



**Análisis de turnos rotativos y diseño de plan de mejora en planta petrolera
Tocancipá-Cenit**

Jasay Cristina Calderón Pachón

Laura María Franco Ríos

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Maestría en Administración de Empresas en Ingeniería

Bogotá, Colombia

08/07/2026

**ANÁLISIS DE TURNOS ROTATIVOS Y DISEÑO DE PLAN DE MEJORA EN PLANTA
PETROLERA TOCANCIPÁ – CENIT**

Jasay Cristina Calderón Pachón

Laura María Franco Ríos

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Administración de Empresas en Ingeniería

Director:

Federico López Muñoz

Modalidad:

Artículo Científico

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Maestría en Administración de Empresas en Ingeniería

Bogotá, Colombia

08/07/2026

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá,08/07/2026

Dedicatoria:

- **Jasay Cristina Calderón Pachón:**

A Dios por guiarme en el camino y sostenerme.

A mi familia por creer que todo es posible y tengo todo lo que necesito para lograr mis metas.

A mi esposo Jeison por su apoyo en cada momento de la vida.

- **Laura María Franco Ríos:**

A Dios, por ser mi guía y fortaleza durante este proceso.

A mis padres y a mi hermano, por su amor, apoyo y confianza incondicional.

Y especialmente a mi esposo, por acompañarme, comprenderme y convertirse en mi apoyo fundamental en cada etapa de este camino académico y personal

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por brindarnos la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para culminar esta importante etapa académica y superar cada uno de los desafíos presentados durante el desarrollo de esta investigación.

A nuestras familias, por su amor, apoyo incondicional, comprensión y confianza permanente en nuestras capacidades. Su respaldo durante este proceso fue un pilar importante para alcanzar este logro académico.

A nuestros esposos por su paciencia, apoyo emocional y comprensión durante este proceso, especialmente en los momentos de mayor exigencia y cansancio.

De manera especial, agradecemos el compromiso, la dedicación y el apoyo mutuo brindado durante el desarrollo de este trabajo de grado. Esta experiencia no solo fortaleció nuestras capacidades profesionales, sino también consolidó una valiosa amistad basada en el respeto, la confianza y el trabajo en equipo.

Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento al director del trabajo de grado, Federico López Muñoz, por su orientación, acompañamiento y valiosos aportes académicos durante el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad EAN, por brindarnos los conocimientos, herramientas y espacios académicos necesarios para nuestra formación profesional y el desarrollo de este proyecto investigativo.

Finalmente, agradecemos a CENIT por permitir el acceso a información organizacional relevante, la cual contribuyó al desarrollo de la presente investigación.

Resumen

La industria petrolera requiere operaciones continuas que demandan la implementación de turnos rotativos y jornadas prolongadas para garantizar el abastecimiento energético y la continuidad de la operación. Sin embargo, estos esquemas laborales pueden generar efectos sobre la salud física, mental y el desempeño de los trabajadores. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la asociación entre los turnos rotativos prolongados, y la salud y el desempeño laboral del personal operativo de la estación Tocancipá de CENIT, además de proponer estrategias orientadas a la gestión de la fatiga laboral.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo-correlacional y diseño no experimental. La muestra estuvo conformada por 20 trabajadores operativos seleccionados mediante muestreo probabilístico para población finita. La información se obtuvo mediante una encuesta estructurada y se complementó con indicadores organizacionales suministrados por CENIT, entre ellos diagnósticos de condiciones de salud, registros de ausentismo e información relacionada con la gestión de la fatiga.

Los resultados mostraron una correlación positiva muy fuerte entre la fatiga laboral y la afectación de la concentración ($p = 0.868$), una correlación fuerte entre la fatiga y la disminución del desempeño laboral ($p = 0.680$) y una correlación moderada entre la fatiga y la toma de decisiones seguras ($p = 0.422$). La triangulación con información organizacional respaldó estos hallazgos, al identificarse 1.315 eventos de incapacidad laboral, 8.745 días perdidos por ausentismo, 219 casos asociados a trastornos mentales y del comportamiento y 200 casos relacionados con enfermedades osteomusculares. Además, los diagnósticos de salud evidenciaron que el 69 % de la población evaluada presentaba sobrepeso u obesidad y que el 48 % no practicaba actividad física de forma regular.

Los hallazgos permitieron concluir que la fatiga laboral constituye un fenómeno multifactorial que afecta variables críticas asociadas al desempeño, la concentración y la seguridad operacional. A partir de estos resultados, se propuso la implementación de un programa integral de gestión de la fatiga,, fortaleciendo estrategias relacionadas con higiene del sueño, promoción de hábitos saludables, pausas activas y monitoreo del estado de alerta del personal operativo.

Palabras clave: turnos rotativos; jornada laboral; salud ocupacional; fatiga; somnolencia; productividad; industria petrolera.

Abstract

The oil industry requires continuous operations that rely on rotating shifts and extended working hours to ensure energy supply and operational continuity. However, these work schedules may have adverse effects on workers' physical and mental health, as well as on their job performance. The objective of this study was to analyze the association between prolonged rotating shifts, workers' health, and job performance among operational personnel at the Tocancipá station of CENIT and to propose strategies aimed at occupational fatigue management.

The research was conducted using a quantitative approach with a descriptive-correlational scope and a non-experimental design. The sample consisted of 20 operational workers selected through probabilistic sampling for finite populations. Data were obtained through a structured survey and complemented with organizational indicators provided by CENIT, including occupational health diagnoses, absenteeism records, and information related to fatigue management.

The results showed a very strong positive correlation between occupational fatigue and impaired concentration ($p = 0.868$), a strong correlation between fatigue and decreased job performance ($p = 0.680$), and a moderate correlation between fatigue and safe decision-making ($p = 0.422$). Triangulation with organizational information supported these findings by identifying 1,315 sick-leave events, 8,745 workdays lost due to absenteeism, 219 cases associated with mental and behavioral disorders, and 200 cases related to musculoskeletal diseases. In addition, health assessments indicated that 69% of the evaluated population was overweight or obese, while 48% did not perform regular physical activity.

The findings indicated that occupational fatigue is a multifactorial phenomenon that affects critical variables related to performance, concentration, and operational safety. Based on these results, a comprehensive fatigue management program was proposed, emphasizing strategies related to sleep hygiene, the promotion of healthy lifestyles, active breaks, and monitoring of workers' alertness.

Keywords: Shift work, working hours, occupational health, fatigue, sleepiness, productivity, oil and gas industry

Contenido

1. Introducción	13
2. Marco teórico	17
3. Metodología	24
3.1. <i>Enfoque y alcance de la investigación</i>	24
3.2. <i>Población y muestra</i>	24
3.3. <i>Definición de variables</i>	26
3.4. <i>Instrumentos.....</i>	28
3.5. <i>Validación del instrumento.....</i>	29
3.6. <i>Técnicas para el análisis de la información</i>	30
3.7. <i>Metodología de correlación</i>	31
3.8. <i>Análisis de información organizacional y diagnósticos de salud</i>	31
3.9. <i>Herramientas y Metodologías de Análisis.....</i>	32
3.9.1. Instrumento de encuesta (estructura y criterios de calidad)	32
3.9.1.1. Bloque A — Caracterización del participante	32
3.9.1.2. Bloque B — Organización del turno y condiciones de descanso	33
3.9.1.3. Instrucciones de aplicación y cálculo.	35
3.9.1.4. Bloque C — Fatiga, somnolencia y desempeño durante el turno	35
3.9.1.5. Análisis de los resultados.....	36
3.9.1.6. Bloque D — Síntomas asociados a fatiga y exposición a riesgos	37
3.9.1.7. Bloque E — Cultura de seguridad y gestión de la fatiga.....	38
3.9.1.8. Análisis de la información	39
3.9.1.9. Bloque F — Eventos de seguridad y percepción de riesgo	40
3.9.2. Análisis comparativo de prácticas de gestión de fatiga	41
4. <i>Resultados</i>	43
4.1. Modelo V de Aiken.....	43
4.2. Resultado de las encuestas realizadas	45
4.3. Análisis de condiciones de salud y fatiga laboral	49
5. <i>Análisis de resultados</i>	58
5.1. Análisis correlacional entre resultados de encuesta e indicadores organizacionales	62
5.2. Sesgos y limitaciones del estudio	72

<i>6. Propuesta estratégica para la gestión integral de la fatiga laboral</i>	74
6.1. Situación actual	74
6.2. Oportunidades de mejora.....	75
6.3. Propuesta de solución	77
6.3.1. Ciclo PHVA (Planear – Hacer – Verificar – Actuar)	78
6.3.2. Matriz de riesgos en Seguridad y Salud en el Trabajo	79
6.3.3. Componente 1: Gestión del tiempo de trabajo y descanso	80
6.3.4. Componente 2: Promoción de hábitos saludables	81
6.3.5. Componente 3: Capacitación en gestión de la fatiga	81
6.3.6. Componente 4: Monitoreo y medición.....	82
6.3.7. Componente 5: Cultura organizacional y reporte	82
6.3.8. Impacto esperado	83
<i>7. Discusión y Conclusiones</i>	84
7.1. Discusión	84
7.2. Conclusiones	88
<i>Referencias</i>	92

Lista de tablas

Tabla 1. Síntesis de efectos asociados al trabajo por turnos en el sector industrial	16
Tabla 2. Principales efectos asociados a los turnos rotativos y jornadas extendidas reportados en la literatura	23
Tabla 3. Bloque A — Caracterización del participante	31
Tabla 4. Bloque B — Organización del turno y descanso: estructura del instrumento...	32
Tabla 5. Bloque C — Fatiga, somnolencia y desempeño durante el turno: codificación e interpretación	33
Tabla 6. Bloque D — Síntomas asociados a fatiga y exposición a riesgos: estructura y uso analítico.....	35
Tabla 7. Bloque E — Cultura de seguridad y gestión de la fatiga: estructura y uso analítico	36
Tabla 8. Bloque F — Eventos de seguridad y percepción de riesgo: estructura y uso analítico	38
Tabla 9. Resultados preliminares de validación del instrumento mediante V de Aiken .	42
Tabla 10. Correlaciones de Spearman entre variables asociadas a fatiga laboral, desempeño y seguridad operacional en el personal operativo de la estación Tocancipá.....	64
Tabla 11. Propuesta estratégica para la gestión integral de la fatiga laboral en la estación Tocancipá	77

Lista de figuras

Figura 1. Ejemplo de esquema de turnos rotativos en un sistema de operación continua (24/7)20

Figura 2. Relación entre el nivel de descanso y la fatiga percibida44

Figura 3. Relación entre el nivel de fatiga y el desempeño operativo45

Figura 4. Nivel de fatiga según experiencia laboral46

Figura 5. Relación entre capacitación en gestión de la fatiga y niveles de fatiga laboral...47

Figura 6. Hábitos y factores de riesgo asociados al bienestar laboral en 2024.....52

Figura 7. Principales condiciones de salud identificadas en el diagnóstico ocupacional 2024.....53

Figura 8. Comparación de factores de riesgo identificados en los diagnósticos de salud 2023 y 2024.54

Figura 9. Tendencia de factores de riesgo asociados a la fatiga en el personal (2023–2025).....57

Figura 10. Principales oportunidades de mejora identificadas para la gestión de la fatiga laboral.73

1. Introducción

La industria petrolera opera bajo una lógica de continuidad permanente, debido a que sus procesos de exploración, transporte, almacenamiento y distribución hacen parte de cadenas de suministro energético críticas para el funcionamiento económico y social. La literatura científica ha señalado que las operaciones del sector petróleo y gas suelen desarrollarse bajo esquemas continuos y de alta exigencia, en los que la interrupción de los procesos puede afectar la seguridad operacional, la eficiencia productiva y la estabilidad del suministro energético (Fossum et al., 2013; Hagan-Haynes et al., 2022). Por esta razón, las empresas del sector deben mantener procesos en operación continua las 24 horas del día. Para satisfacer esta demanda, históricamente han utilizado esquemas de rotación de turnos y jornadas extendidas. Si bien estos modelos hacen posible mantener la operación sin detenerse, también han generado interés académico por los impactos que pueden tener en la salud, el bienestar y el desempeño de las personas que trabajan en estas condiciones.

La Estación Tocancipá, adscrita a la Vicepresidencia de Poliductos de CENIT S.A.S., filial del Grupo Ecopetrol, forma parte del Sistema Sutamarchán–Tocancipá y cumple un papel estratégico en el transporte y almacenamiento de hidrocarburos refinados para la región centro del país. A diferencia de estaciones de paso o rebombeo, esta terminal desarrolla procesos operativos de mayor complejidad técnica, tales como el recibo, almacenamiento, medición, despacho y control de calidad de los productos combustibles. Debido a estas funciones, la estación se consolidó como un nodo crítico dentro de la red logística de la organización. Este nivel de exigencia hizo necesario mantener una operación continua, respaldado por sistemas de turnos que garantizan la cobertura permanente de las actividades.

La importancia de la estación se evidenció especialmente en escenarios de contingencia, como paradas operativas en otros sistemas de transporte o incrementos inesperados en la demanda de combustibles. En estas situaciones su capacidad de almacenamiento contribuyó a mantener la continuidad del abastecimiento nacional. En línea con ello, la UPME (2021) señala que las terminales de almacenamiento desempeñan un rol clave en la confiabilidad del sistema energético, al reducir vulnerabilidades en la cadena de suministro y garantizar la continuidad del servicio en regiones de alta demanda.

Detrás de esta dinámica operativa se encuentra el personal encargado de mantener en funcionamiento la estación, particularmente los operadores, quienes asumen la responsabilidad directa sobre la seguridad de los procesos y la continuidad del suministro, bajo estándares como los definidos en la ISO 45001 (2018). En este escenario, la implementación de esquemas de rotación de turnos y jornadas extendidas motivo el interés por analizar la relación entre estas condiciones de trabajo y el descanso, así como el desempeño del personal operativo.

Este tema ha sido abordado ampliamente por la literatura científica. Diversos estudios indican que las largas jornadas laborales y la variabilidad en los turnos se asocian con alteraciones en el descanso, mayores niveles de fatiga y afectaciones en la salud mental. McNamara y Robbins (2023) encontraron que los esquemas de turnos rotativos de 12 horas se asociaron con menor calidad del sueño, reducción en las horas de descanso y una presencia frecuente de incidentes relacionados con somnolencia y fatiga. Por su parte, Ots et al. (2021) observaron que, en esquemas de trabajo extendidos, la

disminución de la actividad física durante los días laborales se asociaba con un aumento progresivo de la somnolencia, lo que sugirió una reducción del estado de alerta a medida que avanzaba el ciclo laboral.

Otros estudios han señalado que la complejidad de la rotación también incide en la probabilidad de presentar alteraciones del descanso. Zhou et al. (2022) identificaron que el riesgo de trastornos del sueño aumenta a medida que se incrementa el número de ciclos rotativos. En paralelo, Benson et al. (2021) resaltan que, además de los riesgos físicos y químicos propios del sector, los factores psicosociales, como el estrés y la fatiga mental, representan una proporción importante de las afectaciones en la salud de los trabajadores del sector petrolero. En conjunto, estos estudios evidencian que las jornadas extendidas y los esquemas de rotación pueden generar diferentes efectos sobre el descanso, la fatiga y el bienestar del personal operativo, como se resume en la Tabla 1.

Tabla 1.
Síntesis de efectos asociados al trabajo por turnos en el sector industrial

Tabla 1. Síntesis de efectos asociados al trabajo por turnos en el sector industrial

Autor	Tipo de jornada / turno	Efectos identificados
McNamara y Robbins (2023)	Turnos rotativos de 12 h	Menor calidad del sueño, somnolencia y fatiga
Ots et al. (2021)	Jornadas extendidas	Aumento progresivo de la somnolencia
Zhou et al. (2022)	Mayor número de ciclos rotativos	Incremento del riesgo de trastornos del sueño

Benson et al. (2021)	Trabajo en sector petrolero	Estrés, fatiga mental y afectaciones psicosociales
----------------------	-----------------------------	--

Fuente: Elaboración propia (2026).

En Colombia, con la Ley 2101 de 2021, que gradualmente reduce la jornada laboral semanal, se suma un nuevo factor para tener en cuenta en la programación de turnos. Si bien la medida tiene como objetivo mejorar la calidad de vida, su implementación en ambientes de trabajo continuo requiere cambios en la programación y asignación de personal. La literatura científica ya nos alerta de que, si estos cambios no se planifican, pueden relacionarse con mayores niveles de fatiga o menos productividad (Congreso de la República de Colombia, 2021; McNamara & Robbins, 2023).

En este marco, el problema de investigación se orientó a analizar la relación entre los turnos rotativos prolongados y la salud física y mental del personal de la estación Tocancipá de Cenit, así como a identificar alternativas de mejora para la gestión de la fatiga laboral. El objetivo general consistió en analizar la relación entre los turnos rotativos prolongados, la salud y el desempeño laboral del personal operativo de la estación Tocancipá de Cenit, a partir del diagnóstico de las condiciones de trabajo y del análisis de las variables de estudio, con el fin de formular una propuesta orientada a la gestión de la fatiga laboral. La pregunta que guía el estudio es: ¿qué estrategias pueden implementarse para minimizar los efectos adversos de los turnos rotativos prolongados en la salud y la calidad de vida laboral del personal? La hipótesis planteó que los turnos rotativos prolongados se asociaban con variables relacionadas con la fatiga, el bienestar y el desempeño laboral del personal operativo, y que su análisis permitiría identificar oportunidades para fortalecer las estrategias de gestión en la fatiga de la organización.

2. Marco teórico

La salud ocupacional corresponde al concepto tradicional orientado a la protección de la salud de los trabajadores, mientras que la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) constituye un enfoque más amplio, enfocado en la promoción, prevención y control de los riesgos presentes en el entorno laboral (Organización Mundial de la Salud, 2024). En sectores de alto riesgo, como la industria petrolera, la gestión de la salud ocupó un lugar prioritario debido a las condiciones ambientales adversas, la exposición a sustancias peligrosas y la necesidad de mantener operaciones ininterrumpidas. En este escenario, los turnos rotativos se han reconocido como un factor de riesgo importante, ya que se asocian con alteraciones de los ritmos circadianos, una menor calidad del sueño y mayores niveles de fatiga, condiciones que pueden repercutir en la seguridad y el rendimiento de los trabajadores (Zhou et al., 2022).

