



**UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SUBSISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

TEMA:

Monitorización cardíaca e inteligencia artificial aplicada a la prevención
ergonómica de riesgos cardiovasculares laborales

AUTOR:

Arévalo Soberón Javier Andrés

Previo a la obtención del grado Académico de:

MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

TUTOR:

Dr. Iván Francisco Cáceres Flores, Mag.

Guayaquil, Ecuador

2026



UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SUBSISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el médico, Arévalo Soberón Javier Andrés, como requerimiento parcial para la obtención del grado académico de Magíster en Seguridad y Salud Ocupacional.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

Dr. Iván Francisco Cáceres Flores, Mag.

REVISORA

Lic. Andrea Ocaña Ocaña, Ph.D.

DIRECTOR DEL PROGRAMA

Dr. Ricardo Loaiza Cucalón, Mgs.

Guayaquil, a los 21 días del mes de septiembre del año 2026



UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SUBSISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

DECLARACION DE RESPONSABILIDAD

YO, Javier Andrés Arévalo Soberón

DECLARO QUE:

El Proyecto de Investigación “Monitorización cardíaca e inteligencia artificial aplicada a la prevención ergonómica de riesgos cardiovasculares laborales” previo a la obtención del **Grado académico de Magíster en Seguridad y Salud en el Trabajo**, ha sido desarrollada en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme la citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del estudio de caso del Grado Académico en mención.

Guayaquil, a los 21 días del mes de septiembre del año 2026

EL AUTOR



Validar únicamente en FirmaRC.
Firmado electrónicamente por:
**JAVIER ANDRES
AREVALO SOBERON**

Arévalo Soberón Javier Andrés



UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SUBSISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

AUTORIZACION

Yo, Javier Andrés Arévalo Soberón

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca en la institución del **Proyecto de Investigación del Magíster en Seguridad y Salud en el Trabajo** titulada: “**Monitorización cardíaca e inteligencia artificial aplicada a la prevención ergonómica de riesgos cardiovasculares laborales**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 21 días del mes de septiembre del año 2026

EL AUTOR:

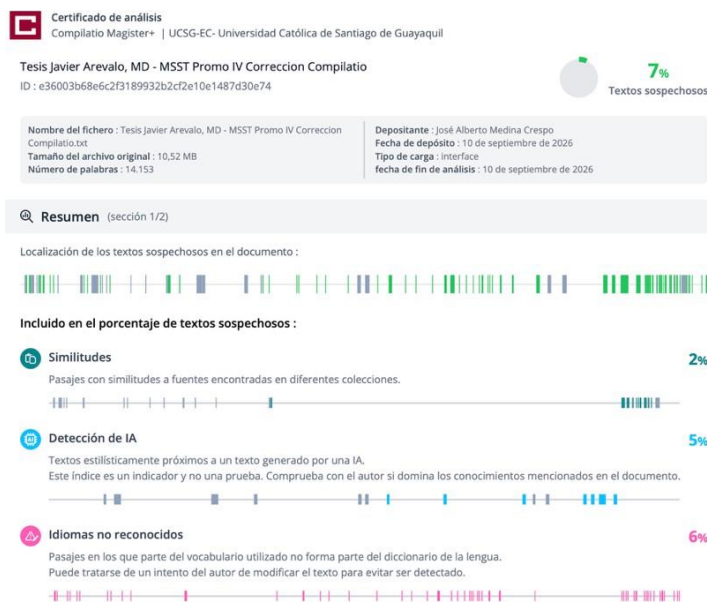


Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**JAVIER ANDRES
AREVALO SOBERON**

Javier Andrés Arévalo Soberón



UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SUBSISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
INFORME COMPILATIO



TEMA: Monitorización cardíaca e inteligencia artificial aplicada a la prevención ergonómica de riesgos cardiovasculares laborales

MAESTRANTE:

MAESTRIA EN SEGUIRDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, IV COHORTE

ELABORADO POR: Arévalo Soberón Javier Andrés

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

AGRADECIMIENTO

Comparto desde la gratitud, que todo lo que he realizado en este trabajo de titulación fue bajo la guía y esfuerzo de mis padres, que aunque están lejos de mí físicamente, están siempre a mi lado en mente y corazón. Agradezco a mi hermano y tíos por apoyarme en cada momento, incluso ante las situaciones de adversidad. Así mismo agradezco a cada paso, decisión y situaciones que me llevaron a este momento; a hacerlo posible, incluso a aquellos instantes de poco agrado; incluso en lo malo se puede sacar provecho y aprender mucho.

Agradezco de igual manera a mis docentes y sobre todo a mi tutor de titulación que ha sido de vital importancia y motivación para el desarrollo de este proyecto.

Así mismo, a mis colegas y compañeros que permitieron cursar de manera amena, fructífera y formar parte de la motivación detrás de este proceso académico.

Javier Andrés Arévalo Soberón

DEDICATORIA

A mi Madre, quien en su amor infinito y guía ha formado un pilar importante en mi desarrollo humano y academico.

A mi Padre, quien con mucho esfuerzo, disciplina y trabajo me enseñó con el ejemplo los valores que hoy hacen el hombre y profesional que soy hoy.

A mi familia que con su apoyo incondicional permitieron hacer mas fácil los dias mas difíciles.

Javier Andrés Arévalo Soberón

INDICE GENERAL

RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS DEL ANÁLISIS.....	3
<i>Objetivo general</i>	<i>3</i>
<i>Objetivos específicos</i>	<i>3</i>
1.2. PLANTEAMIENTO DEL CASO	4
<i>Descripción del contexto</i>	<i>4</i>
<i>Unidad de análisis</i>	<i>5</i>
<i>Problema central</i>	<i>6</i>
<i>Antecedentes del caso</i>	<i>7</i>
<i>Justificación académica y profesional.....</i>	<i>8</i>
2. MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL	10
2.1. MEDICINA OCUPACIONAL Y PREVENCIÓN CARDIOVASCULAR LABORAL	10
2.2. ERGONOMÍA OCUPACIONAL Y RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL TRABAJADOR	11
2.3. CARGA CARDÍACA COMO INDICADOR PREVENTIVO OCUPACIONAL.....	11
2.4. SENSORES PORTÁTILES Y MONITOREO EN TIEMPO REAL	12
2.5. INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	13
2.6. CONSIDERACIONES ÉTICAS, PRIVACIDAD Y USO RESPONSABLE DE DATOS	14

3. METODOLOGÍA.....	16
3.1. TIPO DE ESTUDIO	16
3.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
3.3. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	17
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	18
3.4.1. SELECCIÓN DEL SENSOR POWERLABS.....	19
3.4.2. DESARROLLO DE CARDIOWORK, UNA PROPUESTA DE MONITOREO	20
3.5. PROCEDIMIENTO	21
3.6. CRITERIOS ÉTICOS	24
3.7. MÉTODO DE ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS	24
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS	27
4.1. REVISIÓN GENERAL DEL MONITOREO.....	27
4.2. ANÁLISIS GENERAL Y COMPARATIVO.....	27
4.3. RESULTADOS POR JORNADA DE MONITOREO	30
4.3.1. <i>Jornada del 2 de julio</i>	30
4.3.2. <i>Jornada del 6 de julio</i>	31
4.3.3. <i>Jornada del 8 de julio</i>	32
4.3.4. <i>Jornada del 9 de julio</i>	33
4.3.5. <i>Jornada del 10 de julio</i>	34
4.4. RELACIÓN ENTRE LA CARGA CARDÍACA Y LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	35
4.5. SÍNTESIS DE RESULTADOS	39

5. DISCUSIÓN	40
5.1. INTERPRETACIÓN DE LOS PRINCIPALES HALLAZGOS	40
5.2. COMPARACIÓN CON LA LITERATURA CIENTÍFICA	42
5.3. APORTE DE CARDIOWORK A LA MEDICINA OCUPACIONAL	42
5.4. LIMITACIONES TÉCNICAS	43
5.5. PERSPECTIVAS FUTURAS	44
6. CONCLUSIONES	45
7. RECOMENDACIONES	48
8. REFERENCIAS	50
9. APÉNDICES	53

INDICE DE GRAFICOS

ILUSTRACIÓN 1. COMPORTAMIENTO DE LA CARGA CARDÍACA DURANTE LAS CINCO JORNADAS Y UMBRAL PREVENTIVO DEL 40%.....	29
ILUSTRACIÓN 2. COMPORTAMIENTO DEL LA CARGA CARDÍACA DURANTE LA JORNADA DEL 2 DE JULIO. 30	
ILUSTRACIÓN 3. COMPORTAMIENTO DE LA CARGA CARDÍACA DURANTE LA JORNADA DEL 6 DE JULIO	31
ILUSTRACIÓN 4. COMPORTAMIENTO DE LA CARGA CARDÍACA DURANTE LA JORNADA DEL 8 DE JULIO	33
ILUSTRACIÓN 5. COMPORTAMIENTO DE LA CARGA CARDIACA DURANTE LA JORNADA DEL 9 DE JULIO	34
ILUSTRACIÓN 6. COMPORTAMIENTO DE LA CARGA CARDÍACA DURANTE LA JORNADA DEL 10 DE JULIO .	35
ILUSTRACIÓN 7. CARGA CARDÍACA PROMEDIO SEGÚN LA ACTIVIDAD REALIZADA.....	37
ILUSTRACIÓN 8. CARGA CARDÍACA MÁXIMA SEGÚN LA ACTIVIDAD Y UMBRAL PREVENTIVO DEL 40 %....	38

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. COMPARACIÓN GENERAL DE LAS CINCO JORNADAS DE MONITOREO	28
TABLA 2. RESULTADOS DE LA JORNADA DEL 2 DE JULIO	30
TABLA 3. RESULTADOS POR ACTIVIDAD DURANTE LA JORNADA DEL 6 DE JULIO	31
TABLA 4. RESULTADOS DE LA JORNADA DEL 8 DE JULIO	32
TABLA 5. RESULTADOS POR ACTIVIDAD DURANTE LA JORNADA DEL 9 DE JULIO	33
TABLA 6. RESULTADOS POR ACTIVIDAD DURANTE LA JORNADA DEL 10 DE JULIO	34
TABLA 7. RESULTADOS SEGÚN LA ACTIVIDAD REALIZADA	36

