problemas y el 47% un problema menor, solo 1% muestra un problema considerable. En el ítem 3 sobre el despertar final, el 57% de conductores re-

portan que despertaron un poco antes,

mientras que el 41% tuvo un despertar normal y el 2% despertó notablemente antes. En el ítem 4 sobre la duración total del sueño, un 84% de conductores reportan una duración suficiente, el 11%, ligeramente suficiente, el 4%, notablemente insuficiente y 1% una duración muy insuficiente. En el ítem 5 sobre calidad del sueño, el 81% de conductores la califican como satisfactoria, el 15% lo reportó

como ligeramente insatisfactoria y un 4% de conductores lo reportaron como notablemente insatisfactoria.

Se observan 2 grupos bien marcados en los ítems de inducción del sueño, despertares durante la noche y despertar final, pero se observa un mayor porcentaje de sin problema en los ítems de la duración y calidad general del sueño.

Tabla 02

Puntuación	Frecuencia Absoluta (n)	Frecuencia Absoluta Acumulada (N)	Frecuencia Relativa (%)	Frecuencia Acumulada (%)
0	16	16	16%	16%
1	34	50	34%	50%
2	20	70	20%	70%
3	13	83	13%	83%
4	5	88	5%	88%
5	8	96	8%	96%
6	0	96	0%	96%
7	2	98	2%	98%
8	2	100	2%	100%
9	0	100	0%	100%
10	0	100	0%	100%
11	0	100	0%	100%
12	0	100	0%	100%
13	0	100	0%	100%
14	0	100	0%	100%
15	0	100	0%	100%
TOTAL	100		100%	

De acuerdo con la tabla 2, un 50% de los conductores se concentra en las puntuaciones más altas (de 0 a 1), lo que se genera una calidad de sueño relativamente buena. Sin embargo, el 50% restante (de 3 a 15) presenta problemas, lo que sería considerado como un hallazgo relevante. Solo el 16% de conductores reporta una calidad de sueño

excelente (puntuación 0). Es resaltante mencionar que no se detectaron casos de pésima calidad de sueño (de 9 a 15). La tabla muestra claramente que la calidad de sueño de los conductores es óptima, la mayoría de la población se concentra en las puntuaciones que indican una buena calidad de sueño.

Tabla 03

Duración en horas	Frecuencia Absoluta (n)	Frecuencia Absoluta Acumulada (N)	Frecuencia Relativa (%)	Frecuencia Acumulada (%)
06:00 - 06:59	16	16	16%	16%
07:00 - 07:59	82	98	82%	98%
08:00 - 08:59	2	100	2%	100%
	100		100%	

De acuerdo con la tabla 3, el 82% de conductores duerme entre 7:00 y 7:59 horas, este rango es el más común. El 16%, entre 06:00 y 06:59 horas, aunque esta cerca del

promedio, una duración de 6 horas podrías ser insuficiente para algunas personas y podía generar fatiga por acumulación. Solo un 2% de conductores reporta dormir 8 horas o más.

Tabla 04

Bostezo frecuente	1	1%
Somnolencia	2	2%
Sin alerta	97	97%
TOTAL	100	100%

La tabla 4 muestra que, según las alertas registradas durante el periodo de junio a agosto, el comportamiento de los conductores es, en su mayoría, seguro. Esto es importante,

ya que se podría interpretar que, aunque haya problemas de sueño, no se manifiestan en la mayoría de los casos como alertas de somnolencia.

Tabla 05

Incidentes viales	f _i	%
Si	2	2%
No	98	98%
TOTAL	100	100%

La tabla 5 muestra que, los incidentes viales son un evento poco frecuente. Esto indica que, aunque pudiera haber problemas de

sueño, no se relacionan directamente a la cantidad de incidentes viales.

Tabla 06

Estadístico		gl	p
Calidad de sueño	0,313	104	0,000
Horas de sueño	0,238	104	0,000
Comportamiento del conductor	0,203	104	0,000
Excesos de velocidad	0,168	104	0,000
Incidentes viales	0,517	104	0,000

a Corrección de significación de Lilliefors

Estadística inferencial

La tabla 6, muestra el estadístico de Kolmogorov-Smirnova, mediante el cual se demostró que en las dimensiones de las variables monitoreo del sueño u seguridad vial, el valor de p es 0, que es menor que 0.05,

es decir, se rechaza la hipótesis nula, los datos no cumplen el supuesto de normalidad. Se utilizó la prueba no paramétrica Rho de Spearman para contrastar la hipótesis de la investigación.