El trabajo en turnos es una práctica estructural en la industria petrolera, necesaria para garantizar la continuidad operativa de los procesos durante las 24 horas del día. Desde un enfoque teórico, esta modalidad de organización del tiempo de trabajo debe entenderse no sólo como un requerimiento operativo, sino como un factor organizacional y psicosocial que se relaciona con la salud y el desempeño de los trabajadores. La literatura ha mostrado que la desalineación entre los horarios laborales y los ritmos biológicos y sociales se asocia con la aparición de trastornos del sueño, disminución de la atención y mayor riesgo de errores y accidentes laborales, así como a un incremento del desgaste emocional (McNamara & Robbins, 2023; Bhuanantanondh et al., 2021). Además, la alteración de la vida social y familiar debido a los horarios inusuales es un factor psicosocial que se relaciona con mayores niveles de estrés y la sensación de aislamiento entre los trabajadores (International SOS Foundation, 2021).

La fatiga laboral, descrita como un estado de cansancio físico y mental que puede comprometer la capacidad de respuesta del trabajador ha sido señalada como uno de los efectos más serios de los turnos rotativos en esta industria. Dahlan y Widanarko (2022), en un estudio realizado con 1.650 trabajadores del sector petróleo y gas en Indonesia, evidenciaron que la fatiga ocupacional aguda y crónica se asociaba con una disminución de la atención, errores en la toma de decisiones y conductas de riesgo durante la operación. Los autores señalaron además que la fatiga estaba vinculada con cerca del 20 % de los accidentes mayores relacionados con factores humanos. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Kusmawan et al. (2024), quienes, en una muestra de 116 trabajadores del sector, encontraron que el aumento de la carga mental también se relacionaba con una peor calidad del sueño y mayores niveles de fatiga ocupacional. En conjunto, ambos estudios sugieren que las exigencias propias de este tipo de trabajo pueden asociarse con una mayor fatiga y con condiciones que comprometen el desempeño y la seguridad durante la operación.

Según Declercq et al. (2022), los turnos rotativos son esquemas laborales donde los trabajadores cambian periódicamente entre diferentes bloques de horarios, como mañana, tarde y noche, siguiendo un patrón planificado para mantener la operación durante las 24 horas, los 7 días de la semana. En la práctica, estos esquemas pueden organizarse de forma continua o semicontinua, y se distinguen por la dirección y velocidad de rotación; las rotaciones hacia adelante (mañana → tarde → noche) y hacia atrás (noche → tarde → mañana) son categorías comunes en la literatura sobre organización del trabajo. La Figura 1 ilustra un ejemplo de esquema de turnos rotativos en un sistema de operación continua, en el que se observa la alternancia entre jornadas

de mañana, tarde, noche y descanso, característica de este tipo de organización del trabajo.

Figura 1.
Ejemplo de esquema de turnos rotativos en un sistema de operación continua (24/7)



Nota: Elaboración propia con base en la literatura sobre organización del trabajo por turnos (Declercq et al., 2022).

Por otro lado, Kubo et al. (2022) destacan que una de las ventajas de los turnos rotativos es que permiten una distribución más equitativa de las cargas laborales nocturnas entre el personal. Además, ofrecen la flexibilidad necesaria para asegurar la continuidad operativa en industrias críticas. Sin embargo, también advirtieron que el diseño del esquema, como la duración de la jornada, el número de noches consecutivas y el tiempo de recuperación entre ciclos, se relacionaba de manera significativa con la salud y la fatiga de los trabajadores. Por ejemplo, los descansos demasiado cortos entre turnos, conocidos como “quick returns”, y las noches consecutivas prolongadas se asociaban con una mayor probabilidad de presentar de somnolencia, fatiga acumulada y estrés laboral (Kubo et al., 2022).

Según la revisión de Wu et al. (2022), la evidencia reciente indicó que, si bien los turnos rotativos permitían mantener la producción, su principal limitación estaba

relacionada con la desalineación circadiana. De acuerdo con los autores, esta condición se asociaba con una reducción en el tiempo y calidad del sueño, alteraciones metabólicas y una mayor probabilidad de presentar problemas psiquiátricos y afectaciones en el desempeño. Con base en estos hallazgos, los autores recomendaron que cualquier esquema rotativo incorporara criterios fisiológicos como la dirección de rotación, su velocidad, y la duración de los periodos de descanso, además de medidas complementarias, entre ellas la educación en higiene del sueño, las pausas estratégicas y monitorización del descanso, con el propósito de reducir los efectos adversos (Declercq et al., 2022; Kubo et al., 2022; Wu et al., 2022).

A partir de estos planteamientos, fue necesario considerar herramientas aplicadas que facilitaran la evaluación de estas condiciones en contextos reales de operación. En ese contexto, el diagnóstico de condiciones de salud se consolidó como una herramienta fundamental dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, ya que permitió analizar la relación entre las condiciones laborales y el estado de salud de los trabajadores mediante información clínica y ocupacional (CENIT, 2024, 2025, 2026).

El diagnóstico de condiciones de salud se elaboró a partir del análisis sistemático de los exámenes médicos ocupacionales de ingreso, periódicos y de retiro, lo que facilitó la identificación de alteraciones tempranas, tendencias de morbilidad y posibles asociaciones entre las condiciones de trabajo y la salud de la población trabajadora (CENIT, 2024, 2025, 2026). Adicionalmente, estos diagnósticos orientaron la formulación de programas de vigilancia epidemiológica, además de estrategias de prevención y promoción de la salud en el entorno laboral.

La consistencia en la evaluación de variables como las características sociodemográficas, hábitos de vida, condiciones laborales y los perfiles de morbilidad facilitó el desarrollo de análisis longitudinales para identificar tendencias en la salud de los trabajadores. De esta manera, el diagnóstico se consolidó como un insumo estratégico para la toma de decisiones y la gestión integral del riesgo en las organizaciones (CENIT, 2024, 2025, 2026).

La fatiga no solo se manifestó a nivel físico, sino que también se relacionó con alteraciones en el estado neurocognitivo del trabajador, al influir en su nivel de alerta, capacidad de reacción y toma de decisiones. En este estudio, se entendió como un estado de disminución temporal de la capacidad física o mental asociado a factores como el esfuerzo prolongado, la falta de descanso adecuado y las condiciones laborales exigentes. Desde la perspectiva de la salud ocupacional, fue considerada un riesgo de carácter fisiológico y psicosocial que podía asociarse con la seguridad y el desempeño laboral (CENIT, 2023).

Finalmente, en el contexto organizacional, la fatiga fue reconocida como un riesgo crítico asociado con la toma de decisiones, el tiempo de reacción y la probabilidad de error humano. Por esta razón, su gestión evolucionó hacia la incorporación de herramientas de medición objetiva, como la pupilometría, que permitió evaluar el estado neurofisiológico del trabajador mediante la respuesta pupilar ante estímulos lumínicos, facilitando la detección temprana de la fatiga y la implementación de acciones preventivas en tiempo real (CENIT, 2025; CENIT, 2026). En conjunto, la literatura revisada mostró que los turnos rotativos y las jornadas extendidas se asociaban con diferentes efectos sobre el descanso, la salud y el desempeño del trabajador, como se presentó en la Tabla 2.

Tabla 2.

Principales efectos asociados a los turnos rotativos y jornadas extendidas reportados en la literatura

Autor	Condición evaluada	Principales efectos identificados
McNamara y Robbins (2023)	Turnos rotativos de 12 h	Menor calidad del sueño, somnolencia y fatiga
Ots et al. (2021)	Jornadas extendidas	Incremento progresivo de la somnolencia
Zhou et al. (2022)	Mayor número de ciclos rotativos	Mayor riesgo de trastornos del sueño
Benson et al. (2021)	Factores psicosociales en sector petrolero	Estrés y fatiga mental
Dahlan y Widanarko (2022)	Fatiga ocupacional	Disminución de concentración y aumento de errores
Kusmawan et al. (2024)	Alta carga mental	Agotamiento físico y peor calidad del sueño
Wu et al. (2022)	Desalineación circadiana	Alteraciones metabólicas, psiquiátricas y del desempeño
Kubo et al. (2022)	Diseño de turnos y descansos cortos	Fatiga acumulada, somnolencia y estrés laboral
CENIT (2025–2026)	Monitoreo de fatiga mediante pupilometría	Detección temprana y prevención operativa

Fuente: Elaboración propia (2026).

En conjunto, la evidencia revisada mostró resultados consistentes al señalar que los turnos rotativos y las jornadas extendidas se asociaban con alteraciones en el descanso, mayores niveles de fatiga y cambios en el desempeño laboral. Aunque los estudios

consultados analizaron estos efectos en diferentes sectores y contextos, también evidenciaron que las características propias de cada organización pueden influir en la magnitud de estas asociaciones. En el caso del sector de transporte y almacenamiento de hidrocarburos en Colombia, particularmente en estaciones como Tocancipá, se identificó una limitada disponibilidad de investigaciones que integraran la percepción de los trabajadores con información organizacional sobre condiciones de salud y ausentismo. Este vacío justificó el desarrollo de la presente investigación y orientó la formulación de una propuesta enfocada en la gestión integral de la fatiga laboral.

3. Metodología

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que tuvo como propósito analizar de manera objetiva la relación entre los turnos rotativos prolongados y factores como la duración de la jornada, la calidad del sueño, la fatiga laboral y los síntomas de salud mental. El alcance del estudio es descriptivo-correlacional, dado que permitió caracterizar dichas variables y analizar la relación existente entre ellas sin manipulación experimental. Este enfoque permite recolectar datos a través de encuestas estandarizadas y analizarlos estadísticamente para identificar patrones, correlaciones y tendencias.

3.2. Población y muestra

La población objetivo estuvo conformada por el personal operativo de la estación petrolera de Tocancipá de Cenit. El cálculo de la muestra se realizó en función del número total de trabajadores (N), aplicando una fórmula de muestreo probabilístico para poblaciones finitas, con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %.

Para garantizar la representatividad estadística de los resultados, se determinó el tamaño óptimo de la muestra (n) mediante la fórmula para estimación de proporciones con corrección por población finita (FPC), también conocida como fórmula de Cochran con ajuste por población. Para el cálculo se definieron los siguientes parámetros: nivel de confianza del 95 % ($Z = 1,96$), proporción esperada $p = 0,5$ (valor conservador que maximiza el tamaño muestral) y margen de error $e = 5\%$ (0,05). La población objetivo (N) corresponde al total de trabajadores operativos sujetos a turnos en la estación Tocancipá, estimada en $N = 21$ personas.

Primero se calcula el tamaño preliminar para población “infinita”:

$$n_0 = \frac{Z^2 p (1 - p)}{e^2}$$

Sustituyendo los valores definidos:

$$n_0 = \frac{(1,96)^2 * 0,5 * (1 - 0,5)}{(0,05)^2}$$

$$n_0 = \frac{3,8416 * 0,25}{0,0025}$$

$$n_0 = 384,16 \quad (1)$$

Luego se aplica la corrección por población finita:

$$n = \frac{N n_0}{n_0 + N - 1}$$

$$n = \frac{21 * 384,16}{384,16 + 21 - 1}$$

$$n = \frac{8067,36}{404,16}$$

$$n = 19,97 \quad (2)$$

n_0 : tamaño preliminar de la muestra para población infinita.

n : tamaño final de la muestra con corrección por población finita.

Z : valor del estadístico Z asociado al nivel de confianza (1,96 para 95 %).

p : proporción esperada de la característica a estudiar.

e : margen de error permitido.

N : tamaño de la población total.

La muestra se redondeó hacia arriba, por lo que el tamaño muestral final correspondió a $n = 20$. Este tamaño aseguró el margen de error $e = 5\%$ (0,05) requerido bajo los supuestos definidos. La aplicación de encuestas se llevó a cabo de forma anónima, sin recolectar nombres, números de documento, correos electrónicos ni ningún dato que permitiera identificar de manera directa o indirecta a los participantes. Con el propósito de preservar la privacidad en una población de tamaño reducido y, al mismo tiempo, facilitar el análisis de la información, se registraron la edad y la antigüedad en rangos predefinidos.

La edad se clasificó en los intervalos de 18–24, 25–34, 35–44, 45–54 y ≥ 55 años, mientras que la antigüedad en menos de 1 año, entre 1 y 5 años, entre 6 y 10 años, entre 11 y 15 años, y más de 15 años. Estas categorías disminuyeron el riesgo de reidentificación y, a su vez, permitieron explorar patrones de fatiga y calidad de sueño por ciclo de vida y experiencia laboral, además de controlar posibles factores de confusión en los análisis estadísticos y evaluar efectos modificadores. La información se analizó y se presentó de forma agregada; cuando alguna categoría registró $n < 3$, esta se integró con la adyacente para reducir el riesgo de reidentificación. La participación fue voluntaria, se obtuvo el consentimiento informado de los participantes y las jefaturas no tuvieron acceso a respuestas individuales.

3.3. Definición de variables

Con el propósito de facilitar la comprensión de las variables analizadas en la investigación, la tabla 3 presenta la definición conceptual, la definición operacional y la clasificación metodológica de las principales variables incluidas en el estudio. Esta organización permitió mantener la coherencia entre los objetivos de la investigación, el instrumento de recolección de información y el análisis de los resultados.

Tabla 3.

Definición conceptual, operacional y clasificación de las variables de estudio

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación
Organización del turno	Forma en que se distribuyen las jornadas laborales y los periodos de descanso del personal operativo.	Se evaluó mediante las preguntas del Bloque B relacionadas con el esquema de turnos, el descanso entre jornadas y las pausas laborales.	Variable independiente. Cualitativa ordinal.
Fatiga laboral	Estado de cansancio físico y mental asociado a la actividad laboral.	Se midió mediante los ítems del Bloque C de la encuesta utilizando una escala Likert de cinco puntos.	Variable dependiente. Cualitativa ordinal.
Somnolencia durante el turno	Estado de disminución del nivel de alerta durante la jornada laboral.	Se evaluó mediante preguntas de los bloques C y F del instrumento.	Variable dependiente. Cualitativa ordinal.
Desempeño laboral	Percepción del trabajador sobre su capacidad para desarrollar sus funciones durante la jornada.	Se midió mediante los ítems relacionados con concentración, desempeño y toma de decisiones seguras del Bloque C.	Variable dependiente. Cualitativa ordinal.
Cultura de seguridad y gestión de la fatiga	Percepción de las acciones organizacionales dirigidas a reconocer y gestionar la fatiga laboral.	Se evaluó mediante las preguntas del Bloque E de la encuesta.	Variable independiente. Cualitativa ordinal.

Síntomas asociados y exposición a riesgos	Manifestaciones físicas o psicológicas y percepción de exposición a riesgos durante el trabajo por turnos.	Se evaluó mediante las preguntas del Bloque D del instrumento.	Variable dependiente. Cualitativa nominal y ordinal.
Eventos de seguridad y percepción del riesgo	Situaciones operacionales relacionadas con la fatiga y la seguridad durante el trabajo.	Se evaluó mediante las preguntas del Bloque F del instrumento.	Variable dependiente. Cualitativa nominal y ordinal.

Fuente: Elaboración propia (2026).3.4. Instrumentos

Esta investigación se fundamentó en el uso de fuentes primarias y secundarias para la recolección de información, en coherencia con su diseño descriptivo-correlacional y no experimental. Por un lado, se aplicó una encuesta estructurada al personal operativo de la estación Tocancipá de Cenit, la cual incluyó escalas validadas internacionalmente, como el Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh (PSQI) para medir el descanso, la Escala de Fatiga de Chalder (CFQ-11) para evaluar la percepción de fatiga, el Cuestionario General de Salud GHQ-12 para síntomas de estrés y salud mental, y el IPAQ-corto para actividad física. Además, se incorporaron preguntas sobre duración de la jornada, frecuencia de rotaciones, percepción de productividad y pausas activas.

Por otro lado, se utilizaron fuentes secundarias como los registros internos de la estación (órdenes de trabajo, reportes de incidentes, indicadores de ausentismo) y documentos de normativos nacionales e internacionales sobre gestión de turnos, emitidos por entidades como el Ministerio de Trabajo, el Consejo Colombiano de Seguridad y la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Estos insumos complementaron el análisis, al permitir la triangulación de información entre datos reportados, autopercepciones de los trabajadores y marcos regulatorios vigentes.

3.5. Validación del instrumento

Para garantizar la calidad del instrumento de recolección de información, se realizó un proceso de validación de contenido mediante el coeficiente V de Aiken, un método ampliamente utilizado para evaluar la validez de contenido de instrumentos de medición a partir del juicio de expertos. Este modelo permite determinar el grado de acuerdo entre evaluadores respecto a criterios como claridad, pertinencia y relevancia de los ítems que conforman el instrumento.

La selección del coeficiente V de Aiken se fundamentó en su utilidad para valorar de manera cuantitativa la validez de contenido en instrumentos aplicados en investigaciones sociales y de salud, especialmente cuando se cuenta con un número reducido de expertos y escalas de valoración estructuradas. Adicionalmente, este método permitió identificar los ítems que requerían ajustes antes de la aplicación definitiva del instrumento.

La validación estuvo a cargo de un panel de cinco expertos con formación en áreas relacionadas con salud ocupacional, seguridad industrial, investigación y análisis estadístico. Cada uno evaluó los ítems del instrumento mediante una escala de valoración, en la que 0 correspondía a “en desacuerdo” y 1 a “de acuerdo”, considerando los criterios de claridad, pertinencia y relevancia.

El coeficiente V de Aiken se calculó mediante la expresión propuesta por Aiken (1985):

$$V = \frac{\sum p}{n(c - 1)}$$

Donde:

- $\sum p$ corresponde a la suma de las puntuaciones otorgadas por los expertos.
- n representa el número de evaluadores.
- c corresponde al número de categorías de la escala utilizada.

Con base en los resultados obtenidos, se realizaron los ajustes necesarios en la redacción y estructura de las preguntas, con el fin de mejorar su comprensión y asegurar su correspondencia con los objetivos de la investigación.