RESUMEN

La carga cardíaca permite estimar la demanda fisiológica del trabajo y reconocer elevaciones que pueden pasar inadvertidas en evaluaciones puntuales. El objetivo del estudio fue evaluar la utilidad de la frecuencia cardíaca como biomarcador que permita realizar adecuaciones ergonómicas y prevenir la aparición de problemas cardiovasculares laborales, a través de una propuesta de monitoreo cardíaco ocupacional desarrollada para la investigación. Se concreta un estudio de caso, de enfoque mixto con predominio cuantitativo, en un trabajador que realiza funciones administrativas, operativas y de liderazgo, además de comorbilidades cardiovasculares. La frecuencia cardíaca fue medida de forma continua con sensor torácico PowerLabs durante cinco jornadas. La iniciativa de monitoreo calculó la carga cardíaca con la fórmula de Apud y generó alertas al llegar al umbral preventivo del 40 %. Luego, se utilizaron herramientas de inteligencia artificial que organizaron y analizaron 132.473 registros. El promedio diario de la carga cardíaca fue de 11,99 % – 17,44 %, con 40 min 14 seg sobre el umbral. Máximo 85,71 % durante una inspección de caminata; también, la mayor carga promedio (23,20 %). El doble control administrativo sobre el umbral, presentó el mayor tiempo acumulado. Se observó que los promedios pueden ocultar picos fisiológicos relevantes y que la exigencia cardiovascular depende del esfuerzo y de aspectos organizacionales. El especialista destacó que la propuesta declaración mostró ser útil en vista a prevención de las pausas, recuperación y redistribución de tareas, y que no se propone reemplazar la valoración médica ni a constituirse en un método diagnóstico.

Palabras clave: carga cardíaca, monitoreo cardíaco, ergonomía ocupacional, inteligencia artificial, prevención cardiovascular.

ABSTRACT

Cardiac workload allows for the estimation of physiological work demands and the identification of elevations that might otherwise go unnoticed in isolated assessments. The objective of this study was to evaluate the usefulness of heart rate as a biomarker for implementing ergonomic adjustments and preventing work-related cardiovascular problems, through an occupational cardiac monitoring system developed specifically for this research. A mixed-methods case study, predominantly quantitative, was conducted on a worker performing administrative, operational, and leadership functions, who also had cardiovascular comorbidities. Heart rate was continuously measured using a PowerLabs chest sensor over five days. The monitoring system calculated cardiac workload using the Apud formula and generated alerts upon reaching the 40% preventive threshold. Artificial intelligence tools were then used to organize and analyze 132,473 data points. The daily average cardiac workload ranged from 11.99% to 17.44%, with an average of 40 minutes and 14 seconds above the threshold. A maximum of 85.71% was reached during a walking inspection; this also represented the highest average workload (23.20%). The double administrative control over the threshold resulted in the greatest accumulated time. It should be noted that averages can mask relevant physiological peaks and that cardiovascular demand depends on exertion and organizational factors. The specialist emphasized that the proposed declaration proved useful for preventing breaks, promoting recovery, and redistributing tasks, and that it is not intended to replace medical assessment or serve as a diagnostic method.

Keywords: cardiac workload, cardiac monitoring, occupational ergonomics, artificial intelligence, cardiovascular prevention.

1. Introducción

Las enfermedades cardiovasculares representan uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial y constituyen una preocupación relevante para la medicina ocupacional, debido a la diversidad de factores laborales que pueden influir en la respuesta fisiológica del trabajador. La OMS alerta que las Enfermedades Cardiovasculares son la principal causa de muerte en el mundo. En 2022 ocasionaron la muerte de 19,8 millones de personas. Esto representa el 32% del total de muertes en el mundo. Por lo demás, una parte considerable de estos fallecimientos obedece a infartos agudos de miocardio y accidentes cerebrovasculares, lo que evidencia la necesidad de fortalecer estrategias de prevención primaria en el ámbito laboral (Organización Mundial de la Salud (2025).

Los ECV son especialmente relevantes por su impacto en la mortalidad, discapacidad y calidad de vida de los pacientes. La hipertensión es uno de los factores modificables que más eventos ocasiona, según la OMS. También advierte que un individuo hipertenso tiene hasta tres veces más posibilidades de sufrir un evento vascular. Los demandantes dentro de la jornada laboral: esfuerzo físico, estrés, largos traslados, presión operacional, escasos descansos y carga mental; generan variaciones en la frecuencia cardíaca, generalmente sin que el trabajador se percate y sin que se capte en la evaluación ocupacional (OMS, 2025) .

La evaluación ergonómica sobre una jornada de trabajo no debe ser sólo biomecánica; la ergonomía aconseja, para ello, incorporar indicadores fisiológicos de las capacidades adaptativas del organismo al trabajo. Desde este enfoque, la frecuencia cardíaca es uno de los indicadores más utilizados para estimar la carga fisiológica de trabajo, ya que permite evaluar continuamente y durante toda la jornada la intensidad del esfuerzo, sin interferir notablemente con la labor del trabajador. A diferencia del consumo de oxígeno (VO_2), cuya medición resulta más compleja y costosa, el monitoreo de la frecuencia cardíaca facilita la identificación de

periodos de mayor exigencia fisiológica o tambien conocidas como “cargas peak”, proporcionando información útil para el diseño de intervenciones ergonómicas orientadas a disminuir la fatiga y mejorar la organización del trabajo (Apud & Oñate, 2020).

Segun Tapia-Escalante y Tapia-Gómez (2022) plantean que la carga cardíaca puede ser usada como un biomarcador útil para el ajuste ergonómico y el análisis de factores humanos en actividades laborales. Esta perspectiva, permite entender la frecuencia cardíaca como más que un dato clínico, al ser también un indicador preventivo que puede aplicarse en la vigilancia ocupacional.

1.1. Objetivos

Objetivo general

Estimar en tiempo real la carga cardíaca que se obtiene como biomarcador de las actividades de un trabajador sedentario en condición de salud con patologías cardiovasculares, con la finalidad de: evaluar la respuesta fisiológica durante toda su jornada laboral y proponer ajustes al trabajo de acuerdo a su estado de salud que puedan prevenir el riesgo cardiovascular.

Objetivos específicos

1. Revisar el estado del arte sobre la medición en tiempo real de la carga cardíaca, el uso de sensores portátiles y el apoyo de la inteligencia artificial en el ámbito de la salud ocupacional.
2. Registrar la frecuencia cardíaca y las actividades durante la totalidad de una jornada laboral semanal mediante un sensor torácico de frecuencia cardiaca y convertirla en porcentaje de carga cardíaca a través de una propuesta de monitor cardiaco.
3. Analizar con apoyo de herramientas de inteligencia artificial, los niveles de carga cardíaca, el tiempo de exposición por encima del umbral preventivo del 40 %, los valores máximos y su distribución durante la jornada laboral.
4. Identificar las actividades laborales de mayor demanda cardiovascular y proponer ajustes ergonómicos de acuerdo con las condiciones de salud del trabajador.

1.2. Planteamiento del Caso

Descripción del contexto

La medicina ocupacional y la ergonomía han evolucionado hacia modelos preventivos que buscan identificar de manera temprana los factores de riesgo presentes en el trabajo antes de que generen enfermedad, ausentismo, disminución del rendimiento laboral o complicaciones clínicas de mayor gravedad. En este contexto, el uso de tecnologías de monitoreo fisiológico, sensores portátiles, inteligencia artificial y sistemas de análisis en tiempo real representa una alternativa innovadora para fortalecer la vigilancia de la salud de los trabajadores desde una perspectiva más objetiva, continua y personalizada.

Esta necesidad adquiere mucha importancia frente a la alerta internacional de la Organización Mundial de la Salud sobre la magnitud de las enfermedades cardiovasculares. La OMS señala que estas enfermedades constituyen la principal causa de muerte a nivel mundial y una importante proporción de estas defunciones se relaciona con infartos de miocardio y accidentes cerebrovasculares. Dentro de este grupo, los accidentes cerebrovasculares ocupan un lugar relevante por su impacto en la mortalidad, discapacidad y calidad de vida, debido a que se producen cuando se interrumpe el flujo sanguíneo hacia el cerebro, ya sea por obstrucción o hemorragia (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2025).

En el ámbito laboral, ciertos factores como el estrés sostenido, la presión mental, la demanda física, los desplazamientos prolongados, la falta de pausas, la fatiga y las condiciones ambientales pueden contribuir al incremento de la carga cardiovascular, además de las comorbilidades propias del trabajador como sedentarismo, obesidad, dislipidemia, así como los antecedentes patológicos personales de cada colaborador. Sin embargo, estas respuestas fisiológicas no siempre son percibidas por el trabajador ni identificadas oportunamente mediante

evaluaciones ergonómicas tradicionales, las cuales suelen centrarse en aspectos observables como posturas, movimientos, manipulación de cargas o condiciones visibles del puesto.

Desde esta perspectiva, se vincula directamente con la ergonomía ocupacional, ya que permite analizar la relación entre las demandas laborales y la respuesta fisiológica del trabajador. La inteligencia artificial aplicada a la seguridad y salud en el trabajo puede contribuir a la vigilancia ocupacional, detección de riesgos y mejora de los sistemas preventivos (Molina Castaño & Arango Alzate, 2024). En consecuencia, estos casos resulta necesario incorporar herramientas que permitan registrar información fisiológica en tiempo real, relacionarla con las actividades ejecutadas y generar evidencia objetiva que apoye la toma de decisiones basadas en la prevención desde la ergonomía.

En este contexto, la inteligencia artificial ha adquirido un papel relevante dentro de la ergonomía al ampliar la capacidad para analizar grandes volúmenes de información fisiológica y ocupacional de manera rápida, continua y objetiva. A diferencia de los métodos tradicionales, que dependen principalmente de observaciones puntuales o evaluaciones periódicas. Diversos estudios señalan que la aplicación de inteligencia artificial favorece una evaluación ergonómica más precisa al facilitar la identificación temprana de factores de riesgo, optimizar la vigilancia de la salud ocupacional y contribuir al diseño de intervenciones adaptadas a las características individuales del trabajador (Somaraju et al., 2023; Pishgar et al., 2021).