Tabla 07

					Comportamiento del conductor	Excesos de velo- cidad	Incidentes viales
Rho	de	Calidad	de	Coefficiente	0,372**	0,002	-0,057
Spearman		sueño		de correla- ción			
				Sig. (bila- teral)	0,000	0,98	0,564
				N	104	104	104

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

NOTA: Nota: Estadístico = Kolmogorov-Smirnova, gl= grados de libertad; p= probabilidad mínima que rechaza la H0.

Hipótesis general

H0: No existe correlación significativa entre monitoreo del sueño y la seguridad vial. H1:

Existe correlación significativa entre monitoreo del sueño y la seguridad vial. Entre la calidad de sueño y el comportamiento del conductor existe una correlación positiva baja (Rho 0.372). El valor de p es estadísticamente significativo.

Tabla 08

				Comportamiento del conductor	Excesos de velo- cidad	Incidentes viales
Rho de Spearman	Horas de sueño	Coeficiente de correlación		-0,072	-0,104	0,013
		Sig. (bilateral)		0,469	0,292	0,899
		N		104	104	104

Entre las horas de sueño y el comportamiento del conductor existe una correlación negativa

muy baja (Rho -0.104). El valor de p no es estadísticamente significativo.

Tabla 09

				Comportamiento del conductor	Excesos de veloci- dad	Incidentes viales
Rho de Spearman	Comportamiento del conductor	Coeficiente de correlación		1	0,332**	0,072
		Sig. (bilateral)		.	0,001	0,466
		N		104	104	104
	Excesos de velocidad	Coeficiente de correlación		0,332**	1	0,220*
		Sig. (bilateral)		0,001	.	0,025
		N		104	104	104
	Incidentes viales	Coeficiente de correlación		0,072	0,220*	1
		Sig. (bilateral)		0,466	0,025	.
		N		104	104	104

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Entre comportamiento del conductor y excesos de velocidad existe una correlación positiva baja (Rho 0.332). El valor de p es estadísticamente significativo.

Entre excesos de velocidad e incidentes viales existe una correlación positiva baja (Rho 0.220). El valor de p es estadísticamente significativo.

DISCUSIÓN

La prueba de normalidad reveló que las variables monitoreo del sueño y seguridad vial no presentan una distribución normal.

Mediante la prueba de Rho de Spearman, se obtuvieron resultados de correlación significativa entre calidad de sueño y comportamiento del conductor en cabina; asimismo, se obtuvieron resultados

interesantes como correlación significativa entre comportamiento del conductor y excesos de velocidad, y correlación significativa entre excesos de velocidad e incidentes viales.

Se observa que si hay una correlación estadísticamente significativa entre la calidad del sueño y la seguridad vial.

CONCLUSIONES

El estudio valida el monitoreo del sueño como una herramienta efectiva para fortalecer la seguridad vial en los conductores de la empresa minera de Moquegua, siendo la calidad del sueño el factor que mostró correlaciones estadísticamente significativas con el comportamiento seguro de los conductores.

La calidad del sueño se asocia de manera positiva con un mejor desempeño en cabina, evidenciando que un descanso reparador disminuye la probabilidad de conductas riesgosas como distracciones o signos de somnolencia durante la conducción.

La duración de las horas de sueño no mostró una correlación estadísticamente significativa con las dimensiones de la seguridad vial, lo

cual sugiere que no basta con dormir un número de horas determinado, sino que es imprescindible la calidad y profundidad del descanso. Se identificó una relación significativa entre comportamiento del conductor y excesos de velocidad, así como entre excesos de velocidad e incidentes viales. Esto confirma que los hábitos de conducción inseguros constituyen un eslabón crítico que puede desencadenar accidentes.

La implementación de sistemas de monitoreo tecnológico, combinada con escalas validadas de medición del sueño, representa una estrategia confiable y replicable en contextos mineros y de transporte corporativo, contribuyendo a la reducción de riesgos viales y la protección de la vida de los trabajadores

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alicia Jacqueline Cisneros-Caicedo, Axel Fabián Guevara-García, Johnny Jesús Urdánigo-Cedeño, & Julio Enmanuel Garcés-Bravo (2022). Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. Dom. Cien., ISSN: 2477-8818; Vol. 8, núm. 1, enero-marzo 2022, pp. 1165-1185.