3.6. Técnicas para el análisis de la información

El análisis de la información se realizó en dos niveles. En primer lugar, se aplicó estadística descriptiva para caracterizar a la población y las variables en estudio, utilizando frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y dispersión (desviación estándar). Este análisis permitió identificar patrones generales en la duración de turnos, calidad del sueño, niveles de somnolencia y la percepción del desempeño laboral. En segundo lugar, se desarrolló un análisis correlacional para establecer relaciones entre variables clave, como duración de la jornada y fatiga, frecuencia de rotación y calidad del sueño, así como entre los síntomas de estrés y productividad laboral.

Para ello se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman, de acuerdo con la naturaleza ordinal de la mayoría de las variables estudiadas. No fue necesario emplear análisis de regresión lineal, debido a que el alcance descriptivo-correlacional de la investigación y el tamaño de la muestra no justificaban su aplicación.

3.7. Metodología de correlación

Para profundizar en el análisis correlacional, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman, dado que la mayoría de las variables del estudio provenían de escalas ordinales tipo Likert y no se asumió una distribución normal de los datos. Esta técnica permitió evaluar la fuerza y dirección de la asociación entre variables subjetivas reportadas en la encuesta, como la fatiga percibida, la somnolencia durante el turno, la calidad del descanso y la percepción del desempeño, y variables organizacionales provenientes de registros institucionales, tales como ausentismo, incapacidades médicas, indicadores de salud ocupacional y eventos operacionales reportados. Asimismo, cuando la información estuvo disponible de forma agregada y comparable, se integraron datos del sistema de medición objetiva de fatiga mediante pupilometría, con el propósito de contrastar los hallazgos subjetivos con indicadores fisiológicos del estado de alerta. Este análisis permitió identificar asociaciones estadísticamente significativas que contribuyeron a comprender la relación entre la fatiga laboral, la salud y el desempeño del personal operativo.

3.8. Análisis de información organizacional y diagnósticos de salud

Con el propósito de complementar el análisis de las condiciones asociadas a los turnos rotativos y la fatiga laboral, se realizó la revisión de información organizacional suministrada por la empresa correspondiente a los diagnósticos de condiciones de salud y reportes internos del periodo 2023–2025.

La información analizada incluyó variables relacionadas con características sociodemográficas, hábitos de vida, perfiles de morbilidad, indicadores de salud

ocupacional, condiciones asociadas al descanso, sedentarismo, ausentismo e indicadores relacionados con la gestión de la fatiga y el bienestar del personal operativo.

Estos diagnósticos fueron contruidos a partir de los exámenes médicos ocupacionales de ingreso, periódicos y de retiro, así como de actividades de vigilancia epidemiológica desarrolladas por la organización. Su análisis permitió identificar tendencias en las condiciones de salud de los trabajadores y complementar la interpretación de los resultados obtenidos mediante los instrumentos aplicados en la investigación.

La información fue utilizada exclusivamente con fines académicos y de análisis investigativo, garantizando la confidencialidad de los datos y el manejo agregado de los resultados, sin divulgación de información personal de los trabajadores. Los datos también fueron analizados mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias, porcentajes y comparación de tendencias entre periodos.

3.9. Herramientas y Metodologías de Análisis

3.9.1. Instrumento de encuesta (estructura y criterios de calidad)

El instrumento se estructuró en varias secciones temáticas coherentes y breves, con una duración total estimada de 5–7 minutos. Para preservar la privacidad, edad y antigüedad se capturaron en rangos.

3.9.1.1. Bloque A — Caracterización del participante

Este bloque caracterizó a la muestra sin comprometer el anonimato, ya que las variables sociodemográficas se capturaron en rangos de edad y experiencia laboral.

Todas las preguntas fueron de selección única. Se utilizó una codificación numérica para facilitar el procesamiento estadístico y el análisis de los resultados.

Tabla 4.

Bloque A — Caracterización del participante

Variable (código)	Redacción de la pregunta (texto en encuesta)	Opciones y códigos	Nota de calidad
Experiencia en el cargo (A1)	¿Cuántos años de experiencia tiene en su cargo actual?	1=Menos de 1 año; 2=Entre 1 y 5 años; 3=Entre 6 y 10 años; 4=Entre 11 y 15 años; 5=Más de 15 años	Rangos amplios reducen el riesgo de identificación en poblaciones pequeñas.
Edad (A2)	¿Cuál es su rango de edad?	1=18–24; 2=25–34; 3=35–44; 4=45–54; 5=55 o más	Uso de rangos protege anonimato
Capacitación en fatiga (A3)	En el último año, ¿ha recibido capacitación en el marco del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) sobre prevención de la fatiga, higiene del sueño o gestión del descanso laboral?	1=Sí; 2=No; 3=No estoy seguro/a	Permite analizar el nivel de formación organizacional en gestión de fatiga.

Fuente: Elaboración propia (2026).

3.9.1.2. Bloque B — Organización del turno y condiciones de descanso

Este bloque evalúa la percepción de los trabajadores sobre la organización de los turnos, la carga de trabajo y las condiciones de descanso entre jornadas. Las preguntas se presentan mediante una escala tipo Likert de cinco puntos (1 = Totalmente en

desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 = De acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo).

A diferencia de los instrumentos clínicos estandarizados, este bloque utilizó afirmaciones diseñadas específicamente para evaluar las condiciones organizacionales del turno y su relación con el descanso y la recuperación laboral en el contexto operativo estudiado.

Tabla 5.

Bloque B — Organización del turno y descanso: estructura del instrumento.

Ítem (código)	Afirmación evaluada	Escala de respuesta	Uso en el análisis
B1	El tiempo de descanso entre turnos es suficiente para recuperarse adecuadamente.	Likert 1–5	Análisis descriptivo y asociación con niveles de fatiga.
B2	Los cambios de turno o ajustes de programación se comunican con suficiente anticipación.	Likert 1–5	Evaluación de organización del turno.
B3	Durante el turno puedo realizar pausas cuando las necesito (según lo permita la operación).	Likert 1–5	Relación entre pausas laborales y fatiga percibida.
B4	La carga de trabajo durante el turno es adecuada para la duración de la jornada.	Likert 1–5	Evaluación de carga laboral percibida.
B5	El esquema de turnos rotativos afecta negativamente mi descanso y recuperación.	Likert 1–5	Identificación de impacto del sistema de turnos.

B6	Las condiciones para descansar fuera del turno (tiempo, ambiente, ruido, etc.) favorecen una recuperación adecuada.	Likert 1–5	Análisis de condiciones externas de recuperación.
----	---	------------	---

Fuente: Elaboración propia (2026)

3.9.1.3. Instrucciones de aplicación y cálculo.

Cada afirmación se respondió mediante una escala Likert de cinco puntos, donde 1 correspondía a “Totalmente en desacuerdo” y 5 a “Totalmente de acuerdo”. Las respuestas se analizaron inicialmente mediante estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar).

Posteriormente, los resultados se emplearon para explorar asociaciones con variables relacionadas con fatiga laboral, somnolencia durante el turno, desempeño operativo y eventos de seguridad reportados en la encuesta.

3.9.1.4. Bloque C — Fatiga, somnolencia y desempeño durante el turno

Este bloque evaluó la percepción de fatiga física y mental durante la jornada laboral y su posible relación con la concentración, el desempeño operativo y la toma de decisiones seguras. Las afirmaciones se presentaron mediante una escala tipo Likert de cinco puntos (1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 = De acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo).

Tabla 6.

Bloque C — Fatiga, somnolencia y desempeño durante el turno: codificación e interpretación

Código	Ítem (redacción en encuesta)	Escala / Codificación	Uso analítico
C1	Durante el turno me siento fatigado/a (física y/o mentalmente).	Likert 1–5	Medición de fatiga percibida durante la jornada.
C2	La fatiga afecta mi nivel de concentración durante el trabajo.	Likert 1–5	Relación entre fatiga y atención laboral.
C3	En la parte final del turno, mi desempeño disminuye.	Likert 1–5	Evaluación del impacto de la fatiga en el desempeño.
C4	La fatiga afecta mi capacidad para tomar decisiones seguras.	Likert 1–5	Relación entre fatiga y seguridad operacional.
C5	Me mantengo alerta y concentrado/a durante todo el turno.	Likert 1–5	Nivel de alerta durante la jornada (ítem inverso para análisis de fatiga).

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.9.1.5. Análisis de los resultados

Las respuestas se analizaron inicialmente mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias, medias y desviaciones estándar, para identificar la percepción general de fatiga durante la jornada laboral. Posteriormente, se exploraron posibles relaciones entre los niveles de fatiga percibida y otras variables del cuestionario, tales como las condiciones de descanso entre turnos, la presencia de somnolencia durante la jornada, la ocurrencia de eventos de seguridad o “casi incidentes” (near miss), y la

percepción de la cultura de seguridad organizacional, con el propósito de identificar patrones que contribuyeran a comprender la relación entre la fatiga, el desempeño operativo y la seguridad laboral.

3.9.1.6. Bloque D — Síntomas asociados a fatiga y exposición a riesgos

Este bloque identificó síntomas físicos o psicológicos asociados al trabajo por turnos y la exposición percibida a distintos tipos de riesgos laborales. La información permitió contextualizar la fatiga dentro de las condiciones reales de trabajo y reconocer posibles factores que pueden influir en el bienestar y la seguridad del personal operativo.

Tabla 7.

Bloque D — Síntomas asociados a fatiga y exposición a riesgos: estructura y uso analítico.

Código	Ítem (texto en encuesta)	Opciones / codificación	Uso analítico
D1	En los últimos 3 meses, ¿cuáles de los siguientes síntomas o molestias ha presentado con mayor frecuencia?	Selección múltiple (dolor de cabeza, dolor lumbar, dolor cervical, dolor muscular/articular, fatiga muscular, somnolencia durante el turno, dificultad para dormir, irritabilidad, ansiedad, problemas gastrointestinales, irritación ocular/piel, dificultad respiratoria, ninguno)	Identificación de síntomas asociados a fatiga o carga laboral.
D2	¿En qué momento del turno suele sentirse más agotado/a?	1=Primeras 2 horas; 2=Entre 2 y 4 horas; 3=Mitad del turno; 4=Últimas 4 horas; 5=Última hora; 6=Varía según el día	Identificación del momento de mayor fatiga durante la jornada.

D3	En su trabajo, ¿con qué frecuencia está expuesto/a a riesgos ergonómicos?	Escala ordinal: Nunca, Rara vez, A veces, Frecuentemente, Siempre	Evaluación de exposición ergonómica.
D4	En su trabajo, ¿con qué frecuencia está expuesto/a a riesgos físicos?	Escala ordinal: Nunca, Rara vez, A veces, Frecuentemente, Siempre	Evaluación de exposición física (ruido, vibración, temperaturas, iluminación).
D5	En su trabajo, ¿con qué frecuencia está expuesto/a a riesgos químicos?	Escala ordinal: Nunca, Rara vez, A veces, Frecuentemente, Siempre	Evaluación de exposición a sustancias químicas.
D6	En su trabajo, ¿con qué frecuencia está expuesto/a a riesgos psicosociales?	Escala ordinal: Nunca, Rara vez, A veces, Frecuentemente, Siempre	Evaluación de presión laboral, carga mental o estrés.
D7	En su trabajo, ¿con qué frecuencia está expuesto/a a riesgos biológicos?	Escala ordinal: Nunca, Rara vez, A veces, Frecuentemente, Siempre	Identificación de condiciones ambientales o biológicas de riesgo.

Fuente: Elaboración propia (2026).

3.9.1.7. Bloque E — Cultura de seguridad y gestión de la fatiga

Este bloque evaluó la percepción de los trabajadores sobre la forma en que la organización reconoció y gestionó la fatiga laboral dentro de la cultura de seguridad. Las afirmaciones se presentaron mediante una escala tipo Likert de cinco puntos (1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 = De acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo).

Tabla 8.

Bloque E — Cultura de seguridad y gestión de la fatiga: estructura y uso analítico

Código	Ítem (redacción en encuesta)	Escala / Codificación	Uso analítico
E1	En mi área se reconoce la fatiga como un riesgo laboral relevante.	Likert 1–5	Evaluación del reconocimiento organizacional del riesgo de fatiga.
E2	La empresa cuenta con medidas claras para prevenir o gestionar la fatiga asociada a los turnos.	Likert 1–5	Identificación de políticas organizacionales de gestión de fatiga.
E3	Puedo reportar que me siento fatigado/a sin temor a sanciones o consecuencias negativas.	Likert 1–5	Evaluación de la cultura de reporte y seguridad psicológica.
E4	La planificación de turnos considera el descanso y la recuperación como parte de la seguridad operacional.	Likert 1–5	Integración del descanso en la gestión de seguridad operacional.
E5	Los incidentes o “casi incidentes” se analizan con enfoque de mejora y aprendizaje, no de culpa.	Likert 1–5	Evaluación de la cultura organizacional de aprendizaje y mejora continua.

Fuente: *Elaboración propia (2026).*

3.9.1.8. Análisis de la información

Las respuestas se analizaron mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar, para identificar la percepción general de la cultura organizacional frente a la gestión de la fatiga laboral.

Posteriormente, se exploraron posibles asociaciones entre la percepción de la cultura de seguridad y variables relacionadas con fatiga, somnolencia y eventos operacionales, con el propósito de establecer si un mayor reconocimiento organizacional del riesgo de fatiga se asociaba con mejores condiciones de descanso, menor percepción de fatiga o mayor disposición a reportar incidentes.

3.9.1.9. Bloque F — Eventos de seguridad y percepción de riesgo

Este bloque recogió información sobre situaciones operacionales relacionadas con la fatiga laboral y su posible relación con la seguridad del trabajo, así como la percepción de los trabajadores sobre la necesidad de implementar estrategias organizacionales para su gestión. Las preguntas combinaron escalas de frecuencia, selección única y una pregunta abierta, con el fin de identificar experiencias recientes asociadas a la fatiga durante la jornada laboral.

Tabla 9.

Bloque F — Eventos de seguridad y percepción de riesgo: estructura y uso analítico

Código	Ítem (redacción en encuesta)	Escala / Codificación	Uso analítico
F1	En los últimos 3 meses, ¿ha ocurrido algún casi incidente en la compañía en el que usted considere que la fatiga pudo influir?	1=Sí; 2=No; 3=No estoy seguro/a	Identificación de eventos operacionales asociados a fatiga.

F2	¿Con qué frecuencia ha experimentado somnolencia difícil de controlar durante el turno?	1=Nunca; 2=Rara vez; 3=A veces; 4=Frecuentemente; 5=Siempre	Medición de somnolencia operacional.
F3	¿Con qué frecuencia termina su turno sintiéndose físicamente o mentalmente agotado/a?	1=Nunca; 2=Rara vez; 3=A veces; 4=Frecuentemente; 5=Siempre	Evaluación de fatiga acumulada al final del turno.
F4	Desde su experiencia, ¿qué tan prioritario considera implementar un programa de gestión de la fatiga en la empresa?	1=Nada prioritario; 2=Poco prioritario; 3=Moderadamente prioritario; 4=Muy prioritario; 5=Crítico	Percepción de necesidad organizacional de gestión de fatiga.
F5	En su experiencia, ¿qué condiciones del trabajo por turnos generan mayor fatiga o aumentan el riesgo de accidentes?	Pregunta abierta	Identificación cualitativa de factores organizacionales asociados a fatiga.

Fuente: *Elaboración propia (2026).*

3.9.2. Análisis comparativo de prácticas de gestión de fatiga

Como insumo para la formulación de la propuesta, se realizó un análisis comparativo de prácticas de gestión de la fatiga implementadas en la industria O&G similares y, cuando resultó pertinente, en otras operaciones continuas 24/7 de los sectores energetico y logístico. Para ello se revisó información documental y experiencias reportadas en la literatura, con el propósito de identificar prácticas relacionadas con los esquemas de turnos, tiempos mínimos de descanso, límites de horas extra, pausas programadas, sistemas de gestión de la fatiga (FRMS), intervenciones ambientales e indicadores disponibles. La comparación permitió identificar prácticas con potencial de

aplicación en la estación Tocancipá y establecer oportunidades de mejora para la propuesta desarrollada.

4. Resultados

4.1. Modelo V de Aiken

4.1.1. Evaluación del instrumento por juicio de expertos

El instrumento de medición diseñado para la presente investigación fue sometido a un proceso de validación de contenido mediante juicio de expertos, utilizando el coeficiente V de Aiken como método de evaluación.

La validación fue realizada por cinco evaluadores con experiencia en áreas relacionadas con investigación, ingeniería, seguridad y salud en el trabajo y análisis metodológico, quienes analizaron cada uno de los ítems propuestos con base en tres criterios: claridad, pertinencia y relevancia.

La evaluación se desarrolló mediante una escala de respuesta binaria, donde 1 correspondía a “de acuerdo” y 0 a “en desacuerdo”. Los expertos analizaron las preguntas correspondientes a las diferentes dimensiones del instrumento, relacionadas con la caracterización del participante, condiciones de los turnos rotativos, descanso y fatiga laboral, desempeño durante la jornada y seguridad operacional.

4.1.2. Resultados obtenidos mediante la V de Aiken

Para el análisis de validación se realizó la sumatoria de las valoraciones asignadas por los expertos y, posteriormente, se calculó el coeficiente V de Aiken para cada criterio evaluado.

Los resultados obtenidos evidenciaron valores altos de aceptación en los criterios de claridad, pertinencia y relevancia, lo que indicó que el instrumento presentó una adecuada validez de contenido para su aplicación en la población objeto de estudio.

Tabla 10.

Resultados preliminares de validación del instrumento mediante V de Aiken

Dimensión evaluada	Claridad	Pertinencia	Relevancia	Observaciones realizadas
Caracterización del participante	1.0	1.0	1.0	Sin observaciones relevantes.
Condiciones de los turnos rotativos	1.0	1.0	1.0	Se sugieren ajustes menores de redacción para mejorar precisión en algunos términos.
Descanso y fatiga laboral	0.8	1.0	1.0	Se recomienda mejorar la claridad de algunas preguntas relacionadas con percepción de cansancio y calidad del sueño.
Desempeño durante la jornada laboral	0.8	1.0	1.0	Se identificaron observaciones orientadas a reducir ambigüedad en ciertos enunciados.
Seguridad operacional	1.0	1.0	1.0	Adecuada relación entre los ítems y la variable evaluada.