Unidad de análisis

La unidad de análisis del presente estudio será un trabajador que ocupa el cargo de jefe de seguridad integral en una institución y sede turística emblemática de la ciudad de Guayaquil. El colaborador presenta un estilo de trabajo predominantemente sedentario y antecedentes de comorbilidades cardiovasculares, entre ellas hipertensión arterial, diabetes mellitus y

dislipidemia, condiciones que incrementan su susceptibilidad frente a eventos cardiovasculares y hacen pertinente el análisis de su respuesta fisiológica durante la jornada laboral. La coexistencia de estos factores de riesgo convierte al caso en un escenario de interés para la medicina ocupacional, debido a que permite evaluar cómo las exigencias propias del puesto pueden influir sobre la carga cardiovascular y aportar información útil para la implementación de medidas preventivas orientadas a preservar la salud del trabajador (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2025; Weintraub et al., 2011).

La elección de esta unidad es importante ya que da respuesta a la modalidad de estudio de caso, ya que permite analizar una situación en específico, delimitada y metodológicamente viable. El análisis que se realice no estará centrado sólo en el trabajador, sino que se analizará también relación existente entre su actividad laboral, las exigencias ergonómicas del puesto, la respuesta fisiológica obtenida y la capacidad del software para la detección de alertas. Este estudio en cuestión no tiene carácter de diagnóstico; tiene finalidad preventiva y ocupacional, es decir, se propone valorar si el monitoreo cardíaco en tiempo real podría ser un recurso útil para la detección de sobrecarga cardiovascular laboral.

Problema central

Las enfermedades cardiovasculares continúan siendo la principal causa de muerte a nivel mundial y representan una prioridad para los sistemas de salud debido a su impacto sobre la mortalidad, la discapacidad y la calidad de vida. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2025) advierte que aproximadamente el 85 % de estas defunciones se deben a infartos agudos de miocardio y accidentes cerebrovasculares, eventos estrechamente relacionados con factores de riesgo modificables como el sedentarismo, la hipertensión arterial, la diabetes mellitus y la dislipidemia. En el ámbito laboral, el predominio de actividades sedentarias y las exigencias físicas, cognitivas y organizacionales propias de determinados puestos pueden incrementar la

demanda del sistema cardiovascular del trabajador, haciendo necesaria una vigilancia más objetiva de su respuesta fisiológica.

A pesar de ello, gran parte de las evaluaciones ergonómicas continúan basándose en métodos observacionales, listas de verificación y valoraciones realizadas en momentos específicos de la jornada, lo que dificulta identificar incrementos transitorios de la carga cardiovascular durante el desarrollo de las actividades laborales. Dada esta situación, se plantea la necesidad de contar con herramientas que permitan estimar en tiempo real la carga cardíaca y relacionarlas con las actividades realizadas, generando información objetiva que ayude a identificar las actividades que demandan una mayor carga física, así como a implementar estrategias preventivas que disminuyan el riesgo cardiovascular y refuercen la vigilancia de la salud laboral (Apud & Oñate, 2020; Tapia-Escalante & Tapia-Gómez, 2022).

Antecedentes del caso

La información científica reciente demuestra un importante crecimiento del uso de inteligencia artificial en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Estas herramientas permiten detectar de forma temprana riesgos, hacer análisis ergonómico, vigilar condiciones laborales y tomar decisiones basadas en datos. Según lo expresado por Vallejo-Morán y Núñez Solano (2025), se han implementado procesos productivos con inteligencia artificial para mejorar la seguridad en el trabajo, la ergonomía y el monitoreo.

En esta sección, se presentan numerosas aplicaciones de la IA en el campo de la ergonomía, en las cuales se han aplicado algoritmos de aprendizaje de máquina para el reconocimiento de posturas, análisis de movimientos y clasificación de niveles de riesgo. Se refiere a la investigación de Lee y Lee, (2022) el que se adapta el modelo de aprendizaje profundo para reconocer posturas riesgosas, por ende, su potencial es amplia y puede complementar los métodos tradicionales.

En este sentido, limitar la jornada laboral podría ser una vía útil para explorar. Weintraub et al. (2011) sostienen que la prevención de las enfermedades cardiovasculares se produce antes del propio evento clínico. En el ámbito laboral, esto implica identificar los factores relacionados con el trabajo que suponen una carga excesiva para el corazón.

También la aplicación de inteligencia artificial requiere criterios éticos claros. Fukumura et al. (2021) pone énfasis en la importancia de la privacidad, confianza y uso responsable de los datos, es por ello que se integrará en este estudio un consentimiento informado y una confidencialidad biométrica.

En este contexto, la inteligencia artificial constituye un recurso de gran utilidad debido a su capacidad para procesar, organizar e interpretar grandes cantidades de información en tiempos reducidos, identificar patrones que podrían pasar desapercibidos mediante métodos convencionales (Pishgar et al., 2021; Somaraju et al., 2023). Asimismo, revisiones recientes destacan que estas tecnologías fortalecen la ergonomía al permitir una vigilancia continua del trabajador y una evaluación más precisa de la interacción entre las demandas laborales y la respuesta fisiológica del organismo (Safari et al., 2025; García-Madurga et al., 2024).

Justificación académica y profesional

Desde el punto de vista académico, este estudio contribuye al fortalecimiento de la medicina ocupacional mediante la integración de conceptos de ergonomía, fisiología del trabajo e inteligencia artificial aplicados al monitoreo cardíaco ocupacional en tiempo real. La investigación aporta evidencia sobre la utilidad de la carga cardíaca como biomarcador para valorar la respuesta fisiológica del trabajador frente a las exigencias de su actividad laboral, favoreciendo el desarrollo de metodologías más objetivas para la evaluación ergonómica y la vigilancia de la salud ocupacional. Asimismo, promueve el uso de tecnologías emergentes como

herramientas de apoyo para el análisis continuo de información fisiológica y la identificación temprana de situaciones de mayor demanda cardiovascular.

Desde la perspectiva profesional y social, esta investigación se justifica por su potencial para fortalecer las estrategias de prevención cardiovascular en el ámbito laboral. Considerando que las enfermedades cardiovasculares continúan siendo la principal causa de muerte en el mundo (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2025), la implementación de metodologías capaces de identificar oportunamente incrementos de la carga cardíaca podría favorecer la adopción de medidas preventivas antes de que la exposición sostenida a factores de riesgo genere consecuencias de mayor gravedad a largo plazo. En este sentido, la estimación de la carga cardíaca en tiempo real permite proporcionar información valiosa y precisa para orientar ajustes ergonómicos, optimizar la organización del trabajo y apoyar la toma de decisiones de carácter preventivo, especialmente en trabajadores con comorbilidades cardiovasculares.

Por tanto, el principal impacto esperado de esta investigación radica en aportar evidencia sobre una metodología innovadora, misma que al estar integrada a los programas de vigilancia de la salud ocupacional, pueda contribuir a disminuir el riesgo de eventos cardiovasculares mayores, como el infarto agudo de miocardio y el accidente cerebrovascular, mediante la identificación temprana de situaciones de sobrecarga fisiológica. En este sentido, la propuesta se orienta a potenciar la prevención, a preservar la capacidad funcional del trabajador y a contribuir al mejoramiento de su calidad de vida.

2. Marco Teórico y Referencial

2.1. Medicina ocupacional y prevención cardiovascular laboral

La medicina ocupacional se encarga de la prevención de enfermedades relacionadas con el trabajo a través del diagnóstico precoz de factores de riesgo para la salud del trabajador. En el caso de enfermedades cardiovasculares, esta variable es de interés porque factores del trabajo como la carga física, el estrés, la presión de trabajo, la fatiga y la falta de pausas pueden ser influyentes en la respuesta fisiológica en el turno.

La prevención cardiovascular no debe realizarse solo con el diagnóstico de enfermedades, sino que todos los métodos de vigilancia temprana, que logren detectar señales de riesgo, previas a complicaciones, deben realizarse. Weintraub et al. (2011) sostienen que la prevención primordial y primaria de la enfermedad cardiovascular permite intervenir antes del desarrollo de eventos clínicos, lo cual es consistente con el enfoque preventivo de la salud ocupacional. Los autores citados destacan que hay que modificar el foco en el sentido de la promoción de la salud cardiovascular poblacional.

Dentro del contexto laboral, esta perspectiva permite comprender que el monitoreo fisiológico puede convertirse en una herramienta de apoyo para identificar posibles momentos de sobrecarga cardiovascular. Por lo tanto, el presente estudio de caso no tiene como objetivo diagnosticar una enfermedad cardíaca, sino valorar la utilidad preventiva de un sistema de monitorización cardíaca ocupacional en tiempo real y permitir sumar evidencias a una metodología que, integrada a los programas de vigilancia de la salud ocupacional, puede contribuir a la disminución del riesgo de eventos cardiovasculares mayores como infarto agudo de miocardio y accidente cerebrovascular mediante la detección temprana de situaciones de sobrecarga fisiológica.

2.2. Ergonomía ocupacional y respuesta fisiológica del trabajador

La ergonomía ocupacional estudia el trabajo, para adaptar el mismo a las capacidades de la persona en relación a lo físico, lo cognitivo y lo fisiológico. El trabajador, la tarea, el entorno y las condiciones organizacionales. Una evaluación ergonómica tradicionalmente tiene como objeto de estudio las posturas, los movimientos repetitivos, la manipulación de cargas y las condiciones visible del puesto de trabajo. No obstante, hay respuestas internas de los empleados derivados de una condición laboral que no son captados con observaciones.

La ergonomía actual debe tratar de tener otro criterio más global, es decir, no quedarnos exclusivamente con la parte biomecánica, sino que debemos considerar la carga mental, la presión del trabajo, la fatiga y la respuesta cardiovascular al trabajo. El enfoque arriba vincula la ergonomía cognitiva a la productividad, al bienestar y a la interacción persona-tecnología, según lo que han aportados Romero Haddad et al. (2024). El uso de métodos clásicos REBA y RULA siguen constituyendo una referencia a pesar que pueden ser optimizados mediante el uso de alguna tecnología que sea más objetiva.

En el estudio actual, se concibe la ergonomía en un sentido preventivo; es decir, se busca relacionar las actividades del trabajador con los cambios en su frecuencia cardíaca y la carga cardíaca. Con ello se puede disectar la respuesta fisiológica a unas exigentes laborales de tipo mixto; físicas, cognitiva y organizativa.