Anglo American (2025, mayo). Levantemos la mano: Generando hábitos que salvan vidas. Moquegua, Perú: Anglo American

Quellaveco.

Arias Gonzales, J. (2021). Diseño y metodología de la investigación.

Baños-Chaparro, Jonatan, Fuster Guillen, Fiorella Gaby, & Marín-Contreras, Johnny. (2021). Escala de Insomnio de Atenas: evidencias psicométricas en adultos peruanos. Libe-rabit, 27(1), e458. Epub00 de enero de 2021. <https://doi.org/10.24265/liberabit2021.v27n1.07>

Cueva, L.D., & Cordero, J. (2020). Advanced

- Driver Assistance System for the drowsiness detection using facial landmarks. 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 1-4.
- Flores-Monroy, Jonathan, Nakano-Miyatake, Mariko, Escamilla-Hernández, Enrique, & Pérez-Meana, Héctor. (2023). Detección de somnolencia y distracción del conductor y su implementación en dispositivos móviles. *Información tecnológica*, 34 (4), 1-12. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642023000400001>
- Gómez-Benito, J., Ruiz, C., & Guilera, G. (2011). A Spanish Version of the Athens Insomnia Scale. *Quality of Life Research*, 20(6), 931-937. <https://doi.org/10.1007/s11136-010-9827-x>
- Gómez Montoya J, Cuartas-Arias M (2020). Accidentalidad vial: efectos de la calidad del sueño en el funcionamiento ejecutivo de conductores de transporte público urbano. *Rev. Investig. Innov. Cienc. Salud*. 2020;2(1): 41-55. <https://doi.org/10.46634/riics.43>
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial McGraw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
- Huamán Olarte, Ramón Julio, & Mujica Alban, Elydia C. (2020). Factores asociados a calidad de sueño en conductores informales de buses interprovinciales a gran altitud geográfica en Perú. *Anales de la Facultad de Medicina*, 81(2), 174-179. <https://doi.org/10.15381/anales.v81i2.18105>
- Manterola, Carlos, Hernández-Leal, María José, Otzen, Tamara, Espinosa, María Elena, & Grande, Luis. (2023). Estudios de Corte Transversal. Un Diseño de Investigación a Considerar en Ciencias Morfológicas. *International Journal of Morphology*, 41(1), 146-155. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022023000100146>
- Martínez Neira, Giancarlo R. (2021). Implementación y uso del Smart Cap o Vincha Inteligente en los conductores de camiones mineros para reducir incidentes por fatiga. <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/22789>
- Observatorio Nacional de Seguridad Vial (2023 .20 de julio). Informe de víctimas fatales en siniestros de tránsito, Macro Región Sur, 2021 - 2022. Disponible: <https://www.onsv.gob.pe/post/informe-de-victimas-fatales-en-siniestros-de-transito-macro-region-sur-2021-2022/>
- Observatorio Nacional de Seguridad Vial (2024 .20 de noviembre). Boletín Estadístico de Siniestralidad Vial, primer semestre 2024. Disponible: <https://www.onsv.gob.pe/post/boletin-estadistico-de-siniestralidad-vial-primer-semestre-2024/>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial.
- Páez, M. (2018). Modelo de regresión logística para predicción de somnolencia, diseñado para conductores del autotransporte federal.
- Perumal, D., Sanjay, M., Sai, T., & A.SUKUMAR (2023). Detection System for Driver Drowsiness.
- Romaní Navarro, Gian P. (2024).

- Implementación de relojes inteligentes para la disminución de probabilidad de incidentes causados por fatiga y/o somnolencia en conductores en U.M. Pierina. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/29175>
- Sánchez Flores, F. A. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1), 102-122. doi: <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Sinche Cueva, L. D. (2023). Sistema avanzado de asistencia al conductor para la detección de distracción y somnolencia utilizando puntos de referencia faciales. *CEDAMAZ*, 13(1), 90–95. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v13i1.1814>
- Soldatos, C. R., Dikeos, D. G., & Paparrigopoulos, T. J. (2000). Athens Insomnia Scale: Validation of an Instrument Based on ICD-10 Criteria. *Journal of Psychosomatic Research*, 48(6), 555-560. [https://doi.org/10.1016/s0022-3999\(00\)00095-7](https://doi.org/10.1016/s0022-3999(00)00095-7)
- Vizcaíno Zúñiga, P. I., Cedeño Cedeño, R. J., & Maldonado Palacios, I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658