Fuente: Elaboración propia (2026).

Finalmente, a partir de las observaciones realizadas por los expertos evaluadores, se efectuaron ajustes menores asociados principalmente con la redacción, la precisión conceptual y la organización de algunos ítems, lo que fortaleció así la comprensión y la validez del instrumento antes de su aplicación definitiva en la población objeto de estudio.

4.2. Resultado de las encuestas realizadas

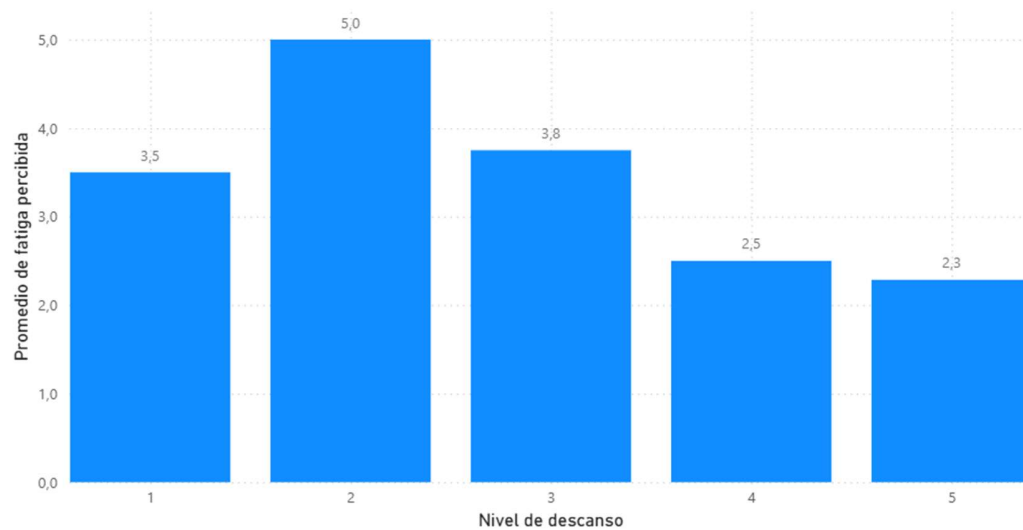
Los resultados que se presentan a continuación corresponden a la información obtenida mediante la aplicación del instrumento al personal operativo de la estación Tocancipá. A partir de estos datos se realizó un análisis descriptivo de las variables evaluadas con el fin de identificar el comportamiento general de la población frente a la fatiga laboral, las condiciones de descanso y el desempeño durante la jornada. En términos generales, los trabajadores reportaron un nivel de fatiga de $3,40 \pm 1,05$, lo que indica que, aunque la mayoría no percibe niveles extremos de cansancio, sí existe una variabilidad importante entre los participantes. En cuanto al descanso entre turnos, se obtuvo una media de $3,60 \pm 1,05$, lo que refleja una percepción intermedia sobre la recuperación alcanzada antes de iniciar una nueva jornada laboral. Por su parte, el desempeño laboral presentó un promedio de $3,45 \pm 0,69$, evidenciando una percepción relativamente homogénea del rendimiento durante el turno.

Un aspecto que merece especial atención es que el **35 %** de los trabajadores manifestó niveles altos de fatiga (calificaciones iguales o superiores a cuatro en la escala utilizada). Aunque este porcentaje no corresponde a la mayoría de la muestra, sí representa un grupo relevante desde el punto de vista de la gestión del riesgo, ya que la presencia de fatiga puede influir en actividades que demandan atención permanente y toma de decisiones en tiempo real.

La Figura 2 mostró que los participantes que reportaron mayores niveles de descanso presentaron, en términos generales, menores promedios de fatiga percibida. Este comportamiento corresponde a una observación visual de los datos representados en la figura y no constituye, por sí solo, evidencia de una asociación estadísticamente significativa entre las variables.

Figura 2.

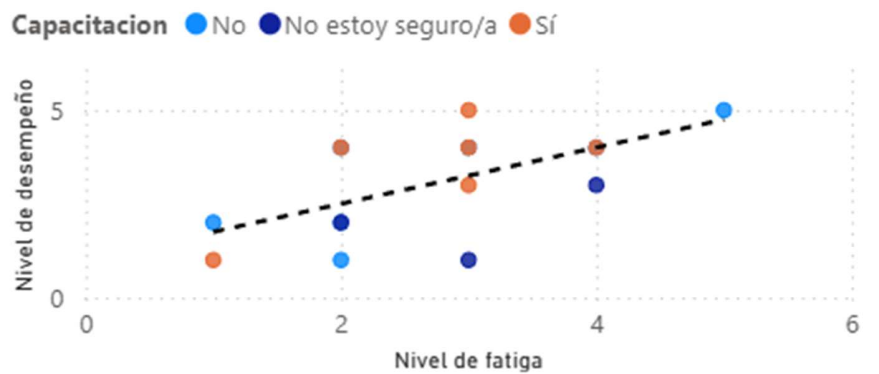
Relación entre el nivel de descanso y la fatiga percibida



Nota: Elaboración propia. B1 corresponde al nivel de descanso percibido y C1 al nivel de fatiga reportado por los participantes.

En contraste, la figura 3 mostró una distribución de los datos con una dispersión considerable entre los valores observados. Aunque la línea de tendencia presentó una leve inclinación positiva, la variabilidad de los datos no permitió interpretar este comportamiento visual como evidencia de una asociación entre la fatiga y el desempeño. figura 3.

Relación entre el nivel de fatiga y el desempeño operativo

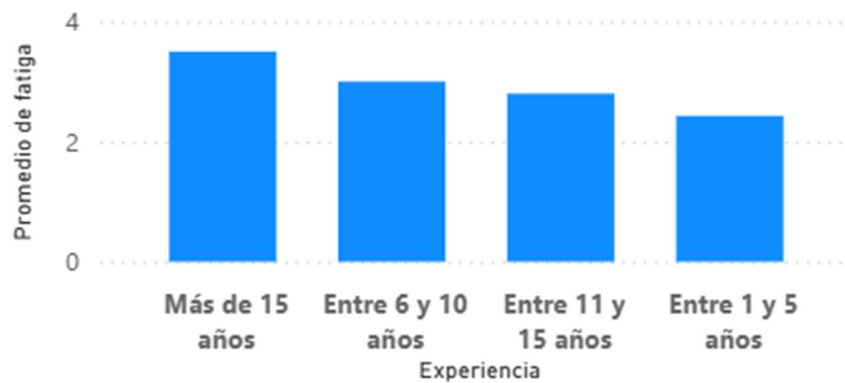


Nota. Elaboración propia. C1 representa el nivel de fatiga y C3 el nivel de desempeño percibido por los trabajadores.

En cuanto al análisis por grupos, se identificó que los niveles de fatiga tienden a incrementarse con la experiencia laboral, presentando valores más altos en el personal con mayor trayectoria dentro de la organización (Figura 4).

Figura 4.

Nivel de fatiga según experiencia laboral

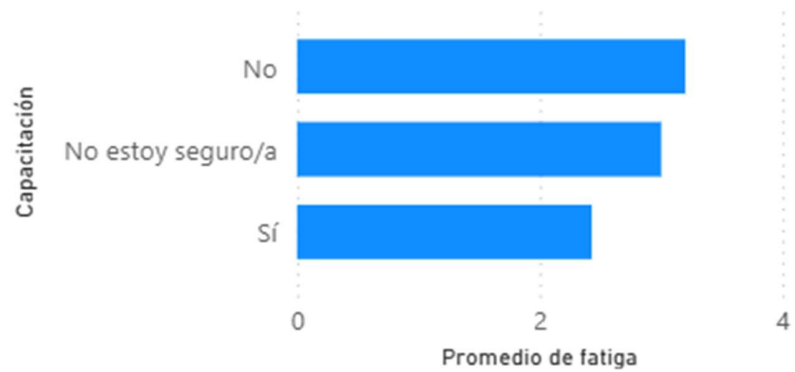


Nota. Elaboración propia. A1 corresponde a la variable de experiencia laboral categorizada en rangos de años de servicio.

Igualmente, al analizar la variable de capacitación en gestión de la fatiga, se evidenció que el personal que reporta haber recibido formación presenta niveles promedio de fatiga inferiores en comparación con aquellos que no han recibido capacitación o no están seguros de haberla recibido (Figura 5).

Figura 5.

Relación entre capacitación en gestión de la fatiga y niveles de fatiga laboral



Nota. Elaboración propia. A3 corresponde a la variable de capacitación en gestión de la fatiga y C1 al nivel de fatiga reportado.

De forma global, se identificó que los mayores niveles de descanso estuvieron acompañados de menores niveles de fatiga percibida. Sin embargo, no se identificó una relación directa entre la fatiga y el desempeño, lo que sugiere la posible influencia de otros factores o mecanismos de compensación en el entorno laboral.

4.3. Análisis de condiciones de salud y fatiga laboral

La información organizacional suministrada por CENIT permitió complementar el análisis de la fatiga laboral desde una perspectiva clínica, operativa y organizacional. Los documentos revisados incluyeron el programa de gestión de la fatiga, manuales de alerta temprana, registros estadísticos de ausentismo y diagnósticos de condiciones de salud correspondientes a los periodos 2023, 2024 y 2025. (CENIT, 2024; CENIT, 2025; CENIT, 2026).

Estos insumos facilitaron la identificación de factores de riesgo asociados a la fatiga laboral y permitieron contextualizar los resultados obtenidos mediante la encuesta aplicada al personal operativo. El análisis de la información se realizó mediante estadística descriptiva y comparación de tendencias entre los diferentes periodos evaluados, considerando variables relacionadas con condiciones de salud, hábitos de vida, ausentismo, sedentarismo y otros factores asociados al bienestar y desempeño laboral.

Adicionalmente, la revisión de esta información permitió contrastar los resultados de percepción obtenidos en la encuesta con indicadores organizacionales reportados por la compañía, lo que fortaleció la interpretación integral de las condiciones asociadas al trabajo por turnos y la gestión de la fatiga en la estación Tocancipá. (CENIT, 2024; CENIT, 2025; CENIT, 2026).

4.3.1. Programa de gestión de la fatiga y fundamentos organizacionales

De acuerdo con el Programa de Gestión de la Fatiga de CENIT, la fatiga laboral se define como un estado de disminución temporal de la capacidad física y cognitiva del trabajador, asociado a jornadas prolongadas, falta de descanso y condiciones laborales exigentes. Este estado afecta la concentración, la toma de decisiones y el desempeño operativo, incrementando el riesgo de errores e incidentes laborales. (CENIT, 2023).

El análisis documental realizado incluyó programas corporativos, protocolos de alerta temprana, manuales operacionales y diagnósticos de condiciones de salud desarrollados entre los años 2024 y 2026, relacionados con la gestión de la fatiga y el monitoreo del estado de alerta en trabajadores operativos. Dentro de esta revisión se identificó que el

programa estaba dirigido principalmente a conductores y operadores expuestos a jornadas y turnos con mayor probabilidad de afectación del descanso y la fatiga laboral.

Así mismo, se observó que el programa consideraba diferentes dimensiones de la fatiga, incluyendo fatiga física, mental, emocional y asociada al sueño, reconociendo que este fenómeno posee un origen multifactorial. De igual forma, el documento señaló que factores organizacionales como los turnos nocturnos, las jornadas extensas, la monotonía operacional, la alta carga cognitiva y la falta de pausas, así como factores individuales y ambientales, podían contribuir al deterioro del estado de alerta del trabajador. (CENIT, 2023).

Desde el punto de vista conceptual, el Programa de Gestión de la Fatiga de CENIT se fundamentó en modelos como el de carga de trabajo, el circadiano y el de demanda-control, los cuales explican cómo las exigencias laborales y las alteraciones de los ciclos de sueño pueden influir en el desarrollo de fatiga laboral. (CENIT, 2023).

Adicionalmente, la revisión documental evidenció que Cenit ha implementado un Programa de Prevención de la Fatiga que integra acciones de promoción, prevención y control. Entre las estrategias identificadas se encuentran la capacitación en higiene del sueño, manejo del estrés y regulación emocional; campañas de sensibilización sobre hábitos nutricionales asociados al descanso; pausas activas programadas y rutinas de estiramiento de cinco minutos; diseño de turnos rotativos con restricción de jornadas que excedan los límites legales; garantía de tiempos mínimos de descanso entre turnos; rotación de tareas y alternancia entre actividades de alta y baja demanda cognitiva para disminuir la exposición continua a la fatiga. Asimismo, el programa promueve hábitos saludables relacionados con la actividad física, la hidratación y la alimentación, complementados con actividades de bienestar dirigidas a los trabajadores

El programa incorpora herramientas tecnológicas de evaluación objetiva mediante pupilometría, utilizando el sistema Optovera para evaluar la respuesta pupilar ante estímulos lumínicos y detectar alteraciones asociadas a somnolencia y fatiga cognitiva. Este proceso incluye mediciones preoperacionales, generación de alertas tempranas y protocolos de seguimiento para trabajadores clasificados en alto riesgo. (CENIT, 2026)

Por otra parte, el diagnóstico de condiciones de salud ocupacional realizado por CENIT en 2024 analizó 1.242 exámenes médicos ocupacionales, identificando hallazgos relevantes relacionados con hábitos y condiciones de salud de la población trabajadora. Entre ellos, se encontró que el 67,8 % de la población presentó aumento anormal de peso y el 56,4 % reportó no realizar actividad física. Estos resultados sugieren la presencia de factores que podrían influir en el bienestar físico, la recuperación entre jornadas y el estado general de fatiga (CENIT, 2025).

4.3.2. Indicadores de ausentismo y salud ocupacional

El análisis de los registros de ausentismo laboral mostró un total de 1.315 eventos de incapacidad médica y una pérdida acumulada de 8.745 días laborales, con un promedio de 6,65 días de incapacidad por evento. Estos resultados reflejaron un impacto importante de las condiciones de salud sobre la disponibilidad laboral del personal. (CENIT, 2025).

Al revisar las principales causas de ausentismo, se encontró un predominio de enfermedades infecciosas (393 casos), traumatismos (233 casos), trastornos mentales (219 casos) y enfermedades osteomusculares (200 casos). Dentro de estos hallazgos, la presencia significativa de trastornos mentales y afecciones osteomusculares resultó

relevante en el contexto del estudio, debido a su posible relación con fatiga laboral, el estrés y la carga física asociada al trabajo por turnos.

Por otra parte, los registros permitieron identificar variables relevantes como la duración de incapacidades, los diagnósticos médicos clasificados bajo CIE-10, la edad y la antigüedad laboral. Estas variables complementaron el análisis de las condiciones de salud del personal y facilitaron una mejor comprensión de los factores asociados al bienestar de los trabajadores.

4.3.3. Diagnóstico de condiciones de salud 2023–2025

El análisis de los diagnósticos condiciones de salud correspondientes a los años 2023, 2024 y 2025, permitió identificar la permanencia de diferentes factores de riesgo físicos, metabólicos y psicosociales en la población trabajadora de Cenit. Estos diagnósticos fueron elaborados a partir de evaluaciones médicas ocupacionales periódicas, chequeos ejecutivos y exámenes de ingreso realizados al personal operativo y administrativo. (CENIT, 2024; CENIT, 2025).

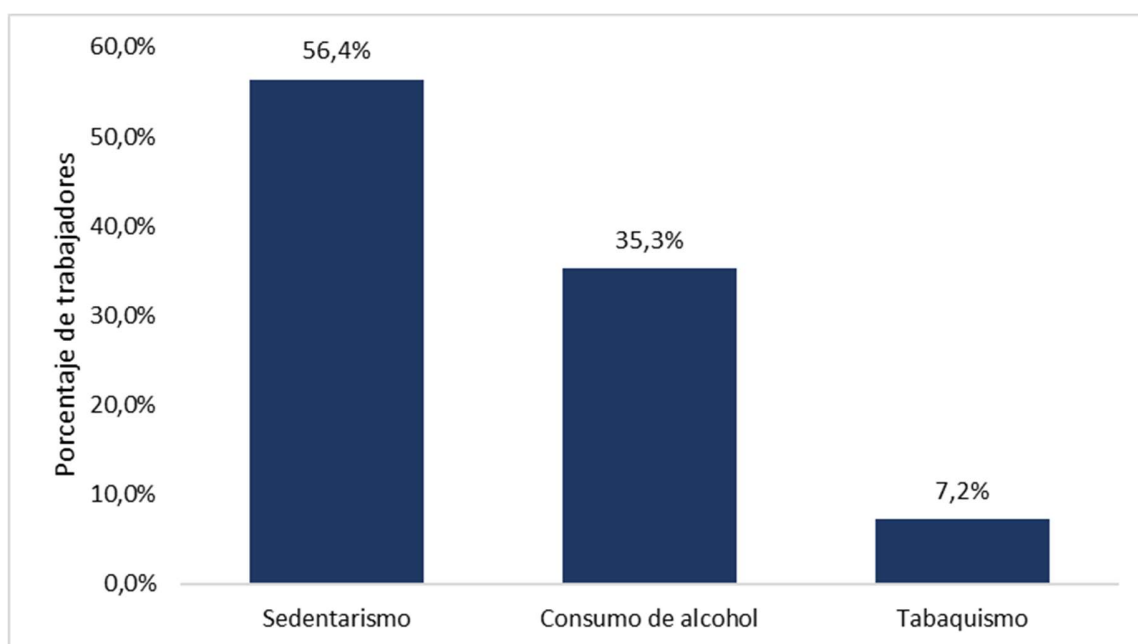
En 2023 se analizaron 1.079 evaluaciones médicas ocupacionales, en las que se identificó un predominio de población masculina (79%), así como una alta prevalencia de sobrepeso (50,5%), obesidad (15,5%) y riesgo cardiovascular aumentado en el 69% de la población evaluada. Además, se reportaron alteraciones del sueño, trastornos emocionales y enfermedades metabólicas, como dislipidemia, hipertensión arterial y diabetes, que representaron factores relevantes dentro de la gestión de la salud ocupacional.