2.3. Carga cardíaca como indicador preventivo ocupacional

La frecuencia cardíaca es una variable fisiológica que permite observar la respuesta del organismo frente al esfuerzo, el estrés o la actividad física. Sin embargo, para el análisis ocupacional resulta más útil interpretar esta variable mediante el cálculo de la carga cardíaca, debido a que esta permite relacionar la frecuencia cardíaca durante la actividad con la frecuencia cardíaca de reposo y la frecuencia cardíaca máxima estimada.

La carga cardíaca es considerado un indicador preventivo de la exigencia del sistema cardiovascular, pues sirve para identificar los instantes en que el trabajador presenta mayor demanda fisiológica durante la jornada laboral. Según Tapia-Escalante y Tapia-Gómez (2022), el uso de la carga cardíaca como biomarcador puede ser utilizado para la ergonomía y la evaluación de factores humanos para actividades laborales.

En el presente estudio, la carga cardíaca será estimada mediante una propuesta de evaluación ocupacional en tiempo real diseñada para registrar la frecuencia cardíaca, procesar los datos obtenidos y calcular automáticamente el porcentaje de carga cardíaca durante la jornada laboral. Esta propuesta se caracteriza por ser sencilla, de fácil aplicación, no invasiva y de bajo costo relativo, ya que utiliza un sensor torácico portátil y permite realizar el seguimiento mientras el trabajador desarrolla sus actividades habituales, sin modificar de manera importante su dinámica laboral. Este enfoque coincide con lo planteado por Apud y Oñate (2020), quienes destacan que la frecuencia cardíaca permite efectuar seguimientos prolongados en terreno, identificar cargas peak y relacionarlas con las tareas realizadas para orientar intervenciones ergonómicas. Cuando la carga cardíaca supere el 40 %, la propuesta generará una alerta preventiva que permitirá reconocer momentos de mayor exigencia fisiológica y valorar posibles ajustes en la organización del trabajo, sin que dicha alerta tenga finalidad diagnóstica.

2.4. Sensores portátiles y monitoreo en tiempo real

Los sensores portátiles han adquirido importancia en la seguridad y salud en el trabajo porque permiten obtener datos objetivos, continuos y contextualizados sobre el estado fisiológico del trabajador. A diferencia de las evaluaciones periódicas o los autorreportes, el monitoreo en tiempo real permite observar lo que ocurre durante la ejecución de las actividades laborales.

Donisi et al. (2022) destacan que los sensores portátiles combinados con inteligencia artificial permiten obtener información más objetiva y continua para la evaluación de la ergonomía física. Esta idea se relaciona directamente con el uso del sensor torácico PowerLabs en el presente estudio. De igual forma, Hamilton et al. (2023) aportan evidencia sobre el valor de la retroalimentación en tiempo real dentro de procesos de evaluación ergonómica asistida por inteligencia artificial. En tu matriz, estas fuentes están clasificadas como relevantes para justificar sensores, monitoreo en tiempo real y ergonomía física asistida por IA.

En este estudio, el monitoreo en tiempo real representa el eje preventivo principal, ya que permite identificar variaciones fisiológicas durante la jornada y generar alertas inmediatas. Esto diferencia a la propuesta de evaluación, de un sistema meramente descriptivo, porque no solo registra datos, sino que también orienta posibles acciones preventivas a un bajo costo, con un proceso poco invasivo y fácil de usar.

2.5. Inteligencia artificial aplicada a la seguridad y salud en el trabajo

La inteligencia artificial se ha incorporado progresivamente en la seguridad y salud en el trabajo como herramienta de apoyo para la vigilancia ocupacional, el análisis de datos, la detección temprana de riesgos y la toma de decisiones preventivas. Molina Castaño y Arango Alzate (2024) señalan que la IA puede contribuir a mejorar la vigilancia ocupacional y apoyar la detección de riesgos laborales. Asimismo, Vallejo-Morán y Núñez Solano (2025) destacan su utilidad en procesos productivos para optimizar la seguridad laboral, mejorar la ergonomía y favorecer el monitoreo en tiempo real.

En este contexto, una de las principales ventajas de la inteligencia artificial es su capacidad para procesar grandes volúmenes de información en periodos muy reducidos, lo que resulta especialmente útil cuando se emplean sistemas de monitoreo continuo que generan numerosos registros fisiológicos durante una jornada laboral. Hasta ahora, es habitual que el líder

de la organización mantenga un análisis permanentemente, lo que podría ser muy complejo. Sin embargo, la inteligencia artificial organiza, compara e interpreta los datos de forma casi inmediata. Esto permite que se reconozcan los patrones, diferenciaciones, desviaciones o eventos a rutina. Esta habilidad ayuda a que se realice una vigilancia ocupacional más dinámica y permite la transformación de grandes cantidades de datos en información útil para apoyar decisiones preventivas y ergonómicas (Pishgar et al., 2021).

De este modo, la inteligencia artificial hace valer la información que debe ser considerada por el profesional en medio de un universo más amplio de datos. Pero nunca sustituye la apreciación del médico, ni la del marco de la labor. El artículo de Molina-Castaño y Arango-Alzate (2024) señala precisamente este potencial de estas tecnologías para mejorar la vigilancia y la identificación precoz de riesgos en seguridad y salud en el trabajo.

2.6. Consideraciones éticas, privacidad y uso responsable de datos

El uso de sensores, artificial intelligence y datos biométricos en el trabajo necesita de criterios éticos. La información que se obtiene de un trabajador a nivel fisiológico debe mantenerse en secreto. Fukumura et al. (2021) indica que la aceptación de la IA en los espacios laborales se produce cuando los beneficios para la salud y bienestar superan las preocupaciones sobre privacidad, confianza y utilización de datos.

En este estudio, la propuesta de monitoreo no será utilizada para sancionar, controlar o diagnosticar al trabajador, sino como una herramienta de apoyo preventivo orientada a fortalecer la vigilancia de la salud ocupacional. Por ello, se protegerá la identidad del participante, se utilizarán datos no identificables y se explicará claramente el propósito del monitoreo mediante la obtención del consentimiento informado. Asimismo, esta propuesta busca contribuir a la identificación temprana de situaciones de sobrecarga cardiovascular que permitan implementar oportunamente medidas preventivas y ajustes ergonómicos, con el propósito de disminuir la

exposición a factores de riesgo asociados al desarrollo de enfermedades cardiovasculares, particularmente el infarto agudo de miocardio y el accidente cerebrovascular.

A partir de este concepto, el beneficio esperado no sólo recae en la evaluación fisiológica del trabajador, se contribuirá con una metodología para fortalecer la prevención, protección de la salud del trabajador y la promoción de un entorno de trabajo más seguro y saludable. Las fuentes sobre ética, privacidad y aceptación tecnológica incluida en esta investigación demuestra la relevancia del consentimiento informado, la protección de los datos biométricos, y los límites del uso de inteligencia artificial en el ámbito laboral.

3. Metodología

3.1. Tipo de estudio

La presente investigación corresponde a un estudio de caso, debido a que analiza de manera detallada una situación particular dentro de un contexto laboral real, permitiendo comprender la interacción entre las exigencias del puesto de trabajo, la respuesta fisiológica del trabajador y la aplicación de una propuesta tecnológica con fines preventivos. La unidad de análisis corresponde a un trabajador con funciones administrativas, operativas y de liderazgo que presenta comorbilidades cardiovasculares y metabólicas, entre ellas hipertensión arterial, diabetes mellitus y dislipidemia, condiciones que incrementan la importancia de realizar una vigilancia objetiva de su respuesta cardiovascular durante la jornada laboral.

Para el desarrollo del estudio se empleará un sensor torácico PowerLabs, dispositivo portátil que registra la frecuencia cardíaca en tiempo real mediante tecnología ANT+ y Bluetooth. La información obtenida será procesada mediante una propuesta de software desarrollada en Python, diseñada para registrar, organizar y analizar los datos fisiológicos de forma continua, transformando automáticamente la frecuencia cardíaca en porcentaje de carga cardíaca mediante la fórmula de Apud.

La carga cardíaca se usará como biomarcador fisiológico para estimar la demanda cardiovascular impuesta por el trabajo. El trabajador deberá esperar un tiempo prolongado antes de hacer esfuerzos máximos. Su mayor carga de entrenamiento se registrará durante la actual fase de reposo. Un 40 % de carga cardíaca aproximadamente será el valor de referencia a partir del cual se identificará los periodos de mayor exigencia fisiológica durante la jornada. Esto permitirá tomar conocimiento oportuno de aquellas actividades que podrían requerir una intervención en el diseño ergonómico o en la prevención, con el propósito de reducir el riesgo cardiovascular del trabajador.

3.2. Enfoque de la investigación

La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto con predominio cuantitativo. El componente cuantitativo se evidencia en el registro de datos fisiológicos obtenidos mediante el sensor torácico PowerLabs, principalmente la frecuencia cardíaca durante la jornada laboral, la frecuencia cardíaca en reposo, la frecuencia cardíaca máxima estimada y el porcentaje de carga cardíaca calculado mediante la fórmula de Apud.

El componente cualitativo se incorpora mediante la observación de las actividades laborales del trabajador, la descripción de las tareas ejecutadas, los momentos de esfuerzo físico, las pausas, los desplazamientos, la presión operativa y las condiciones generales del puesto. Este tipo de información da contexto a los datos que brinda el sistema y los hace entender que algunos momentos de la jornada pueden ser propicios para un aumento en la carga cardiovascular.

Este enfoque es apropiado ya que la queja laboral no solo se debe a la frecuencia cardíaca. Por tanto, se hace necesario vincular las cifras a las labores efectivas del empleado. El análisis permite valorar no sólo cuánto se modifica la carga del corazón, sino en qué momento, bajo qué circunstancias laborales y que uso preventivo podría tener las alertas que se generen a partir de la propuesta de monitoreo.

3.3. Fuentes de información

Las fuentes de información utilizadas en el presente estudio serán primarias y secundarias. Las fuentes primarias corresponden a los datos obtenidos directamente durante la aplicación del estudio de caso. Estas incluyen los registros generados por el sensor torácico PowerLabs, los datos procesados por CardioWork, las alertas emitidas por el sistema, los reportes exportados por el software y la observación de las actividades realizadas por el trabajador durante la jornada laboral.