Para el año 2024, el diagnóstico incluyó el análisis de 1.242 exámenes médicos ocupacionales, de los cuales el 85,8% correspondieron a evaluaciones periódicas. La población evaluada estuvo compuesta principalmente por trabajadores hombres (77,05%) y personal mayor de 40 años (60,6%).

En relación con los hábitos de vida, el 56,4% de la población reportó no realizar actividad física y el 67,8% presentó aumento anormal de peso, distribuyéndose entre sobrepeso y obesidad en diferentes grados. Estos hallazgos evidenciaron una importante presencia de factores asociados al sedentarismo y condiciones que podrían influir en el bienestar físico, los procesos de recuperación y el estado general de fatiga de los trabajadores. La distribución de los principales hábitos y factores de riesgo asociados al bienestar laboral identificados en la población evaluada se presenta en la Figura 6.

Figura 6.

Hábitos y factores de riesgo asociados al bienestar laboral en 2024.

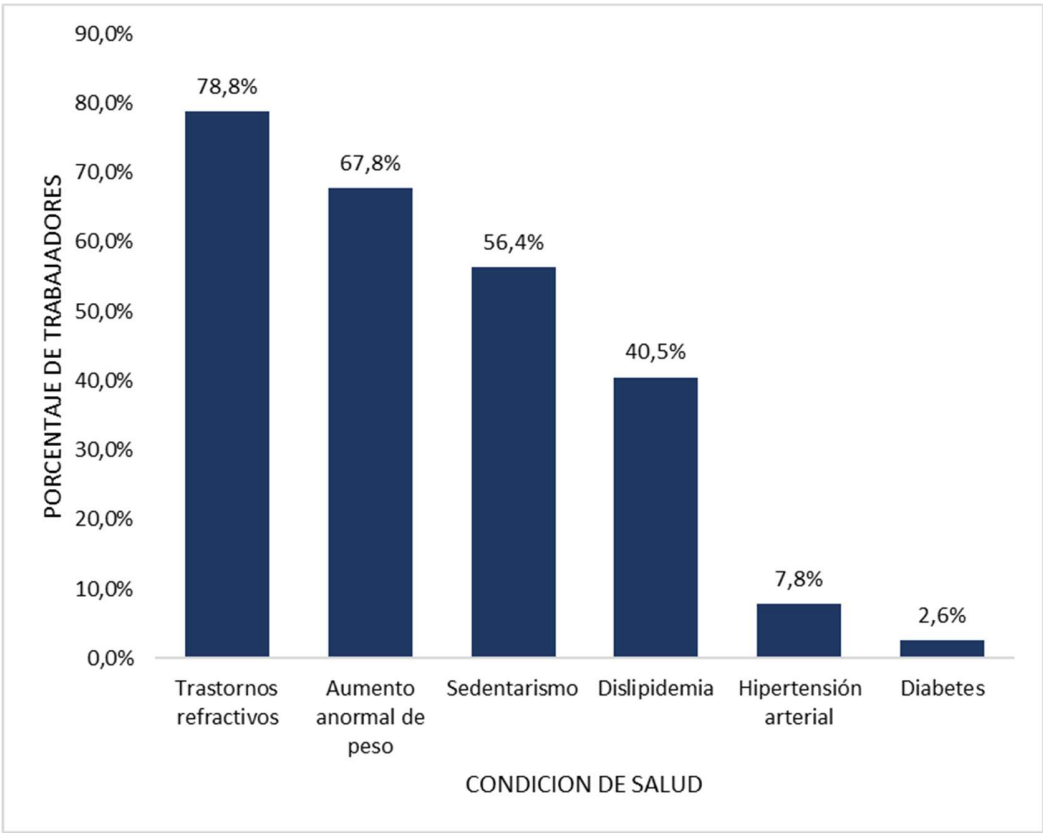


Nota. Elaboración propia a partir del diagnóstico de condiciones de salud CENIT 2024.

Además, el 40,5% de la población presentó dislipidemia, el 7,8% hipertensión arterial y el 2,6% diabetes, lo que evidenció una presencia importante de alteraciones metabólicas y factores de riesgo cardiovascular. Los principales hallazgos relacionados con condiciones de salud y factores metabólicos identificados en el diagnóstico ocupacional 2024 se presentan en la Figura 7.

Figura 7.

Principales condiciones de salud identificadas en el diagnóstico ocupacional 2024.



Nota. Elaboración propia a partir del diagnóstico de condiciones de salud CENIT 2024.

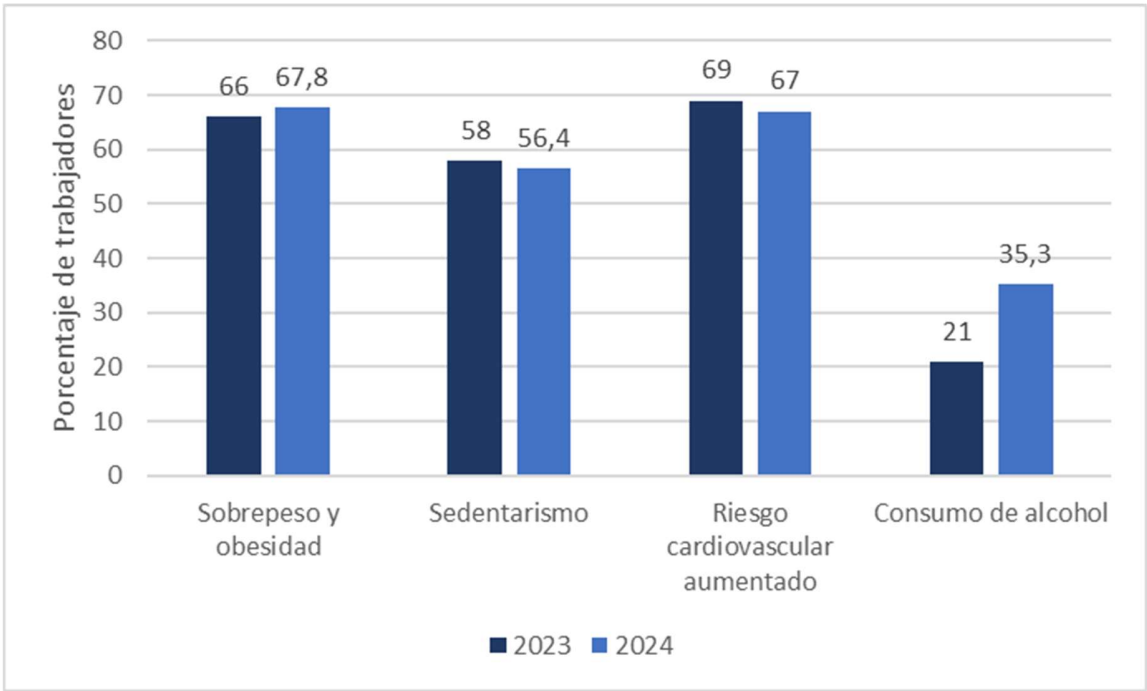
Desde el componente ocupacional, el 60,1% de la población evaluada pertenecía al área operativa, caracterizada por exposición a turnos, jornadas extendidas y demandas operacionales continuas. Por otra parte, los diagnósticos identificaron presencia de trastornos visuales refractivos en el 78,8% de la población y alteraciones auditivas en una proporción significativa de trabajadores expuestos a condiciones operacionales. (CENIT, 2025).

Para 2025, los reportes organizacionales mostraron la presencia de condiciones asociadas al sedentarismo, alteraciones metabólicas, ansiedad, insomnio, apnea del sueño y síntomas relacionados con fatiga física y mental, especialmente en trabajadores expuestos a dinámicas de trabajo continuo y turnos rotativos.

El análisis comparativo de los diferentes periodos permitió identificar que las alteraciones relacionadas con el sueño, el riesgo cardiovascular y la salud mental no correspondieron a eventos aislados, sino a condiciones persistentes en el tiempo, debido a que fueron reportadas de manera recurrente en los diagnósticos organizacionales de 2023, 2024 y 2025 (CENIT, 2024; CENIT, 2025; CENIT, 2026).

Figura 8.

Comparación de factores de riesgo identificados en los diagnósticos de salud 2023 y 2024.



Nota. Elaboración propia a partir de diagnósticos de condiciones de salud CENIT 2023–2024.

Estos hallazgos sugirieron una posible relación entre las dinámicas laborales asociadas a turnos rotativos y el deterioro progresivo del bienestar físico y mental de los trabajadores.

5. Análisis de resultados

Los hallazgos obtenidos permiten comprender la dinámica existente entre la fatiga, el descanso y el desempeño en el contexto de trabajo bajo turnos rotativos, al tiempo que evidencian la influencia de condiciones de salud y hábitos de vida del personal operativo.

En primer lugar, los resultados de la encuesta muestran una tendencia inversa entre el nivel de descanso y la fatiga percibida, lo que indica que mayores niveles de recuperación se asocian con menores niveles de cansancio. Este comportamiento es coherente con lo reportado en la literatura sobre la alteración de los ciclos de sueño en esquemas de turnos rotativos (Wu et al., 2022), y se ve reforzado por los datos organizacionales, donde se identificaron factores que podían afectar la calidad del descanso, como el incremento en el consumo de alcohol (21% en 2023 a 35% en 2025) y la presencia de sedentarismo en una proporción significativa de la población.

A partir de estos resultados, la relación entre descanso y fatiga no sólo responde a la organización de los turnos, sino también a condiciones individuales y hábitos de vida que influyen en la capacidad de recuperación del trabajador, lo cual evidencia la naturaleza multifactorial del fenómeno.

Por otro lado, la ausencia de una relación clara entre la fatiga y el desempeño observada en los resultados de la encuesta llama la atención. Aunque el 35% de los participantes reportó niveles altos de fatiga, los resultados no mostraron una disminución proporcional en los niveles de desempeño percibido; por el contrario, se observó una dispersión considerable entre ambas variables y una tendencia no concluyente en el análisis gráfico realizado. Aunque teóricamente se esperaría una disminución del rendimiento en presencia de fatiga (Dahlan & Widanarko, 2022), los datos obtenidos

muestran una dispersión considerable y una tendencia no concluyente. Una posible explicación es que algunos trabajadores mantengan niveles de desempeño aceptables a pesar del cansancio, debido a factores como la experiencia, la presión operativa o la cultura organizacional.

Este hallazgo cobra mayor importancia cuando se compara con la información institucional, donde se observa que, a pesar de la presencia de factores de riesgo como el exceso de peso ($\approx 67\%$ en los tres años analizados) y de condiciones clínicas como la hipertensión y la dislipidemia, la organización mantiene niveles funcionales de operación. Esto indica que la relación entre la fatiga y el desempeño no siempre se refleja de manera directa ni inmediata en todos los casos.

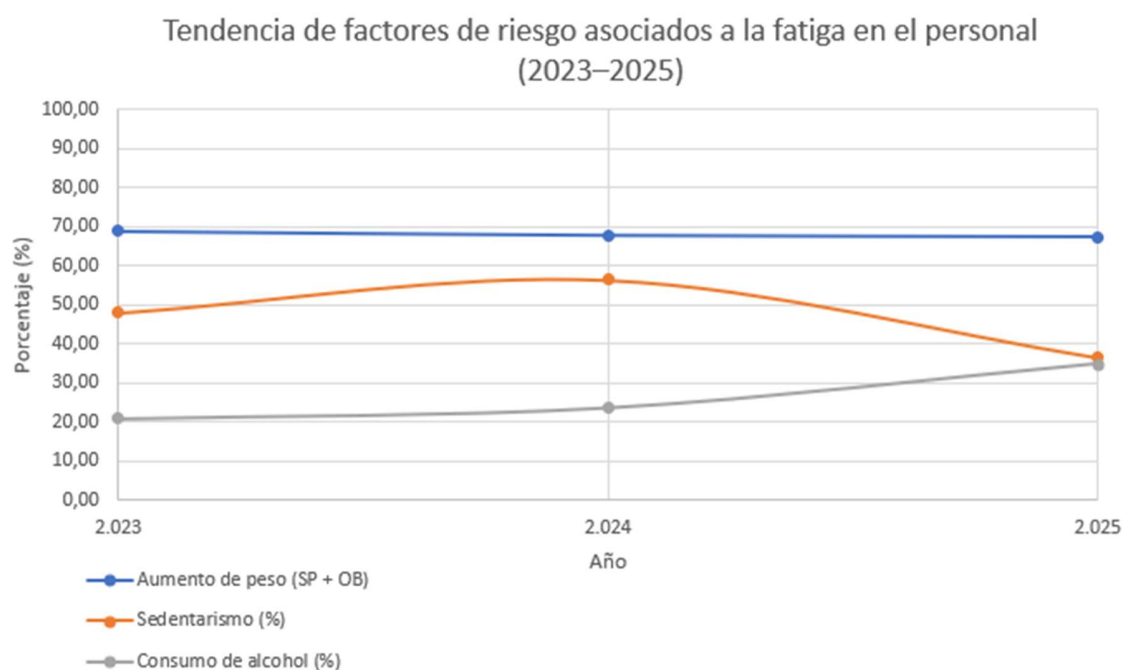
En relación con el análisis por grupos, el mayor nivel de fatiga observada en el personal con más experiencia podría estar relacionado con la exposición prolongada a esquemas de turnos rotativos. Este resultado también coincide con los diagnósticos de salud organizacionales, en los que se reportó la persistencia recurrente de factores de riesgo como el sobrepeso, el sedentarismo y algunas condiciones metabólicas, factores que podrían intensificar los efectos de la fatiga a largo plazo.

Asimismo, los resultados asociados a la capacitación en gestión de la fatiga mostraron que el personal que había recibido formación presentó menores niveles de cansancio. Este hallazgo fue consistente con los enfoques organizacionales implementados por la empresa, donde se desarrollaron programas de gestión de la fatiga orientados a la educación en hábitos de vida saludables, higiene del sueño y prevención de riesgos. Bajo esta perspectiva, la capacitación se configuró como un elemento clave para la mitigación de los efectos asociados a los turnos rotativos.

Con el fin de complementar este análisis, se presenta a continuación la tendencia de algunos factores de riesgo asociados a la fatiga en la población.

Figura 9.

Tendencia de factores de riesgo asociados a la fatiga en el personal (2023–2025)



Nota. Elaboración propia con base en diagnósticos de condiciones de salud (CENIT, 2024, 2025, 2026).

La Figura 9 muestra que el exceso de peso se mantuvo como una condición constante en la población trabajadora a lo largo de los tres años analizados, con valores cercanos al 67%–69% convirtiéndose en un factor de riesgo estructural. Por su parte, el sedentarismo disminuyó en 2025, lo que podría estar relacionado con una mejora en los hábitos de actividad física. Sin embargo, el consumo de alcohol aumentó, pasando de aproximadamente 21% en 2023 a 35% en 2025.

Estos resultados sugieren que, aunque se observaron avances en algunos hábitos saludables, también permanecieron o aparecieron otros factores de riesgo que podrían afectar la calidad del descanso y contribuir a la fatiga del personal operativo.

Además, la información obtenida de los exámenes ocupacionales también mostró condiciones que podrían influir de forma indirecta en la fatiga y el desempeño. Entre ellas, la alta prevalencia de alteraciones visuales (≈ 75 % de la población) podría estar relacionada con la presencia de fatiga visual, una condición que puede afectar la atención sostenida y el estado de alerta durante las actividades operativas. Por otra parte, las alteraciones auditivas y las condiciones cardiovasculares identificadas ponen de manifiesto la importancia de considerar la salud integral del trabajador al analizar su desempeño.

En este contexto, los resultados obtenidos muestran que la fatiga no depende únicamente de los turnos rotativos, sino también de la interacción entre factores individuales como los hábitos de vida y las condiciones de salud, y con factores organizacionales como la capacitación, la cultura de seguridad y gestión del riesgo. De igual manera, se observó la importancia de complementar las mediciones subjetivas de fatiga obtenidas mediante la encuesta con herramientas de evaluación objetiva, como las implementadas por la organización mediante tecnologías de medición del estado de alerta.

En conjunto, los hallazgos de esta investigación indican que el descanso estuvo relacionado con menores niveles de fatiga percibida, mientras que la relación entre la fatiga y el desempeño no mostró un comportamiento claro y pareció estar influenciada

por múltiples factores. A partir de estos resultados, se considera conveniente abordar la gestión de la fatiga desde una perspectiva integral, incorporando acciones relacionadas con la organización de los turnos, la promoción de hábitos saludables, el fortalecimiento de los programas de capacitación y el uso de herramientas de monitoreo continuo del estado de los trabajadores.

5.1. Análisis correlacional entre resultados de encuesta e indicadores organizacionales

Con el propósito de identificar posibles asociaciones entre la percepción de fatiga del personal y los indicadores organizacionales suministrados por CENIT, se realizó un análisis correlacional utilizando el coeficiente de correlación de Spearman (ρ). Esta prueba estadística fue seleccionada debido a que las variables analizadas provenían de escalas ordinales tipo Likert y de categorías de frecuencia codificadas numéricamente, por lo cual no se asumió una distribución normal de los datos.

El análisis permitió relacionar variables subjetivas como fatiga percibida, somnolencia, calidad del descanso, concentración y desempeño laboral, con indicadores organizacionales asociados a salud ocupacional, ausentismo y condiciones clínicas reportadas en los diagnósticos organizacionales.

Los resultados evidenciaron una relación inversa entre descanso y fatiga, observándose que los participantes con menores niveles de descanso tendieron a reportar mayores niveles de fatiga percibida. Por otra parte, se identificó coherencia entre los hallazgos de la encuesta y los diagnósticos organizacionales, particularmente en variables relacionadas con sedentarismo, alteraciones del sueño, aumento anormal de peso y factores de riesgo cardiovascular.

De igual manera, la presencia de síntomas asociados con fatiga física y mental reportados en la encuesta guardó relación con los registros organizacionales de ausentismo relacionados con trastornos mentales, enfermedades osteomusculares y condiciones asociadas al bienestar y la recuperación del trabajador. Aunque no se identificó una relación concluyente entre fatiga y desempeño laboral percibido, sí se evidenció una tendencia consistente entre la disminución del descanso y el incremento de la fatiga en la población evaluada.

5.1.1. Correlación entre fatiga y concentración laboral

La correlación más relevante encontrada en el estudio correspondió a la relación entre la percepción de fatiga durante el turno (C1) y la afectación de la concentración laboral (C2), para la cual se obtuvo un coeficiente de Spearman de $\rho = 0.868$, lo que representó una correlación positiva muy fuerte.

Este resultado mostró que, a medida que aumentan los niveles de fatiga percibida por los trabajadores, también aumentó la percepción de disminución de la concentración durante la jornada laboral. En el contexto de esta investigación, este resultado fue de especial relevancia, ya que las actividades desarrolladas en la estación Tocancipá requieren altos niveles de atención, monitoreo constante, toma de decisiones rápidas y control de variables críticas dentro del proceso de transporte y almacenamiento de hidrocarburos.

La relación observada entre la fatiga y la concentración coincidió con la literatura científica revisada, en la que diversos autores describen que la fatiga asociada a turnos prolongados y rotativos afecta funciones cognitivas como la atención sostenida, el tiempo de reacción y la capacidad de respuesta frente a eventos operacionales. En conjunto,

estos resultados resaltan la importancia de incluir la gestión de la fatiga como parte de las estrategias orientadas a fortalecer la seguridad operacional.

5.1.2. Correlación entre fatiga y desempeño laboral

Otra de las correlaciones más relevantes obtenidas correspondió a la relación entre la fatiga laboral (C1) y la percepción de disminución del desempeño durante el turno (C3), para la cual se obtuvo un coeficiente de Spearman de $\rho = 0.680$, correspondiente a una correlación positiva fuerte.

Los resultados mostraron que mayores niveles de cansancio físico y mental estuvieron acompañados de una mayor percepción de disminución del rendimiento laboral. Este resultado fue de especial interés en entornos operacionales continuos como la industria O&G, donde el desempeño humano influye directamente en la continuidad operacional, la productividad y la reducción de errores.

La relación entre fatiga y desempeño ha sido descrita en investigaciones internacionales relacionadas con trabajo por turnos, las cuales indican que la acumulación de fatiga afecta la eficiencia cognitiva, la velocidad de procesamiento de información y la capacidad para mantener niveles constantes de atención durante jornadas prolongadas. (Dahlan & Widanarko, 2022; Wu et al., 2022).

En el contexto de Tocancipá, este hallazgo mostró que la fatiga laboral no solo representa un problema asociado al bienestar individual, sino que también podría influir en variables organizacionales relacionadas con la productividad, la eficiencia operacional y la gestión del riesgo humano.

5.1.3. Correlación entre fatiga y toma de decisiones seguras

El análisis entre la percepción de fatiga durante el turno (C1) y la percepción de afectación en la toma de decisiones seguras (C4) mostró un coeficiente de Spearman de $\rho = 0.422$, correspondiente a una correlación positiva moderada.

Aunque la intensidad de esta relación fue menor en comparación con las correlaciones anteriores, el resultado fue importante desde el punto de vista de la seguridad industrial y operacional. La relación identificada mostró que el aumento de la fatiga está relacionado con procesos cognitivos asociados al juicio, la toma de decisiones y la capacidad de reacción frente a condiciones críticas de operación.

En actividades relacionadas con hidrocarburos, donde la operación depende del cumplimiento estricto de procedimientos y del control permanente de riesgos, incluso correlaciones moderadas pueden tener implicaciones relevantes, especialmente cuando involucran variables asociadas con la seguridad operacional.

Este resultado coincide con modelos internacionales de gestión de fatiga utilizados en industrias de operación continua, donde el deterioro cognitivo asociado al cansancio se considera un factor precursor de incidentes, errores humanos y eventos operacionales. (Dahlan & Widanarko, 2022; Wu et al., 2022).

5.1.4. Correlación entre descanso entre turnos y fatiga laboral

La relación entre descanso entre turnos (B1) y fatiga laboral (C1) presentó un coeficiente de Spearman de $\rho = -0.073$, correspondiente a una correlación negativa muy débil.

Aunque teóricamente se esperaba una relación más fuerte entre ambas variables, los resultados obtenidos sugirieron que la percepción de fatiga puede depender de múltiples

factores adicionales al tiempo de descanso percibido por el trabajador. Entre estos factores podrían incluirse condiciones individuales de sueño, adaptación fisiológica a los turnos, hábitos personales, carga mental, antigüedad laboral y tolerancia individual al trabajo nocturno.

Por otra parte, el tamaño reducido de la muestra pudo limitar la capacidad estadística para detectar relaciones más robustas entre variables organizacionales y percepción subjetiva de fatiga.

5.1.5. Correlación entre pausas laborales y fatiga

La correlación entre la posibilidad de realizar pausas durante el turno (B3) y la percepción de fatiga laboral (C1) presentó un coeficiente de $\rho = -0.108$, correspondiente a una correlación negativa débil.

Este resultado indica que, aunque se observó una ligera tendencia a que mayores oportunidades de pausa se relacionen con menores niveles de fatiga, la relación encontrada no fue fuerte dentro de la población analizada.

No obstante, desde el punto de vista organizacional, las pausas activas y los periodos de recuperación continuaron siendo estrategias ampliamente recomendadas dentro de los programas de gestión de fatiga, particularmente en operaciones de larga duración y turnos continuos.

5.1.6. Correlación entre fatiga y somnolencia durante el turno

La relación entre fatiga laboral (C1) y somnolencia durante el turno (F2) presentó un coeficiente de Spearman de $\rho = 0.175$, correspondiente a una correlación positiva muy débil.

Aunque algunos trabajadores con mayores niveles de fatiga reportaron también mayor frecuencia de somnolencia, la relación no fue fuerte dentro de la muestra analizada. Este comportamiento pudo explicarse debido a que la somnolencia depende de múltiples variables individuales, incluyendo calidad del sueño, adaptación al trabajo nocturno, hábitos de descanso, consumo de cafeína y diferencias fisiológicas entre trabajadores.

A pesar de ello, la somnolencia continuó siendo un indicador relevante dentro de los programas de gestión de fatiga, especialmente en actividades donde el mantenimiento del estado de alerta resultó crítico para la seguridad operacional.

Tabla 10.

Correlaciones de Spearman entre variables asociadas a fatiga laboral, desempeño y seguridad operacional en el personal operativo de la estación Tocancipá

Variables analizadas	Coefficiente de Spearman (ρ)	Intensidad de la correlación	Interpretación
Fatiga durante el turno (C1) ↔ Afectación de la concentración (C2)	0.868	Muy fuerte positiva	A mayor fatiga, mayor afectación en la concentración laboral.
Fatiga durante el turno (C1) ↔ Disminución del desempeño laboral (C3)	0.680	Fuerte positiva	El incremento de la fatiga se relaciona con una disminución del desempeño durante la jornada laboral.
Fatiga durante el turno (C1) ↔ Afectación en decisiones seguras (C4)	0.422	Moderada positiva	El aumento de la fatiga podría influir sobre la toma de decisiones seguras durante la operación.

Fatiga durante el turno (C1) ↔ Somnolencia durante el turno (F2)	0.175	Muy débil positiva	Aunque algunos trabajadores reportaron simultáneamente fatiga y somnolencia, la relación encontrada fue débil.
Descanso entre turnos (B1) ↔ Fatiga durante el turno (C1)	-0.073	Muy débil negativa	La relación entre descanso percibido y fatiga no fue significativa dentro de la muestra analizada.
Pausas laborales durante el turno (B3) ↔ Fatiga durante el turno (C1)	-0.108	Débil negativa	La posibilidad de realizar pausas mostró una ligera tendencia a relacionarse con menor fatiga laboral.

Fuente: Elaboración propia basada en el análisis correlacional de las variables evaluadas en la encuesta aplicada al personal operativo (2026).

Los resultados obtenidos evidenciaron que las correlaciones más fuertes se presentaron entre la fatiga laboral y variables asociadas al desempeño cognitivo y operativo. La relación más significativa correspondió a la asociación entre fatiga y afectación de la concentración laboral ($p = 0.868$), lo que sugirió que el incremento de la fatiga podría influir directamente sobre la capacidad de atención y concentración de los trabajadores durante la jornada.

De igual manera, se identificó una correlación positiva fuerte entre fatiga y disminución del desempeño laboral ($p = 0.680$), lo que indicó que el cansancio físico y mental podría impactar la percepción del rendimiento operativo durante los turnos prolongados.

Por otra parte, la correlación moderada encontrada entre fatiga y afectación en la toma de decisiones seguras ($p = 0.422$) fue especialmente importante en contextos de

operación continua y manejo de hidrocarburos, donde el estado de alerta y la capacidad de respuesta constituyeron factores fundamentales para la seguridad operacional.

En contraste, variables relacionadas con descanso entre turnos, pausas laborales y somnolencia presentaron correlaciones débiles o muy débiles. Aunque estos resultados no mostraron asociaciones fuertes dentro de la muestra analizada, estas variables continuaron siendo relevantes desde el punto de vista de la gestión de la fatiga y la salud ocupacional, teniendo en cuenta el carácter multifactorial del cansancio laboral y las limitaciones derivadas del tamaño de la muestra.

5.1.7. Triangulación de información con indicadores organizacionales de CENIT

Posteriormente al análisis correlacional, se realizó una triangulación de información entre los resultados obtenidos en la encuesta aplicada al personal operativo, los indicadores organizacionales suministrados por CENIT y la evidencia científica revisada durante el desarrollo del estudio.

La triangulación tuvo como objetivo fortalecer la interpretación de los resultados y validar si las tendencias identificadas en la percepción de los trabajadores eran coherentes con los hallazgos organizacionales de la compañía.

Es importante señalar que los datos suministrados por CENIT corresponden a información agregada institucional y no a registros individuales trabajador por trabajador. Por este motivo, metodológicamente no fue posible aplicar correlaciones directas mediante Spearman entre las respuestas de la encuesta y los indicadores organizacionales. Por ello, los datos institucionales se utilizaron como elementos comparativos y de validación de los hallazgos obtenidos.

Dentro de la información organizacional analizada se encontraron resultados relacionados con ausentismo laboral, condiciones osteomusculares, alteraciones del sueño, trastornos emocionales y factores de riesgo psicosocial. Los registros institucionales mostraron diagnósticos asociados a trastornos mentales, alteraciones del sueño, fatiga física y condiciones musculoesqueléticas, aspectos que fueron consistentes con las relaciones encontradas entre fatiga, concentración, desempeño y seguridad operacional.

Por otra parte, los informes de ausentismo registraron un número importante de eventos asociados a condiciones osteomusculares y enfermedades comunes, los cuales podrían estar relacionados, de forma indirecta, con las exigencias físicas y cognitivas derivadas del trabajo por turnos prolongados.

La triangulación de la información mostró concordancia entre las tres fuentes de información utilizadas en el estudio:

1. Resultados de la encuesta aplicada al personal operativo.
2. Indicadores organizacionales y diagnósticos de salud suministrados por CENIT.
3. Evidencia científica nacional e internacional sobre fatiga laboral y turnos rotativos.

En conjunto, los hallazgos obtenidos sugirieron que la fatiga laboral en esquemas de turnos prolongados no solo representó una percepción subjetiva de los trabajadores, sino un fenómeno con posibles implicaciones sobre el desempeño cognitivo, la seguridad operacional, la salud ocupacional y la continuidad operativa.

Por otra parte, los resultados mostraron la conveniencia de fortalecer estrategias organizacionales orientadas a la gestión de fatiga, incluyendo programas de higiene del

sueño, pausas activas, monitoreo del estado de alerta, rediseño de jornadas laborales y fortalecimiento de la cultura organizacional frente al riesgo asociado al cansancio laboral.

Dentro de los documentos organizacionales analizados se encontraron resultados relacionados con ausentismo laboral, trastornos del sueño, condiciones osteomusculares y afectaciones en salud mental.

En el informe estadístico de ausentismo se reportaron aproximadamente 1.315 eventos de incapacidad laboral y cerca de 8.745 días perdidos, evidenciando una carga importante sobre la operación y la salud de los trabajadores.

De igual manera, en los diagnósticos de condiciones de salud se identificaron aproximadamente:

- 219 casos asociados a trastornos mentales y del comportamiento.
- 200 casos relacionados con enfermedades osteomusculares.
- Presencia de alteraciones del sueño, apnea e insomnio.
- Incremento de factores de riesgo cardiovascular asociados al sobrepeso y la obesidad.

Por otra parte, los diagnósticos organizacionales evidenciaron que cerca del 69 % de la población evaluada presentaba sobrepeso u obesidad y alrededor del 50 % no realizaba actividad física regular, factores que podrían influir sobre la recuperación fisiológica, la calidad del descanso y la percepción de fatiga laboral.

Estos hallazgos organizacionales fueron consistentes con las correlaciones obtenidas en la encuesta aplicada al personal operativo, particularmente con la fuerte relación

identificada entre fatiga y afectación de la concentración ($p = 0.868$), así como con la relación entre fatiga y disminución del desempeño laboral ($p = 0.680$).

La información triangulada mostró que la fatiga laboral no constituyó únicamente una percepción subjetiva de los trabajadores, sino un fenómeno que podría relacionarse con alteraciones cognitivas, disminución del rendimiento operativo y afectaciones en salud ocupacional observadas por la organización.

Asimismo, la correlación moderada identificada entre fatiga y toma de decisiones seguras ($p = 0.422$) fue consistente con los modelos organizacionales de gestión de fatiga implementados en industrias de operación continua, donde el deterioro del estado de alerta y la disminución de la atención sostenida son considerados factores de riesgo para incidentes operacionales.

5.2. Sesgos y limitaciones del estudio

El presente estudio tuvo algunas limitaciones metodológicas que debieron tenerse en cuenta al interpretar los resultados obtenidos. En primer lugar, la investigación se desarrolló bajo un enfoque transversal y descriptivo-correlacional, lo cual permitió identificar asociaciones entre variables, pero no establecer relaciones causales definitivas entre la fatiga laboral y las condiciones de salud analizadas.

Por otra parte, parte de la información recolectada se obtuvo mediante encuestas de percepción aplicadas al personal operativo, por lo que las respuestas dependieron de la experiencia y apreciación individual de cada participante. Variables como fatiga, calidad del sueño, somnolencia y desempeño laboral pudieron verse influenciadas por factores personales, emocionales y contextuales propios de cada trabajador.

También se reconoció que algunos participantes pudieron sentir reserva o preocupación al responder ciertas preguntas relacionadas con fatiga, concentración, descanso o desempeño laboral, especialmente por tratarse de un entorno organizacional asociado a seguridad operacional. Esta situación pudo haber influido en que algunas respuestas fueran más conservadoras o menos precisas frente a la percepción real del trabajador.

Con el fin de disminuir este riesgo, la encuesta se aplicó de forma completamente anónima, sin solicitar nombres, documentos de identificación, correos electrónicos ni información que permitiera identificar individualmente a los participantes. Además, los resultados se analizaron únicamente de manera agregada y con fines académicos, garantizando la confidencialidad de la información suministrada.

Por último, algunos de los datos organizacionales suministrados por CENIT correspondieron a información agregada proveniente de diagnósticos de salud ocupacional y registros de ausentismo, lo cual limitó la posibilidad de establecer relaciones individuales directas entre cada trabajador y sus condiciones clínicas específicas. No obstante, estos insumos permitieron fortalecer el análisis integral de la fatiga laboral mediante la integración de información clínica, organizacional y perceptual.

6. Propuesta estratégica para la gestión integral de la fatiga laboral

6.1. Situación actual

A partir de los resultados obtenidos en la investigación, se identificó que la fatiga laboral en el personal operativo bajo turnos rotativos corresponde a un fenómeno complejo y multifactorial. Si bien los niveles promedio de fatiga se ubicaron en un rango bajo a moderado (2.90), el análisis mostró que un 35% del personal presentó niveles altos de cansancio, constituyendo un grupo relevante dentro de la operación.

De manera similar, los resultados mostraron una relación consistente entre el nivel de descanso y la fatiga percibida, lo que indicó que condiciones adecuadas de recuperación contribuyen a la disminución del cansancio. Sin embargo, no se identificó una relación clara entre la fatiga y el desempeño operativo, cuyo promedio fue de 3,15, lo que podría estar relacionado con la existencia de mecanismos de compensación o factores organizacionales que permiten mantener niveles funcionales de operación.

El análisis de información institucional mostró la persistencia de factores de riesgo asociados a la salud, tales como el exceso de peso (67,8%), el sedentarismo (56,4%) y el incremento en el consumo de alcohol (35,3%), los cuales podrían influir en la calidad del descanso y, en consecuencia, en la percepción de fatiga. A esto se sumaron condiciones como alteraciones visuales refractivas (78,8%) y exposición continua a riesgos laborales, que podrían afectar la atención y el estado de alerta del trabajador.

En conjunto, estos elementos mostraron que la gestión de la fatiga en la organización no podía abordarse únicamente desde la organización de los turnos, sino que requería una intervención integral que contemple factores operativos, individuales y organizacionales.

6.2. Oportunidades de mejora

A partir del diagnóstico realizado, se identificaron diferentes oportunidades de mejora orientadas a fortalecer la gestión integral de la fatiga laboral en el personal operativo bajo turnos rotativos. Los resultados obtenidos mostraron la necesidad de implementar acciones que no solo abordaran la organización de los turnos, sino también factores relacionados con la recuperación física, los hábitos de vida y la cultura organizacional.

En primer lugar, se identificó la necesidad de fortalecer la gestión del descanso entre turnos, promoviendo condiciones que favorezcan la recuperación efectiva del trabajador. Los resultados de la investigación evidenciaron una relación inversa entre descanso y fatiga, mostrando que los trabajadores con menores niveles de descanso tendían a presentar mayores niveles de cansancio percibido. A partir de ello, se consideró conveniente implementar estrategias asociadas a la higiene del sueño, tiempos adecuados de recuperación y pausas orientadas a disminuir la fatiga acumulada.