Las fuentes secundarias estarán conformadas por artículos científicos, revisiones sistemáticas, documentos técnicos y literatura académica relacionada con medicina ocupacional, ergonomía, inteligencia artificial aplicada a seguridad y salud en el trabajo, sensores portátiles, monitoreo fisiológico, carga cardíaca y prevención cardiovascular. Estas fuentes permiten fundamentar el estudio desde una perspectiva científica y relacionar la propuesta tecnológica con las tendencias actuales de vigilancia ocupacional.

Según el trabajo de Molina Castaño y Arango Alzate (2024), la inteligencia artificial puede contribuir a la vigilancia ocupacional, a la detección de riesgos, así como al fortalecimiento del sistema de seguridad y salud en el trabajo. Según Donisi y otros (2022), la utilización de sensores portátiles con inteligencia artificial permite la consecución de datos objetivos continuos y otorga la posibilidad de poder evaluar la ergonomía física. Tapia-Escalante y Tapia-Gómez (2022) proponen que el uso de la carga cardíaca como un biomarcador para el monitoreo puede orientar el ajuste ergonómico y el análisis de los factores humanos durante las jornadas laborales.

3.4. Técnicas e instrumentos

Las técnicas utilizadas en el presente estudio serán el monitoreo fisiológico en tiempo real, la observación directa de la jornada laboral y el análisis automatizado de datos mediante la propuesta de monitoreo. Estas técnicas permitirán relacionar la frecuencia cardíaca registrada durante la actividad laboral con los momentos de esfuerzo, desplazamiento, supervisión, presión operativa, pausas y demás situaciones propias del puesto de trabajo.

El monitoreo fisiológico permitirá registrar la frecuencia cardíaca del trabajador durante sus actividades habituales. La observación directa permitirá contextualizar los cambios fisiológicos de acuerdo con las tareas ejecutadas durante la jornada. Finalmente, el análisis automatizado mediante nuestra propuesta de software, permitirá calcular la carga cardíaca,

mediante la formula de Apud, identificar variaciones relevantes y generar alertas preventivas cuando se supere el umbral definido del 40 %.

Los instrumentos primordiales del presente estudio serán los siguientes.

1. Sensor torácico PowerLabs utilizado para medir el ritmo cardiaco del trabajador en su jornada laboral.
2. CardioWork es un software generado por Javier Arévalo, que permite recibir, registrar, procesar y visualizar en tiempo real los datos cardíacos, calcular automáticamente la carga y generar alertas de prevención.
3. Informes exportados de CardioWork en donde registrarás el monitoreo, la información de frecuencia cardíaca, el cálculo de carga cardíaca, las alertas y los registros que lo indique. Estos informes servirán como prueba documental del estudio y podrán ser anexados en un futuro.
4. Consentimiento informado, documento mediante el cual el trabajador autoriza su participación voluntaria, el uso académico y preventivo de los datos obtenidos, así como el tratamiento confidencial de la información biométrica registrada durante el monitoreo.

3.4.1. Selección del sensor PowerLabs

Para el registro de la frecuencia cardíaca se seleccionó un sensor torácico de la marca PowerLabs, debido a que permite realizar un seguimiento continuo de la respuesta cardíaca mientras el trabajador desarrolla sus actividades habituales. La cinta se ajusta alrededor del tórax y un módulo transmisor encarga de captar la señal del ritmo cardíaco y enviar los datos de forma inalámbrica a un receptor. Con el fin de lograr una lectura adecuada, los electrodos de la banda deben tener contacto directo con la piel, el fabricante recomienda humedecer ligeramente estas partes antes de colocarlas y ajustar la banda de manera firme pero cómoda.

Una de las características técnicas que favoreció su elección fue su capacidad de transmitir la frecuencia cardíaca en tiempo real mediante tecnología ANT+ y Bluetooth, lo que

facilita su integración con distintos dispositivos y aplicaciones compatibles. El uso de estas tecnologías inalámbricas permitió conectar el sensor con la propuesta de software desarrollada para el estudio y recibir continuamente los valores de frecuencia cardíaca durante la jornada laboral. El fabricante señala además que el monitor es compatible con diferentes equipos y plataformas que admiten sensores externos de frecuencia cardíaca.

Desde el punto de vista operativo, se trata de un dispositivo portátil, no invasivo y de colocación sencilla, características especialmente importantes en un estudio ocupacional, porque permiten realizar el monitoreo sin modificar de forma significativa la dinámica habitual del trabajador. La banda puede ajustarse al tórax y mantenerse colocada durante periodos prolongados. Una vez establecida la conexión, el dispositivo transmite la información cardíaca al equipo receptor, permitiendo observar la respuesta fisiológica conforme cambian las actividades desarrolladas durante la jornada. Esta característica coincide con el enfoque descrito por Apud y Oñate (2020), quienes destacan que la frecuencia cardíaca permite efectuar seguimientos durante jornadas completas sin interferir de manera importante con el trabajo.

Para esta investigación, el sensor cumplió principalmente una función de captación y transmisión de la frecuencia cardíaca. El dispositivo no permite realizar la interpretación de datos ni el cálculo de la carga; para ello, se hace uso de la propuesta de software. Esta distinción es importante, ya que el sensor proporciona el dato fisiológico primario, mientras que el sistema desarrollado transforma dicho dato en porcentaje de carga cardíaca y permite reconocer los momentos en los que se sobrepasa el umbral preventivo fijado del 40 %.

3.4.2. Desarrollo de CardioWork, una propuesta de monitoreo

A partir de esta necesidad se desarrolló CardioWork, un software creado en lenguaje Python por el investigador, Javier Arévalo, con apoyo técnico de un ingeniero en sistemas o profesional encargado del acompañamiento informático. El sistema fue diseñado como un

monitor cardíaco ocupacional en tiempo real, orientado a conectar el sensor torácico, recibir los datos de frecuencia cardíaca, organizarlos durante la jornada laboral, calcular automáticamente la carga cardíaca y generar alertas cuando se supere el umbral preventivo del 40 %.

El desarrollo de CardioWork se realizó en una MacBook Air con chip M4, utilizando Python como lenguaje principal por su flexibilidad y capacidad para integrar procesos de lectura, cálculo, visualización y exportación de datos. Durante el proceso de construcción del sistema también se utilizaron herramientas de inteligencia artificial, como ChatGPT y Codex en su versión de pago mensual Plus, como apoyo para la organización del código, depuración de errores, estructuración de funciones, mejora de la interfaz y generación de reportes.

Es importante precisar que estas herramientas de inteligencia artificial fueron utilizadas únicamente como apoyo técnico. La dirección del proyecto, la definición del objetivo preventivo, la orientación ocupacional del sistema y la interpretación académica corresponden al investigador.

El sistema no tendrá finalidad diagnóstica ni reemplazará el criterio médico ocupacional. Su propósito será apoyar la prevención, permitiendo identificar momentos de posible sobrecarga cardiovascular durante la jornada laboral y generar información útil para la toma de decisiones en seguridad y salud en el trabajo

3.5. Procedimiento

El procedimiento se desarrolló de manera ordenada para registrar la respuesta cardíaca del trabajador durante sus actividades habituales y relacionarla posteriormente con las características de su jornada laboral. Antes de iniciar el monitoreo, se explicó al participante el propósito del estudio, el carácter preventivo de la evaluación, el funcionamiento general del sensor y el

tratamiento confidencial de la información. Posteriormente, el trabajador aceptó voluntariamente participar mediante la firma del consentimiento informado.

Antes de cada jornada se verificó que el sensor torácico PowerLabs estuviera en condiciones adecuadas de funcionamiento y con suficiente batería para realizar el seguimiento. A continuación, se colocó la banda alrededor del tórax del trabajador, procurando un ajuste cómodo y un contacto adecuado con la piel. Una vez colocado el sensor, se comprobó que la propuesta de software recibiera correctamente la señal de frecuencia cardíaca antes de comenzar formalmente el registro.

Una vez establecida la conexión, se inició el monitoreo en tiempo real mientras el trabajador desarrollaba normalmente sus funciones. Durante la jornada se registró de manera continua la frecuencia cardíaca y se relacionaron sus variaciones con las actividades ejecutadas, entre ellas trabajo administrativo, coordinación de personal, reuniones, recorridos de inspección, desplazamientos, atención de novedades y periodos de pausa. El objetivo fue observar la respuesta fisiológica durante el trabajo real, evitando modificar de forma significativa la dinámica habitual del participante.

La frecuencia cardíaca registrada fue convertida automáticamente en porcentaje de carga cardíaca mediante la propuesta de evaluación desarrollada para el estudio. El sistema aplicará automáticamente la fórmula de Apud para calcular la carga cardíaca:

Carga cardíaca (%) = [(FC de trabajo – FC de reposo) / (FC máxima – FC de reposo)] × 100.

La FC de trabajo corresponderá a la frecuencia cardíaca registrada durante la actividad laboral. La FC de reposo corresponderá al valor basal del trabajador antes del inicio de la actividad. La FC máxima será estimada según la edad del participante. A partir de estos datos, CardioWork calculará el porcentaje de carga cardíaca durante el monitoreo.

Durante el monitoreo se estableció el 40 % de carga cardíaca como umbral preventivo de referencia. Cuando se sobrepasaba este porcentaje, la propuesta debía dar una alerta que resulta clave para identificar ese momento máximo de requerimiento fisiológico.

Estas advertencias no fueron vistas como una enfermedad en sí ni como evento cardiovascular, pero sí como una referencia de la tarea que estaba haciendo el trabajador, el tiempo de esfuerzo y la recuperación posterior. El seguimiento hizo posible identificar situaciones que podrían requerir pausas, una disminución temporal de la exigencia o posterior ajuste ergonómico.

El monitoreo se realizó durante cinco jornadas laborales, procurando registrar las principales actividades administrativas, operativas y de supervisión del trabajador. Al finalizar cada jornada, la información obtenida fue almacenada y organizada mediante reportes generados por la propuesta de software. Estos reportes incluyeron los registros de frecuencia cardíaca, los porcentajes de carga cardíaca, las alertas emitidas y los principales eventos identificados durante el seguimiento.