Asimismo, los diagnósticos organizacionales evidenciaron una alta prevalencia de sedentarismo, aumento anormal de peso y consumo de alcohol, factores que podrían afectar la calidad del descanso y el estado general de bienestar. Con base en estos resultados, se planteó como oportunidad de mejora la implementación de estrategias de promoción de hábitos saludables orientadas a fortalecer la actividad física, la alimentación balanceada y el autocuidado del trabajador.

También se identificó la importancia de consolidar y ampliar los programas de capacitación en gestión de la fatiga y cultura del descanso, considerando que el fortalecimiento del conocimiento y la sensibilización del personal podrían contribuir a la identificación temprana de síntomas asociados a cansancio físico y mental.

Por otro lado, la organización cuenta actualmente con herramientas tecnológicas de evaluación objetiva mediante pupilometría, las cuales representan una oportunidad importante para complementar la percepción subjetiva de fatiga reportada por los trabajadores. La integración de este tipo de herramientas dentro de los procesos operacionales puede fortalecer la detección temprana de alteraciones del estado de alerta y apoyar la toma de decisiones preventivas.

También resulta conveniente integrar la gestión de la fatiga dentro de la cultura de seguridad organizacional, promoviendo su reconocimiento como un riesgo relevante dentro de las operaciones continuas. Estas oportunidades muestran la conveniencia de avanzar hacia un enfoque preventivo, sistémico e integral en la gestión de la fatiga laboral.

Figura 10.

Principales oportunidades de mejora identificadas para la gestión de la fatiga laboral.



Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

6.3. Propuesta de solución

Con base en los hallazgos obtenidos en la investigación y en el análisis de la información organizacional suministrada por CENIT, se propone implementar un Programa Integral de Gestión de la Fatiga para el personal operativo de la estación Tocancipá, alineado con el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) y estructurado bajo el ciclo PHVA (Planear–Hacer–Verificar–Actuar).

La propuesta parte de la necesidad de abordar la fatiga laboral desde una perspectiva preventiva, sistémica e integral, considerando no solo la organización de los turnos, sino también factores relacionados con el descanso, hábitos de vida, las condiciones de salud, el monitoreo del estado de alerta y la cultura organizacional. Los resultados de la investigación mostraron relaciones importantes entre descanso y fatiga, así como la persistencia de factores asociados al bienestar físico y mental de los trabajadores, tales como sedentarismo, alteraciones metabólicas y síntomas asociados al cansancio físico y cognitivo.

La propuesta busca fortalecer las estrategias institucionales existentes mediante acciones dirigidas a la prevención de la fatiga, la promoción del bienestar y el fortalecimiento de la seguridad operacional. Para ello, incorpora herramientas de seguimiento, capacitación y mejora continua.

6.3.1. Ciclo PHVA (Planear – Hacer – Verificar – Actuar)

La propuesta estratégica se estructuró con base en el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), utilizando como insumos los resultados de, el análisis de la información y la priorización de los riesgos asociados a fatiga laboral. En la fase de planificación se definieron metas cuantificables, como la reducción de la proporción de trabajadores que reportaron altos niveles de fatiga o somnolencia durante el turno y la disminución de eventos tipo near-miss. Asimismo, se establecieron medidas operativas relacionadas con la organización del tiempo, las pausas o micro descansos, la formación en higiene del sueño, los responsables de cada acción, los recursos requeridos y el cronograma de implementación.

Las fases de ejecución, verificación y actuación se plantearon como parte de la implementación de la propuesta, contemplando actividades de capacitación, seguimiento

al cumplimiento de las acciones e indicadores asociados a la fatiga percibida, la somnolencia durante el turno, el ausentismo, los errores operativos, los eventos near-miss y la accidentabilidad. De igual forma, se propuso la estandarización de las acciones que demostraran mejores resultados, la implementación de medidas de mejora en el marco del SG-SST, con reporte al comité HSE y operaciones.,

Finalmente, se actuará estandarizando lo que funcione, corrigiendo desviaciones y programando una revisión periódica (p. ej., trimestral) en el marco del SG-SST, con reporte al comité HSE/Operaciones.

6.3.2. Matriz de riesgos en Seguridad y Salud en el Trabajo

La matriz de riesgos consistió en identificar y valorar los peligros asociados a fatiga laboral derivada de la organización del trabajo por turnos y las condiciones operativas en la estación Tocancipá (p. ej., condiciones de descanso entre turnos, carga de trabajo percibida, presencia de somnolencia durante la jornada, fatiga al final del turno y exposición a riesgos laborales).

Para cada peligro se estimaron la Probabilidad (P) y la Consecuencia (C) en una escala de 1 a 5, calculándose el nivel de riesgo $R = P \times C$ y representándoles en un mapa de calor que permitió visualizar los niveles de criticidad.

La valoración integró evidencia proveniente de los resultados de la encuesta aplicada al personal operativo (percepción de fatiga, somnolencia durante el turno, condiciones de descanso, síntomas asociados y cultura de seguridad), así como información institucional disponible en los registros HSE y operacionales de la estación (reportes de incidentes, casi incidentes y observaciones operativas), además del análisis

del proceso operativo, de acuerdo con los criterios establecidos en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

A partir de los riesgos priorizados se definieron controles siguiendo la jerarquía de control de riesgos, incluyendo medidas de ingeniería o ambientales, controles organizacionales o administrativos y estrategias de formación y sensibilización del personal. Cada control propuesto incluyó responsables, plazos de implementación e indicadores de verificación. Finalmente, la matriz se planteó como una herramienta de apoyo para el seguimiento y la mejora continua de la gestión del riesgo asociado a la fatiga laboral.

6.3.3. Componente 1: Gestión del tiempo de trabajo y descanso

Este componente busca fortalecer las condiciones de recuperación física y mental del trabajador mediante estrategias orientadas a optimizar la organización del tiempo de trabajo y descanso. Los resultados obtenidos mostraron que los trabajadores con menores niveles de recuperación tendieron a presentar mayores niveles de cansancio percibido.

Como parte de este componente, se propone revisar y ajustar la programación de turnos, priorizando esquemas de rotación progresiva que favorezcan la adaptación fisiológica y reduzcan la fatiga acumulada. También se propone definir tiempos mínimos de descanso entre jornadas, implementar pausas activas durante el turno y promover espacios de micro descanso cuando las condiciones operacionales lo permitan.

6.3.4. Componente 2: Promoción de hábitos saludables

Los diagnósticos organizacionales mostraron una alta prevalencia de sedentarismo, aumento anormal de peso y consumo de alcohol en la población evaluada, factores que podrían afectar la calidad del descanso, el bienestar físico y la recuperación entre jornadas laborales.

Con base en los resultados, se propone fortalecer estrategias de promoción de hábitos saludables orientadas al personal operativo, incluyendo programas de actividad física, campañas de educación en higiene del sueño y acciones de sensibilización sobre el impacto del consumo de alcohol y otros hábitos de riesgo sobre el descanso y la fatiga laboral. Estas actividades podrán articularse con los programas de vigilancia epidemiológica y bienestar organizacional existentes dentro del SG-SST.

6.3.5. Componente 3: Capacitación en gestión de la fatiga

Este componente busca fortalecer el conocimiento y la sensibilización del personal frente a la identificación temprana de síntomas asociados a fatiga física, la fatiga mental y la somnolencia. La formación del trabajador constituye un elemento clave para promover conductas de autocuidado y fortalecer la cultura preventiva dentro de la organización.

Se propone desarrollar procesos periódicos de capacitación orientados a la identificación de signos de fatiga, estrategias de manejo del cansancio, higiene del sueño y relación entre fatiga, seguridad y desempeño operativo. También se propone fortalecer la participación de líderes operativos y supervisores en actividades de sensibilización y acompañamiento.

6.3.6. Componente 4: Monitoreo y medición

Con el fin de fortalecer la detección temprana de factores asociados a fatiga laboral, se propone implementar mecanismos periódicos de seguimiento y monitoreo del estado de alerta de los trabajadores.

Las acciones propuestas se incluyen la aplicación periódica de encuestas de fatiga y descanso, seguimiento de indicadores asociados a ausentismo y los eventos operacionales, así como la incorporación de herramientas objetivas para la medición del estado de alerta, como la pupilometría implementada mediante el sistema Optovera. La información obtenida contribuirá a fortalecer la toma de decisiones y la gestión preventiva del riesgo asociado a fatiga laboral.

6.3.7. Componente 5: Cultura organizacional y reporte

La gestión de la fatiga debe consolidarse como un elemento transversal dentro de la cultura de seguridad organizacional. Para ello, se propone fortalecer estrategias que promuevan el reconocimiento de la fatiga como un riesgo relevante dentro de las operaciones continuas y faciliten su reporte oportuno.

Entre las acciones propuestas se incluye la promoción de entornos de confianza donde el trabajador pueda reportar síntomas asociados a cansancio o disminución del estado de alerta sin temor a represalias. También se propone incorporar la fatiga dentro de los análisis de incidentes, investigaciones operacionales y procesos de gestión del riesgo.

6.3.8. Impacto esperado

La implementación de este programa permitirá fortalecer la gestión preventiva de la fatiga laboral en el personal operativo y fortalecer la calidad del descanso y los procesos de recuperación entre jornadas. Con su aplicación, se espera disminuir la probabilidad de eventos asociados a errores humanos, fortalecer el bienestar organizacional y promover una cultura de seguridad orientada a la prevención y el autocuidado.

La propuesta también facilitará la generación de información continua para la toma de decisiones relacionadas con salud ocupacional, desempeño operacional y gestión del talento humano. De esta manera, favorecerá los procesos de mejora continua dentro de la organización.

Tabla 11.

Propuesta estratégica para la gestión integral de la fatiga laboral en la estación Tocancipá

Componente	Objetivo	Acciones propuestas	Indicadores
Gestión descanso	Mejorar recuperación	Ajuste turnos, pausas	Nivel fatiga
Hábitos saludables	Reducir factores riesgo	Actividad física	Sedentarismo
Capacitación	Sensibilizar personal	Formación periódica	Participación
Monitoreo	Detectar fatiga	Encuestas/pupilometría	Alertas

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación y diagnósticos organizacionales de CENIT. (2026).

7. Discusión y Conclusiones

7.1. Discusión

Los hallazgos obtenidos permitieron analizar la relación entre la fatiga, el descanso y el desempeño en el contexto de trabajo bajo turnos rotativos, evidenciando que se trata de un fenómeno complejo y multifactorial que no puede explicarse únicamente desde la organización del tiempo de trabajo.

En primer lugar, los resultados evidenciaron una asociación consistente entre el nivel de descanso y la fatiga percibida, lo cual es coherente con lo planteado en la literatura sobre los efectos de los turnos rotativos en la alteración de los ciclos de sueño y la recuperación del trabajador (Wu et al., 2022). En la población evaluada, el nivel promedio de descanso fue de 3,75, mientras que el nivel promedio de fatiga correspondió a 2,90. Además, se identificó que el 35% de los trabajadores presentó niveles altos de fatiga. Como se observa en la Figura 2, los participantes con mayores niveles de descanso tendieron a reportar menores niveles de fatiga percibida. Este resultado resalta la importancia del descanso como uno de los factores asociados a la percepción de fatiga en el personal operativo. En el contexto de la industria Oil & Gas, donde las operaciones se desarrollan de manera continua y las actividades demandan altos niveles de atención, este hallazgo respalda la necesidad de fortalecer estrategias orientadas a la recuperación entre jornadas y la gestión preventiva de la fatiga. De igual forma, coincide con estudios previos que destacan la alteración de los ciclos de sueño y la recuperación insuficiente como factores relacionados con el incremento de la fatiga en trabajadores expuestos a turnos rotativos (Wu et al., 2022).

A partir de ello, se identificó que la calidad y suficiencia del descanso constituyeron elementos clave en la gestión de la fatiga laboral, lo que reforzó la necesidad de considerar no sólo la duración de los turnos, sino también las condiciones de recuperación entre jornadas.

Por otra parte, la relación entre la fatiga y el desempeño operativo constituyó uno de los hallazgos más relevantes del estudio. Aunque la literatura ha descrito que el incremento de la fatiga suele asociarse con disminución del rendimiento laboral y aumento del error humano (Dahlan & Widanarko, 2022), en la presente investigación los resultados mostraron un comportamiento más disperso entre ambas variables.

Si bien se identificó una correlación positiva fuerte entre fatiga y disminución del desempeño laboral ($p = 0.680$), como se evidencia en la Tabla 10, el análisis gráfico presentado en la Figura 3 mostró que algunos trabajadores mantenían niveles funcionales de desempeño aun reportando niveles altos de fatiga. Este comportamiento podría estar relacionado con factores como la experiencia laboral, la presión operativa, la cultura organizacional y la adaptación al trabajo por turnos, los cuales podrían contribuir a mantener el rendimiento a pesar del cansancio físico y mental.

En operaciones continuas como las desarrolladas en la estación Tocancipá, la alta responsabilidad operacional y la necesidad de garantizar la continuidad del servicio podrían favorecer mecanismos de adaptación y autocontrol que contribuyan a disminuir la percepción inmediata de afectación en el desempeño. Sin embargo, esto no implica la ausencia de riesgo, ya que la fatiga podría manifestarse de forma progresiva mediante afectaciones en la concentración, el tiempo de reacción o la toma de decisiones seguras, aspectos que mostraron correlaciones importantes dentro del estudio.

Este comportamiento fue consistente con la información institucional, donde, a pesar de la presencia de factores de riesgo en la población trabajadora, tales como el exceso de peso, el sedentarismo y ciertas condiciones clínicas, no se evidenció una disminución proporcional en el desempeño operativo reportado por los trabajadores. Estos resultados mostraron que la relación entre la fatiga y el desempeño podría estar influenciada por variables individuales y organizacionales que contribuyen a mantener el rendimiento durante determinados periodos, aunque no implica la eliminación de los riesgos asociados a la fatiga en el mediano y largo plazo.

En relación con el análisis por grupos, el incremento de la fatiga en el personal con mayor experiencia reflejó diferencias progresivas entre categorías de antigüedad laboral. Como se observa en la Figura 4, los trabajadores con más de 15 años de experiencia presentaron los niveles promedio de fatiga más altos frente a los grupos con menor tiempo de permanencia en la organización. Este comportamiento podría estar relacionado con un efecto acumulativo derivado de la exposición prolongada a esquemas de turnos rotativos.

Este hallazgo coincidió con lo planteado en la literatura sobre los efectos crónicos de la fatiga laboral y las jornadas extendidas (McNamara & Robbins, 2023). En este sentido, la antigüedad laboral podría considerarse como un factor relevante dentro de la gestión del riesgo asociado a fatiga en contextos operacionales continuos.

Asimismo, los resultados asociados con la capacitación en gestión de la fatiga indicaron que el personal que ha recibido formación presenta menores niveles de cansancio, lo cual fue consistente con enfoques organizacionales orientados a la prevención. Estos resultados permitieron considerar que la gestión de la fatiga no solo

dependió de condiciones estructurales, sino también del nivel de conocimiento, sensibilización y apropiación del riesgo por parte de los trabajadores.

Por su parte, el análisis de los registros de ausentismo laboral registró un total de 1.315 eventos de incapacidad médica y una pérdida acumulada de 8.745 días laborales, con un promedio de 6,65 días por evento. Entre las principales causas se encontraron las enfermedades infecciosas, los traumatismos, los trastornos mentales y las afecciones osteomusculares, lo cual refleja una combinación de factores físicos y psicosociales que afectan la salud del trabajador. La frecuencia de los trastornos mentales y las alteraciones osteomusculares podría estar relacionada con la fatiga laboral, el estrés y las condiciones de trabajo, lo que respalda la conveniencia de abordar este fenómeno desde una perspectiva integral. (CENIT, 2023, 2024, 2025).

Los resultados obtenidos indicaron que la fatiga laboral en entornos de operación continua estuvo asociada a la interacción entre factores operativos, individuales y organizacionales. Con base en estos hallazgos, resultó conveniente abordar su gestión mediante un enfoque integral que incluyera la organización del trabajo, la promoción de hábitos saludables, la formación del personal y el uso de herramientas de monitoreo del estado de alerta.

Finalmente, los hallazgos obtenidos permiten evidenciar que las condiciones asociadas a la fatiga laboral identificadas en la estación Tocancipá no se limitaron a una problemática local, sino que sino que guardaron similitud con situaciones descritas en operaciones continuas bajo esquemas de turnos rotativos dentro de sectores como Oil & Gas, energía, transporte y logística industrial. Factores como la alteración de los ciclos de sueño, la exposición prolongada a jornadas rotativas, el desgaste acumulativo y las

afectaciones sobre el bienestar físico y mental han sido documentados en este tipo de contextos operacionales.

En consecuencia, los resultados respaldaron la necesidad de fortalecer la gestión de la fatiga en la estación Tocancipá, plantearon la conveniencia de implementar estrategias integrales y preventivas que puedan adaptarse a otras operaciones con características similares. Con base en estos hallazgos, la propuesta de mejora desarrollada en esta investigación integró acciones relacionadas con descanso, los hábitos saludables, la capacitación, el monitoreo y la cultura organizacional, con un enfoque sistémico orientado a la prevención del riesgo y al fortalecimiento de la seguridad operacional.

7.2. Conclusiones

Los resultados obtenidos en la presente investigación indicaron que la fatiga laboral en el personal operativo bajo turnos rotativos correspondió a un fenómeno complejo y multifactorial, influenciado no solo por la organización de los turnos, sino también por condiciones individuales, hábitos de vida y factores organizacionales.

En relación con el primer objetivo específico, orientado a caracterizar los niveles de fatiga, descanso y desempeño del personal operativo, se encontró que, aunque los niveles promedio de fatiga se ubicaron en un rango bajo a moderado, existió un grupo significativo de trabajadores (35%) que presentó niveles altos de cansancio. El descanso es percibido en niveles intermedios-altos, mientras que el desempeño se mantuvo en un nivel medio, lo que reflejó una variabilidad importante dentro de la población estudiada.