Al final de las cinco jornadas los registros fueron revisados en conjunto. Se corroboraron los valores mínimo, medio y máximo de frecuencia cardíaca y carga cardíaca y los periodos durante los que se superó el umbral del 40 %. Luego, se relacionaron los mencionados momentos con las actividades que desarrollaba el trabajador hasta determinar cuáles de éstas ejercían mayor demanda cardiovascular. La información obtenida permitió preparar tablas y gráficos comparativos y sirvió de base para recomendar medidas preventivas y ajustes ergonómicos de acuerdo con la característica del puesto y la condición de salud del participante.

Los reportes exportados por CardioWork constituirán la principal evidencia documental del proceso de monitoreo y serán utilizados para el análisis de resultados del estudio de caso. Además, podrán incorporarse como anexos de la investigación, con el fin de respaldar la

aplicación práctica del sistema y mostrar la información generada durante el seguimiento ocupacional en tiempo real.

3.6. Criterios éticos

Se respetarán en el estudio ético las cuestiones voluntariedad, confidencialidad, uso responsable de datos biométricos y finalidad preventiva. Es importante resaltar que la persona participante lo hará de forma voluntaria y puede solicitar el retiro en cualquier momento sin repercusiones laborales o personales. Antes del monitoreo, se explicará el procedimiento, los beneficios esperados, las molestias que puede causar el sensor y el verdadero alcance del estudio.

La información que obtengamos será confidencial. No se hará público el nombre del trabajador ni datos que permitan su identificación. Se usarán sólo con fines académicos, preventivos y ocupacionales. La actividad que realices en CardioWork no tendrá fines disciplinarios, sancionatorios ni diagnósticos.

Igualmente, se tendrá que considerar el uso responsable de la inteligencia artificial en el sistema. El investigador, el cual pone a disposición el sistema y la aplicación web, asume la responsabilidad académica, metodológica y profesional del estudio, aunque las herramientas técnicas ChatGPT y Codex fueron utilizadas para la realización del software. Fukumura et al. (2021) destacan que la aceptación de la inteligencia artificial en espacios laborales depende de que existan beneficios claros para la salud y el bienestar, así como garantías de privacidad, confianza y uso adecuado de datos. Por ello, el estudio priorizará la protección del participante y la interpretación preventiva de los resultados.

3.7. Método de análisis de los datos obtenidos.

Los datos obtenidos durante el monitoreo fueron organizados y almacenados en cinco carpetas independientes, cada una correspondiente a una jornada laboral evaluada. En cada

carpeta se conservaron los archivos generados durante el monitoreo, incluyendo los registros de frecuencia cardíaca, los cálculos de carga cardíaca, las alertas emitidas, los eventos identificados y los reportes finales exportados por la propuesta de software. Esta organización permitió mantener la trazabilidad de la información y facilitar su revisión individual y comparativa entre las distintas jornadas.

Una vez finalizado el proceso de recolección, la información correspondiente a los cinco días fue sometida a un análisis integral mediante herramientas de inteligencia artificial, específicamente el servicio de ChatGPT en su versión de paga PLUS, bajo el modelo GPT 5.6 Sol, con el propósito de procesar el gran volumen de datos generado durante el estudio. Utilizar esta metodología resultó en una organización, síntesis e interpretación sistemática de los registros fisiológicos, así como la identificación de patrones de comportamiento, el reconocimiento de los picos de alta demanda cardiovascular y la relación de los picos de carga cardíaca con las actividades que desarrollaba el trabajador. Igualmente, permitió realizar tablas, gráficos y resúmenes que ofrecen una mirada más amplia y detallada de la respuesta fisiológica vista en las cinco jornadas de medición.

Es necesario aclarar que la inteligencia artificial no participó en el momento en que se capturaron los datos en tiempo real. El software propuesto fue definido para permitir registrar la frecuencia cardíaca, y así calcular en forma automática la carga cardíaca y generar alertas preventivas al pasar el umbral. También, a partir de los datos almacenados, se realizó después análisis mediante modelos de inteligencia artificial. Esto se decide con fines metodológicos y técnicos, porque la ejecución simultánea de IA durante el monitoreo exigirá una mayor capacidad de procesamiento, más memoria y recursos para la computación, ya que es necesario que los modelos locales se ejecuten de forma ininterrumpida y no se afecte la estabilidad y el funcionamiento del sistema durante la adquisición de datos.

Al final, estos resultados que fueron obtenidos por medio del análisis asistido por inteligencia artificial fueron contrastados con un registro original y con las actividades realizadas por el trabajador en cada jornada. Este procedimiento se realizó a fin de interpretar los hallazgos desde una perspectiva ergonómica y ocupacional. Lo anterior se hizo identificando las actividades asociadas a mayor demanda cardiovascular y generando evidencia que sirvió de base para las conclusiones y recomendaciones del estudio.

4. Análisis y Resultados

4.1. Revisión general del monitoreo

El monitoreo se realizó durante cinco jornadas laborales, correspondientes a los días 2, 6, 8, 9 y 10 de julio de 2026. El estudio se desarrolló con un solo trabajador que desempeñaba actividades administrativas y operativas, entre ellas control administrativo, monitoreo de cámaras, coordinación de personal, desplazamiento entre áreas y caminatas de inspección.

Durante cada jornada, la propuesta tecnológica registró la frecuencia cardíaca y calculó la carga cardíaca del trabajador. Se definió como umbral preventivo la carga cardíaca de 40%, desde la cual se generan alertas por aumentos de la demanda cardiovascular. El propósito de estas alertas fue el de prevención, pero no era una valoración médica ni un diagnóstico.

La información obtenida fue almacenada en 5 carpetas independientes, una carpetas por jornada y después procesadas y analizadas por inteligencia artificial. Este análisis posterior permitió organizar el volumen de información, comparar los resultados e identificar los periodos y actividades con mayor carga cardíaca. La inteligencia artificial no intervino en el monitoreo ni en la generación de alertas en tiempo real, debido a que la ejecución local de un modelo de este tipo requiere mayores recursos informáticos.

4.2. Análisis general y comparativo

La Tabla 1 presenta los principales resultados obtenidos durante las cinco jornadas. Se comparan la frecuencia cardíaca, la carga cardíaca, el tiempo durante el cual se alcanzó o superó el umbral preventivo del 40 %, las alertas emitidas y la actividad relacionada con el valor máximo de cada día.

Tabla 1. Comparación general de las cinco jornadas de monitoreo

Tabla 1. Comparación general de las cinco jornadas de monitoreo.

Jornada	FC promedio (lpm)	FC máxima (lpm)	Carga cardíaca promedio	Carga cardíaca máxima	Tiempo con carga ≥ 40 %	Alertas emitidas	Actividad asociada con el valor máximo
2 de julio	83,37	102	13,54 %	31,97 %	0 min	0	Actividad no registrada
6 de julio	85,92	130	16,37 %	61,22 %	7 min 37 s	53	Coordinación de personal centinela
8 de julio	79,31	126	11,99 %	57,14 %	5 min 45 s	26	Control administrativo
9 de julio	85,81	154	17,44 %	85,71 %	18 min 14 s	90	Caminata de inspección
10 de julio	80,06	128	12,73 %	59,18 %	8 min 38 s	51	Pausa o descanso

Nota: FC = frecuencia cardíaca; lpm = latidos por minuto. Las alertas corresponden a los avisos emitidos al alcanzar los niveles preventivos de carga cardíaca establecidos por la propuesta tecnológica. Un mismo periodo de elevación pudo generar más de un aviso conforme aumentaba o se mantenía la carga cardíaca.

Los resultados muestran que la frecuencia cardíaca promedio se mantuvo entre 79,31 y 85,92 lpm. El valor máximo de frecuencia cardíaca fue de 154 lpm y se registró el 9 de julio durante una caminata de inspección. En esa misma jornada se obtuvo la mayor carga cardíaca, con un valor máximo de 85,71 %, el mayor tiempo sobre el umbral preventivo y la mayor cantidad de alertas emitidas.

En las jornadas del 6, 8 y 10 de julio también se registraron valores superiores al 40 % de carga cardíaca, relacionados con actividades de coordinación de personal, control administrativo y pausa o descanso. En contraste, durante la jornada del 2 de julio la carga cardíaca máxima fue de 31,97 %, por lo que no se alcanzó el umbral preventivo ni se emitieron alertas.

Figura 1. Comportamiento de la carga cardíaca durante las cinco jornadas y umbral preventivo del 40 %