Respecto al segundo objetivo, relacionado con el análisis de la relación entre las variables estudiadas, se encontró que existió una asociación clara entre el nivel de descanso y la fatiga percibida, de manera que existió una asociación entre el nivel de

descanso y la fatiga percibida, de manera que mejores condiciones de recuperación se asociaron con menores niveles de cansancio. También se identificó una correlación positiva fuerte entre la fatiga y la disminución del desempeño laboral ($\rho = 0,680$). No obstante, el análisis gráfico mostró que esta relación no fue uniforme en todos los participantes, por lo que el comportamiento observado podría estar influenciado por factores, como la experiencia laboral, la cultura organizacional o la presión operativa. Con base en estos resultados, la hipótesis se confirmó parcialmente, ya que se corroboró la relación entre descanso y fatiga, y se identificó una asociación entre fatiga y el desempeño, cuya expresión varió entre los trabajadores evaluados.

En cuanto al tercer objetivo, enfocado en identificar factores asociados a la fatiga, se encontró que variables como la experiencia laboral, la capacitación en gestión de la fatiga y las condiciones de salud del trabajador estuvieron relacionadas con la percepción de cansancio. En particular, los trabajadores con mayor trayectoria presentaron niveles más altos de fatiga, lo que sugiere un posible efecto acumulativo, así como menores niveles de fatiga en el personal que ha recibido capacitación, lo que evidencia el impacto positivo de las estrategias organizacionales de prevención.

El análisis de la información institucional también indicó que la fatiga laboral estuvo asociada con factores de salud y hábitos de vida, como el exceso de peso, el sedentarismo y el incremento en el consumo de alcohol, los cuales podrían afectar la calidad del descanso y el estado de alerta. Estos resultados coincidieron con la literatura revisada, que reconoce la interacción entre factores fisiológicos, conductuales y organizacionales en la generación de fatiga en contextos de trabajo por turnos.

En términos de implicaciones, los resultados respaldaron la necesidad de abordar la gestión de la fatiga desde un enfoque integral, que no se limite a la organización de los

turnos, sino que incorpore estrategias de promoción de la salud, capacitación del personal y herramientas de monitoreo del estado de alerta. Este aspecto es muy relevante en entornos operativos de alta exigencia, donde la fatiga puede representar un riesgo para la seguridad y la continuidad de la operación.

El estudio también presentó algunas limitaciones. En primer lugar, el tamaño de la muestra fue reducido, lo cual pudo limitar la generalización de los resultados. En segundo lugar, la información recolectada se basó en la percepción de los trabajadores, lo que pudo estar sujeta a sesgos subjetivos. Por último, la naturaleza transversal del estudio no permitió establecer relaciones causales entre las variables analizadas.

Los resultados del estudio también permitieron identificar oportunidades para futuras investigaciones orientadas a profundizar en el análisis de la fatiga laboral mediante el uso de herramientas objetivas de medición, como pupilometría, monitoreo del sueño y evaluación del estado de alerta en tiempo real. Como complemento, se plantea desarrollar estudios longitudinales que permitan analizar la evolución de la fatiga en trabajadores expuestos de manera prolongada a turnos rotativos, así como investigaciones comparativas entre diferentes estaciones u operaciones continuas del sector Oil & Gas.

Finalmente, este estudio también abrió la posibilidad de evaluar el impacto de programas integrales de gestión de la fatiga sobre variables como desempeño operativo, ausentismo, bienestar laboral, concentración y seguridad operacional, permitiendo fortalecer la toma de decisiones dentro de los sistemas de gestión organizacional. En conjunto, los resultados obtenidos aportan evidencia que puede apoyar el diseño de estrategias para la gestión de la fatiga en operaciones continuas y servir como referente

para futuras investigaciones y para la toma de decisiones dentro de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Referencias

- Asare, B. Y. A., Kwasnicka, D., Powell, D., & Robinson, S. (2021). Health and well-being of rotation workers in the mining, offshore oil and gas, and construction industry: a systematic review. *BMJ Global Health*, 6(7), 5112. <https://doi.org/10.1136/BMJGH-2021-005112>
- Benson, C., Dimopoulos, C., Argyropoulos, C. D., Varianou Mikellidou, C., & Boustras, G. (2021). Assessing the common occupational health hazards and their health risks among oil and gas workers. *Safety Science*, 140, 105284. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105284>
- Bhuanantanondh, P., Bandidcharoenlert, P., Jalayondeja, W., Jalayondeja, C., & Mekhora, K. (2021). Fatigue assessment among onshore oil rig shift workers in Thailand. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103137>
- Boivin, D. B., Boudreau, P., & Kosmadopoulos, A. (2022). Disturbance of the Circadian System in Shift Work and Its Health Impact. *Journal of Biological Rhythms*, 37(1), 3–28. <https://doi.org/10.1177/07487304211064218>
- CENIT Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S. (2026). Consentimiento informado para la evaluación del estado neurocognitivo mediante medición de reacción pupilar a la luz. Documento interno.
- CENIT Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S. (2024). Informe de diagnóstico de condiciones de salud derivado de los exámenes médicos de ingreso y periódicos realizados en el año 2023. Zona médica MR SAS.

CENIT Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S. (2025). Informe de diagnóstico de condiciones de salud derivado de los exámenes médicos ocupacionales realizados en el año 2024. Zona médica MR SAS.

CENIT Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S. (2026). Informe de diagnóstico de condiciones de salud derivado de los exámenes médicos ocupacionales realizados en el año 2025. Zona médica MR SAS.

Cenit Transporte y Logística de Hidrocarburos S. A. S. (2022). Informe integrado de gestión sostenible 2021. Cenit. <https://cenit-transporte.com/wp-content/uploads/2022/12/Informe-integrado-gestion-sostenible-2021.pdf>

CENIT Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S. (2023). *Programa de gestión de la fatiga (HSE-PR-22)*. Documento interno.

CENIT Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S. (2025). Programa de fatiga.

CENIT Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S. (2026). Programa de prevención de fatiga: Modelo Optovera – evaluación por pupilometría en industria Oil & Gas.

Congreso de Colombia. (2021, 15 de julio). Ley 2101 de 2021: Por medio de la cual se reduce la jornada laboral semanal, de manera gradual, sin disminuir el salario ni afectar los derechos adquiridos de los trabajadores. Diario Oficial No. 51.732. Departamento Administrativo de la Función Pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=166506>

Cunningham, T. R., Guerin, R. J., Ferguson, J., & Cavallari, J. (2022). Work-related fatigue: A hazard for workers experiencing disproportionate occupational risks.

American Journal of Industrial Medicine, 65(11), 913–925.

<https://doi.org/10.1002/ajim.23325>

Dahlan, A., & Widanarko, B. (2022). Impact of Occupational Fatigue on Human Performance among Oil and Gas Workers in Indonesia. *Kesmas*, 17(1), 54–59. <https://doi.org/10.21109/KESMAS.V17I1.5390>

Dwinda, R., & Widanarko, B. (2024). Influence Shift Work on Work Fatigue in Oil and Gas Industry Workers: Literature Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia*, 7(12), 2858–2865. <https://doi.org/10.56338/mppki.v7i12.6324>

Declercq, I., van den Eede, F., Roelant, E., & Verbraecken, J. (2022). SHIFTPLAN: a randomized controlled trial investigating the effects of a multimodal shift-work intervention on drivers' fatigue, sleep, health, and performance parameters. *Trials*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s13063-022-06573-6>

Decreto 1072 de 2015 Sector Trabajo - Gestor Normativo - Función Pública. (n.d.).

Retrieved September 27, 2025, from

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>

Decreto 2663 de 1950 - Gestor Normativo - Función Pública. (n.d.). Retrieved September 27, 2025, from

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=199983>

D'Antoine, E., Jansz, J., Barifcani, A., Shaw-Mills, S., Harris, M., & Lagat, C. (2023). Psychosocial Safety and Health Hazards and Their Impacts on Offshore Oil and Gas Workers. *Safety*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/safety9030056>

Ecopetrol S. A. (2022). Informe de sostenibilidad RIGS 2022. Ecopetrol.

<https://files.ecopetrol.com.co/web/esp/cargas/ecopetrol-rigs-2022-esp.pdf>

El Tiempo. (2024, septiembre 4). MinEnergía alerta sobre posible desabastecimiento de combustibles en cuatro departamentos por bloqueos.

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/minenergia-alerta-sobre-posible-desabastecimiento-de-combustibles-en-cuatro-departamentos-3378290>

Fossum, I. N., Bjorvatn, B., Waage, S., & Pallesen, S. (2013). Effects of Shift and Night Work in the Offshore Petroleum Industry: A Systematic Review. *Industrial Health*, 51(5), 530. <https://doi.org/10.2486/INDHEALTH.2013-0054>

Guide to developing balanced working time arrangements. (2019). International Labour Organization OIT; Inclusive Labour Markets, Labour Relations and Working Conditions Branch (INWORK).

Hagan-Haynes, K., Pratt, S., Lerman, S., Wong, I., Baker, A., Flower, D., & Riethmeister, V. (2022). US research needs related to fatigue, sleep, and working hours among oil and gas extraction workers. *American Journal of Industrial Medicine*, 65(11), 840–856. <https://doi.org/10.1002/AJIM.23310>

IARC/WHO (2007). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans – Shift-work, painting, and fire-fighting (Vol. 98). Lyon: IARC. PDF: https://publications.iarc.who.int/_publications/media/download/2956/0a00e61a59afa99ef86b7a62f9d0024a94b5479e.pdf

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001:2018: Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo — Requisitos con orientación para su uso*. ISO.

- International SOS Foundation. (2021). *The psychological impact of remote rotational work*. https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2021/04/International-SOS-Foundation-The-psychological-impact-of-remote-rotational-work-2021_04.pdf
- Karasek, R. A. (1979). Job Demands, Job Decision Latitude, and Mental Strain: Implications for Job Redesign. *Administrative Science Quarterly*, 24(2), 285. <https://doi.org/10.2307/2392498>
- Khan, D., Edgell, H., Rotondi, M., & Tamim, H. (2023). The association between shift work exposure and cognitive impairment among middle-aged and older adults: Results from the Canadian Longitudinal Study on Aging (CLSA). *PLoS ONE*, 18(8 August). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289718>
- Knauth, P. (1996). Designing better shift systems. *Applied Ergonomics*, 27(1), 39–44. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(95\)00044-5](https://doi.org/10.1016/0003-6870(95)00044-5)
- Knauth, P., Landau, K., Dröge, C., Schwittek, M., Widynski, M., & Rutenfranz, J. (1980). Duration of sleep depending on the type of shift work. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 46(2), 167–177. <https://doi.org/10.1007/BF00378195>
- Kroemer, K. H. E., & Grandjean, E. (1997). Fitting The Task To The Human : A Textbook Of Occupational Ergonomics. *Fitting The Task To The Human*. <https://doi.org/10.1201/9780367807337>
- Kubo, T., Matsumoto, S., Izawa, S., Ikeda, H., Nishimura, Y., Kawakami, S., Tamaki, M., & Masuda, S. (2022). Shift-Work Schedule Intervention for Extending Restart Breaks after Consecutive Night Shifts: A Non-randomized Controlled Cross-Over

Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 15042. <https://doi.org/10.3390/IJERPH192215042/S1>

Kusmawan, D., Izhar, M. D., & Aswin, B. (2024). Assessing the relationship between mental workload and work fatigue among oil and gas workers in PT X, Jambi Province, Indonesia: PLS-SEM analysis. *Journal of Public Health Research*, 13(4). <https://doi.org/10.1177/22799036241287660>

Ley 2101 de 2021 - Gestor Normativo - Función Pública. (n.d.). Retrieved September 27, 2025, from <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php>

Long Work Hours, Extended or Irregular Shifts, and Worker Fatigue - Overview | Occupational Safety and Health Administration. (OSHA). Retrieved September 27, 2025, from <https://www.osha.gov/worker-fatigue>

Luchman, J. N., & González-Morales, M. G. (2013). Demands, control, and support: A meta-analytic review of work characteristics interrelationships. *Journal of Occupational Health Psychology*, 18(1), 37–52. <https://doi.org/10.1037/a0030541>

Luisa A. Gómez Varila, William E. Castro García, & Angie L. Acosta Villamil. (2021). *Condiciones de la tarea en turnos rotativos, desempeño laboral en los auxiliares de exportaciones*.

McNamara, K. A., & Robbins, W. A. (2023). Shift Work and Sleep Disturbance in the Oil Industry. *Workplace Health & Safety*, 71(3), 118–129. <https://doi.org/10.1177/21650799221139990>

Nartey, D., Kang, J., Sasangohar, F., & Mehta, R. K. (2024). Investigating 24- to 48-hr Forecast of Offshore Worker Alertness and Vigilance Using Multimodal Sources: A

Proactive Fatigue Monitoring Paradigm. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 68(1), 18–19. <https://doi.org/10.1177/10711813241273510>

Ots, P., Riethmeister, V., Almansa, J., Bültmann, U., & Brouwer, S. (2021). The courses of objective physical activity and the association with sleepiness during a 2-week-on/2-week-off offshore shift rotation: an observational repeated-measures study. *BMC Public Health*, 21(1), 743. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10756-2>

Palathoti, S. R., Al-Aghbari, A., & Otitolaiye, V. O. (2023). Effect of Long Extended Working Hours on the Occupational Health and Safety of Oil and Gas Workers in the Sultanate of Oman. *International Journal of Occupational Safety and Health*, 13(4), 419–428. <https://doi.org/10.3126/IJOSH.V13I4.48968>

Perneger, T. v. (2005). The Swiss cheese model of safety incidents: Are there holes in the metaphor? *BMC Health Services Research*, 5. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-5-71>

Plain Language About Shiftwork (97-145) | NIOSH | CDC. (n.d.). Retrieved September 27, 2025, from <https://www.cdc.gov/niosh/docs/97-145>

Reason, J. (1990). The contribution of latent human failures to the breakdown of complex systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 327(1241), 475–484. <https://doi.org/10.1098/rstb.1990.0090>

Resolución 312 de 2019 Ministerio del Trabajo. (n.d.). Retrieved September 27, 2025, from <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=82666>

- Rezki Dwinda, & Baiduri Widanarko. (2024). Influence Shift Work on Work Fatigue in Oil and Gas Industry Workers: Literature Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 7(12), 2858–2865. <https://doi.org/10.56338/mppki.v7i12.6324>
- Sprajcer, M., Thomas, M. J. W., Sargent, C., Crowther, M. E., Boivin, D. B., Wong, I. S., Smiley, A., & Dawson, D. (2022). How effective are Fatigue Risk Management Systems (FRMS)? A review. *Accident Analysis and Prevention*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106398>
- Sobereye Inc. (2024). Manual de buenas prácticas para protocolos de alerta temprana y manejo especialista.
- Sobereye Inc. (2025). OPTOVERA: Sistema de medición de fatiga mediante pupilometría [Presentación].
- Tosoratto, J., Tárraga López, P. J., López-González, Á. A., Vallejos, D., Martínez-Almoyna Rifá, E., & Ramirez-Manent, J. I. (2024). Association of Shift Work, Sociodemographic Variables and Healthy Habits with Obesity Scales. *Life*, 14(11), 1503. <https://doi.org/10.3390/life14111503>
- Unidad de Planeación Minero Energética. Plan indicativo de abastecimiento de combustibles líquidos. https://www1.upme.gov.co/sipg/Publicaciones_SIPG/Plan_Indicativo_Abastecimiento_Combustibles_Liquidos.pdf
- Vlasak, T., Dujlovic, T., & Barth, A. (2022). Neurocognitive impairment in night and shift workers: a meta-analysis of observational studies. *Occupational and Environmental Medicine*, 79(6), 365–372. <https://doi.org/10.1136/oemed-2021-107847>

Wiegmann, D. A., Wood, L. J., Cohen, T. N., & Shappell, S. A. (2022). Understanding the “Swiss Cheese Model” and Its Application to Patient Safety. *Journal of Patient Safety*, 18(2), 119. <https://doi.org/10.1097/PTS.0000000000000810>

Working time and work organization | *International Labour Organization*. (n.d.). Retrieved September 27, 2025, from <https://www.ilo.org/topics-and-sectors/working-time-and-work-organization>

Wu, Q. J., Sun, H., Wen, Z. Y., Zhang, M., Wang, H. Y., He, X. H., Jiang, Y. T., & Zhao, Y. H. (2022). Shift work and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses of epidemiological studies. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 18(2), 653–662. <https://doi.org/10.5664/JCSM.9642>

Yi, X., Li, X., & Liu, J. (2022). Effects of occupational stress and job burnout on sleep disorders in oil workers. *Journal of Environmental and Occupational Medicine*, 39(7), 780–785. <https://doi.org/10.11836/JEOM21441>

Zahedani, M. R., Bastan, M., Abdollahzadeh, S. M., Shafiee, M., Khorshidsavar, M. M., Rudbane, S. M. A., & Mazloomi, S. M. (2023). Health and Nutritional Status of Irregular Shiftworkers: A Cross-Sectional Study in South Zagros Oil and Gas Production Company. *Journal of Health Sciences and Surveillance System*, 11(3), 490–499. <https://doi.org/10.30476/JHSS.2022.94482.1544>

Zhang, Y., Shen, J., Zhou, Z., Sang, L., Zhuang, X., Chu, M., Tian, T., Xiao, J., & Lian, Y. (2020). Relationships among shift work, hair cortisol concentration and sleep disorders: A cross-sectional study in China. *BMJ Open*, 10(11). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-038786>

Zhao, Y., Lu, X., Wan, F., Gao, L., Lin, N., He, J., Wei, L., Dong, J., Qin, Z., Zhong, F., Qiao, Z., Wang, W., Ge, H., Ding, S., Yang, Y., Xiu, J., Shan, P., Yan, F., Zhao, S., ... Pu, J. (2022). Disruption of Circadian Rhythms by Shift Work Exacerbates Reperfusion Injury in Myocardial Infarction. *Journal of the American College of Cardiology*, 79(21), 2097–2115. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.03.370>

Zhou, Z., Zhang, Y., Sang, L., Shen, J., & Lian, Y. (2022). Association between sleep disorders and shift work: a prospective cohort study in the Chinese petroleum industry. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28(2), 751–757. <https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1826706>