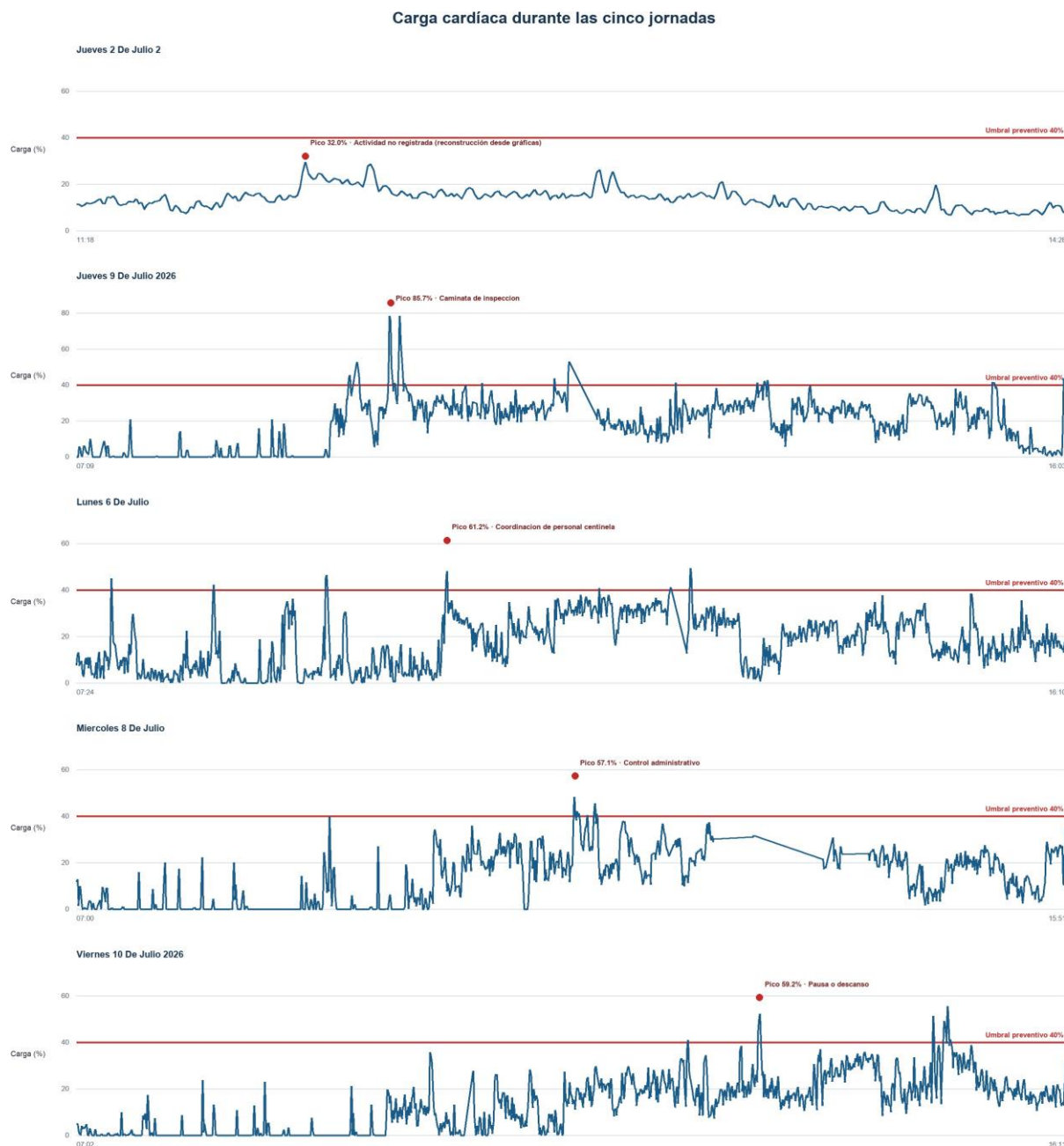


Ilustración 1. Comportamiento de la carga cardíaca durante las cinco jornadas y umbral preventivo del 40%.

La línea roja representa el umbral preventivo del 40 %. Los puntos señalados corresponden al valor máximo registrado en cada jornada y muestran la actividad que se realizaba en ese momento.

Fuente: Datos obtenidos mediante el sistema de monitoreo cardíaco ocupacional en tiempo real.

4.3. Resultados por jornada de monitoreo

4.3.1. Jornada del 2 de julio

Tabla 2. Resultados de la jornada del 2 de julio

Tabla 2. Resultados de la jornada del 2 de Julio.

Variable	Resultado
Duración del monitoreo	3 h 10 min 03 s
Registros válidos	11.404
Frecuencia cardíaca promedio	83,37 lpm
Frecuencia cardíaca máxima	102 lpm
Carga cardíaca promedio	13,54 %
Carga cardíaca máxima	31,97 %
Tiempo con carga ≥ 40 %	0 min
Alertas emitidas	0
Actividad asociada con el máximo	No registrada

Figura 2. Comportamiento de la carga cardíaca durante la jornada del 2 de julio



Ilustración 2. Comportamiento de la carga cardíaca durante la jornada del 2 de julio.

Durante esta jornada, la carga cardíaca se mantuvo por debajo del umbral preventivo. El valor máximo fue de 31,97 %, por lo que no se generaron alertas.

4.3.2. Jornada del 6 de julio

Tabla 3. Resultados por actividad durante la jornada del 6 de julio

Tabla 3. Resultados por actividad durante la jornada del 6 de julio.

Actividad	FC promedio / máxima (lpm)	Carga promedio / máxima	Tiempo ≥ 40 %	Alertas
Control administrativo	85,92 / 123	16,41 % / 54,08 %	4 min 41 s	32
Monitoreo de cámaras	79,90 / 117	10,36 % / 47,96 %	12 s	2
Desplazamiento entre áreas	79,66 / 111	10,47 % / 41,84 %	21 s	4
Coordinación de personal centinela	81,12 / 130	11,44 % / 61,22 %	2 min 01 s	11
Caminata de inspección	87,77 / 114	18,15 % / 44,90 %	13 s	2
Pausa o descanso	92,39 / 110	22,85 % / 40,82 %	9 s	2
Total de la jornada	85,92 / 130	16,37 % / 61,22 %	7 min 37 s	53

Figura 3. Comportamiento de la carga cardíaca durante la jornada del 6 de julio

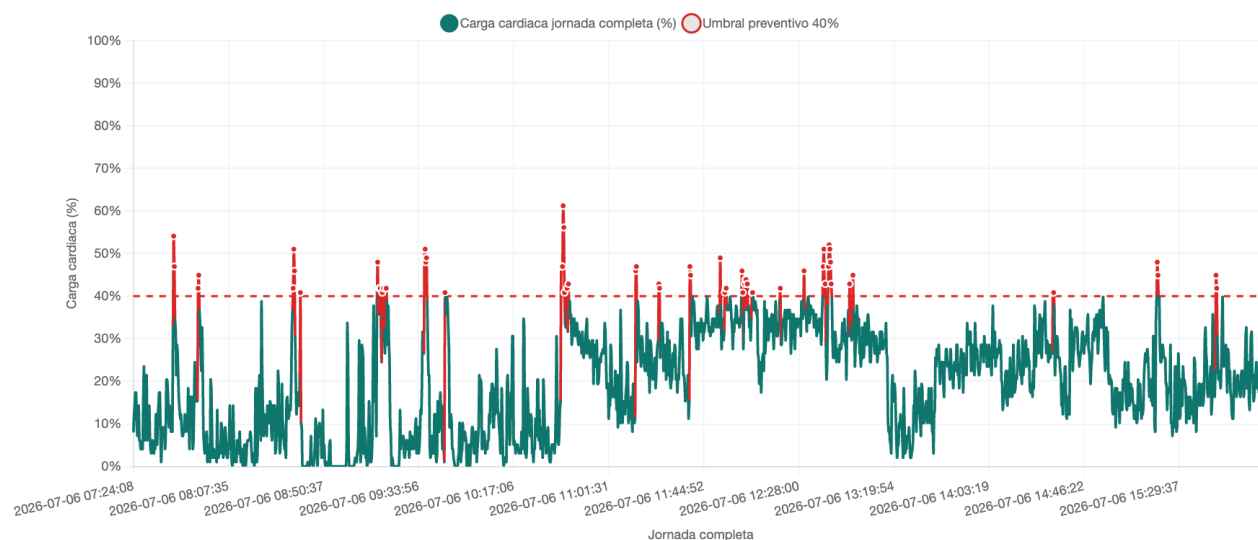


Ilustración 3. Comportamiento de la carga cardíaca durante la jornada del 6 de julio.

El valor máximo fue de 61,22 % y se registró durante la coordinación de personal centinela. La mayor cantidad de alertas se presentó durante el control administrativo, actividad que también acumuló el mayor tiempo sobre el umbral.

4.3.3. Jornada del 8 de julio

Tabla 4. Resultados de la jornada del 8 de julio

Tabla 4. Resultados de la jornada del 8 de julio.

Variable	Resultado
Duración del monitoreo	8 h 51 min 42 s
Registros válidos	26.831
Actividad registrada	Control administrativo
Frecuencia cardíaca promedio	79,31 lpm
Frecuencia cardíaca máxima	126 lpm
Carga cardíaca promedio	11,99 %
Carga cardíaca máxima	57,14 %
Tiempo con carga ≥ 40 %	5 min 45 s
Alertas emitidas	26

Figura 4. Comportamiento de la carga cardíaca durante la jornada del 8 de julio

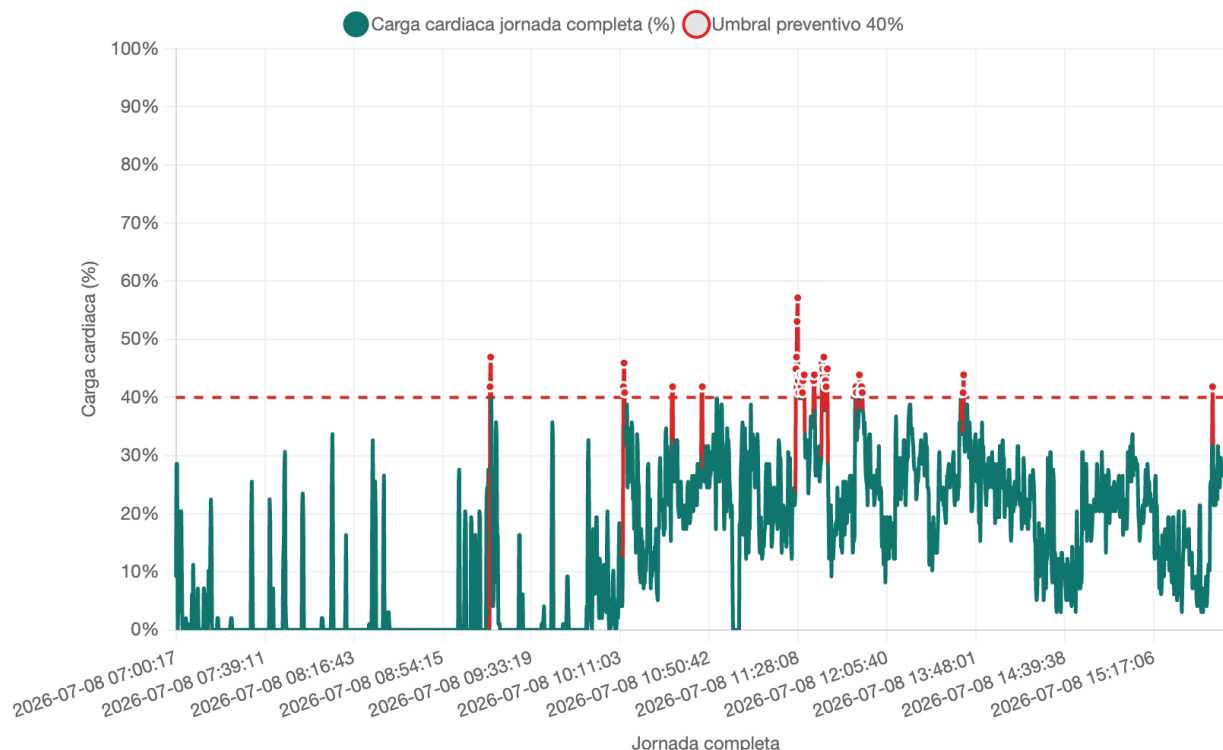


Ilustración 4. Comportamiento de la carga cardíaca durante la jornada del 8 de julio

Durante esta jornada se registró únicamente la actividad de control administrativo. La carga máxima alcanzó 57,14 % y el tiempo acumulado sobre el umbral fue de 5 minutos y 45 segundos.

4.3.4. Jornada del 9 de julio

Tabla 5. Resultados por actividad durante la jornada del 9 de julio

Tabla 5. Resultados por actividad durante la jornada del 9 de julio.

Actividad	FC promedio / máxima (lpm)	Carga promedio / máxima	Tiempo ≥ 40 %	Alertas
Control administrativo	70,02 / 123	4,37 % / 54,08 %	2 min 08 s	11
Caminata de inspección	100,26 / 154	30,88 % / 85,71 %	6 min 09 s	16
Coordinación de personal centinela	92,69 / 127	23,16 % / 58,16 %	3 min 04 s	22
Desplazamiento entre áreas	92,17 / 120	22,63 % / 51,02 %	23 s	2
Pausa o descanso	91,00 / 125	21,44 % / 56,12 %	6 min 30 s	39
Total de la jornada	85,81 / 154	17,44 % / 85,71 %	18 min 14 s	90

Figura 5. Comportamiento de la carga cardíaca durante la jornada del 9 de julio

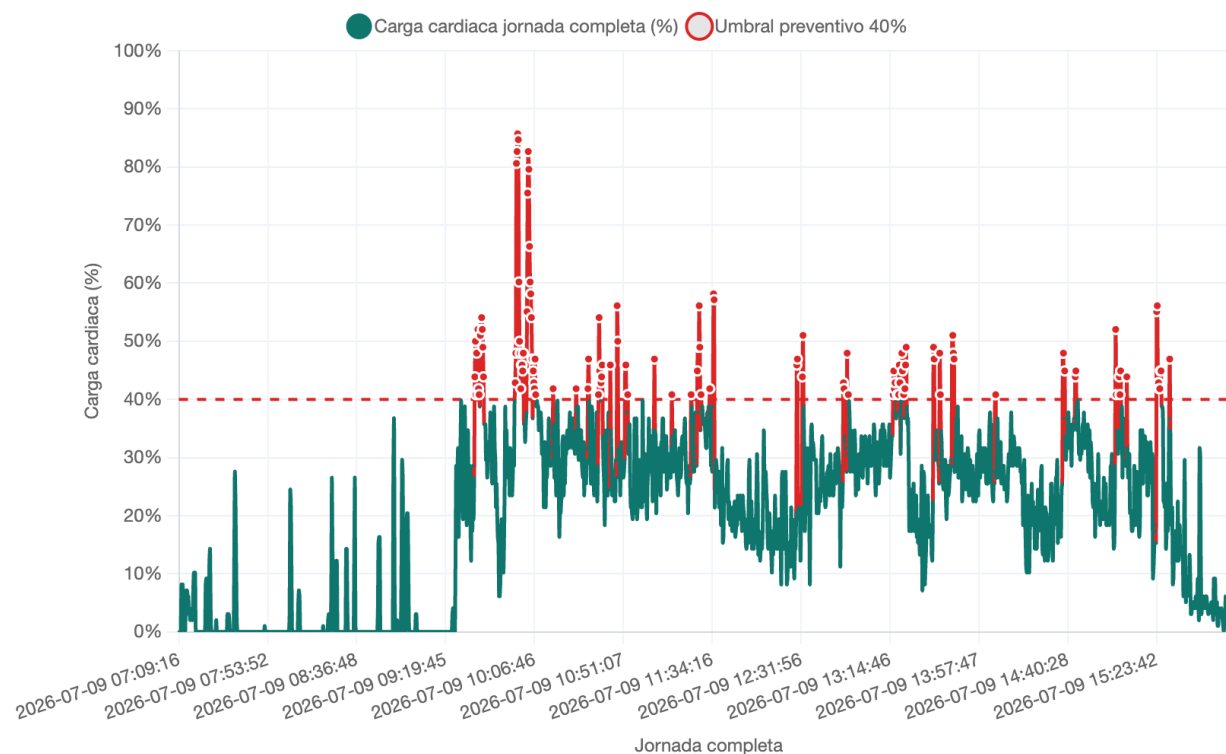


Ilustración 5. Comportamiento de la carga cardíaca durante la jornada del 9 de julio.

Esta jornada presentó los valores más elevados del monitoreo. El máximo de 85,71 % ocurrió durante una caminata de inspección, mientras que la mayor cantidad de alertas y el mayor tiempo acumulado sobre el umbral se registraron durante la pausa o descanso.

4.3.5. Jornada del 10 de julio

Tabla 6. Resultados por actividad durante la jornada del 10 de julio

Tabla 6. Resultados por actividad durante la jornada del 10 de julio.

Actividad	FC promedio / máxima (lpm)	Carga promedio / máxima	Tiempo ≥ 40 %	Alertas
Control administrativo	78,14 / 128	11,28 % / 59,18 %	6 min 15 s	39
Pausa o descanso	89,44 / 128	19,84 % / 59,18 %	2 min 23 s	12
Total de la jornada	80,06 / 128	12,73 % / 59,18 %	8 min 38 s	51

Figura 6. Comportamiento de la carga cardíaca durante la jornada del 10 de julio

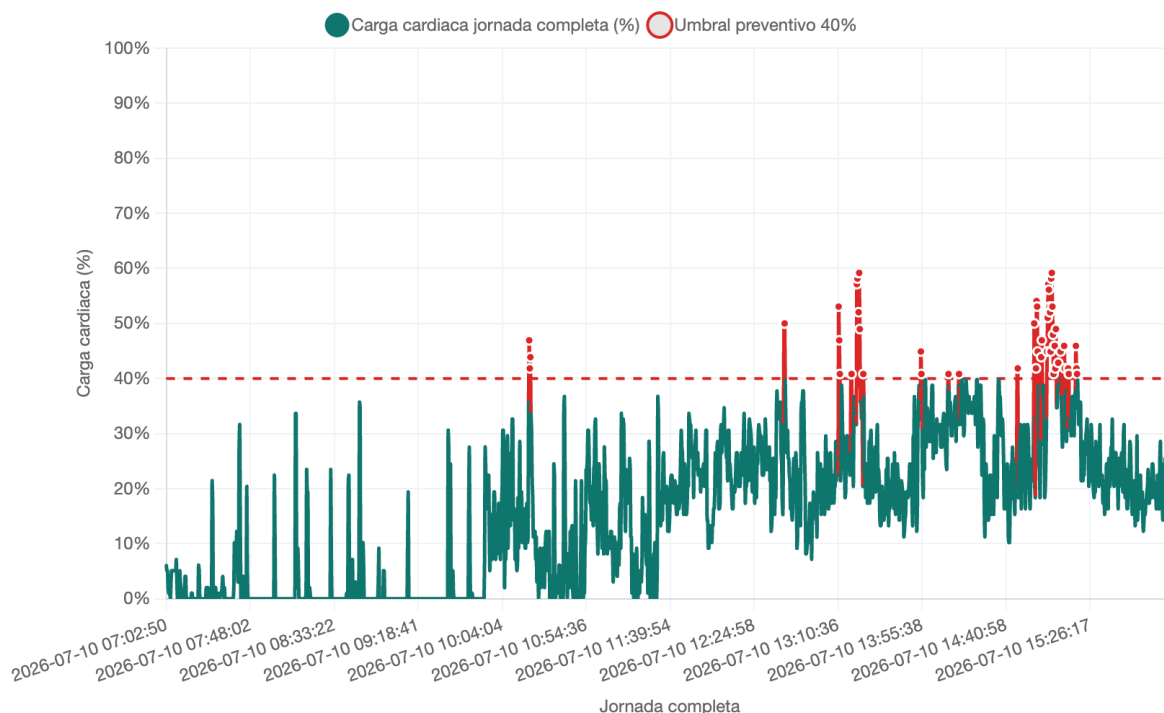


Ilustración 6. Comportamiento de la carga cardíaca durante la jornada del 10 de julio

La carga máxima fue de 59,18 % y apareció durante una pausa o descanso. Sin embargo, el control administrativo concentró la mayor cantidad de alertas y el mayor tiempo acumulado sobre el umbral preventivo.

Nota general: FC = frecuencia cardíaca; lpm = latidos por minuto. Las alertas corresponden a los avisos emitidos al alcanzar los niveles preventivos establecidos. La información se presenta con finalidad descriptiva y preventiva.

Fuente: Datos obtenidos mediante el sistema de monitoreo cardíaco ocupacional en tiempo real.

4.4. Relación entre la carga cardíaca y las actividades realizadas

La relación entre la actividad laboral y la respuesta cardiovascular se analizó mediante la frecuencia cardíaca, la carga cardíaca y las alertas registradas durante cada tarea.

Tabla 7. Resultados según la actividad realizada*Tabla 7. Resultados según la actividad realizada*

Actividad	Tiempo registrado	FC promedio / máxima (lpm)	Carga promedio / máxima	Tiempo ≥ 40 %	Alertas
Caminata de inspección	1 h 37 min 42 s	92,73 / 154	23,20 % / 85,71 %	6 min 22 s	18
Pausa o descanso	5 h 50 min 51 s	90,85 / 128	21,28 % / 59,18 %	9 min 02 s	53
Coordinación de personal centinela	3 h 08 min 06 s	87,68 / 130	18,08 % / 61,22 %	5 min 05 s	33
Desplazamiento entre áreas	38 min 12 s	86,58 / 120	17,19 % / 51,02 %	44 s	6
Control administrativo	22 h 15 min 27 s	79,26 / 128	11,82 % / 59,18 %	18 min 49 s	108
Monitoreo de cámaras	7 min 31 s	79,90 / 117	10,36 % / 47,96 %	12 s	2

Figura 7. Carga cardíaca promedio según la actividad realizada

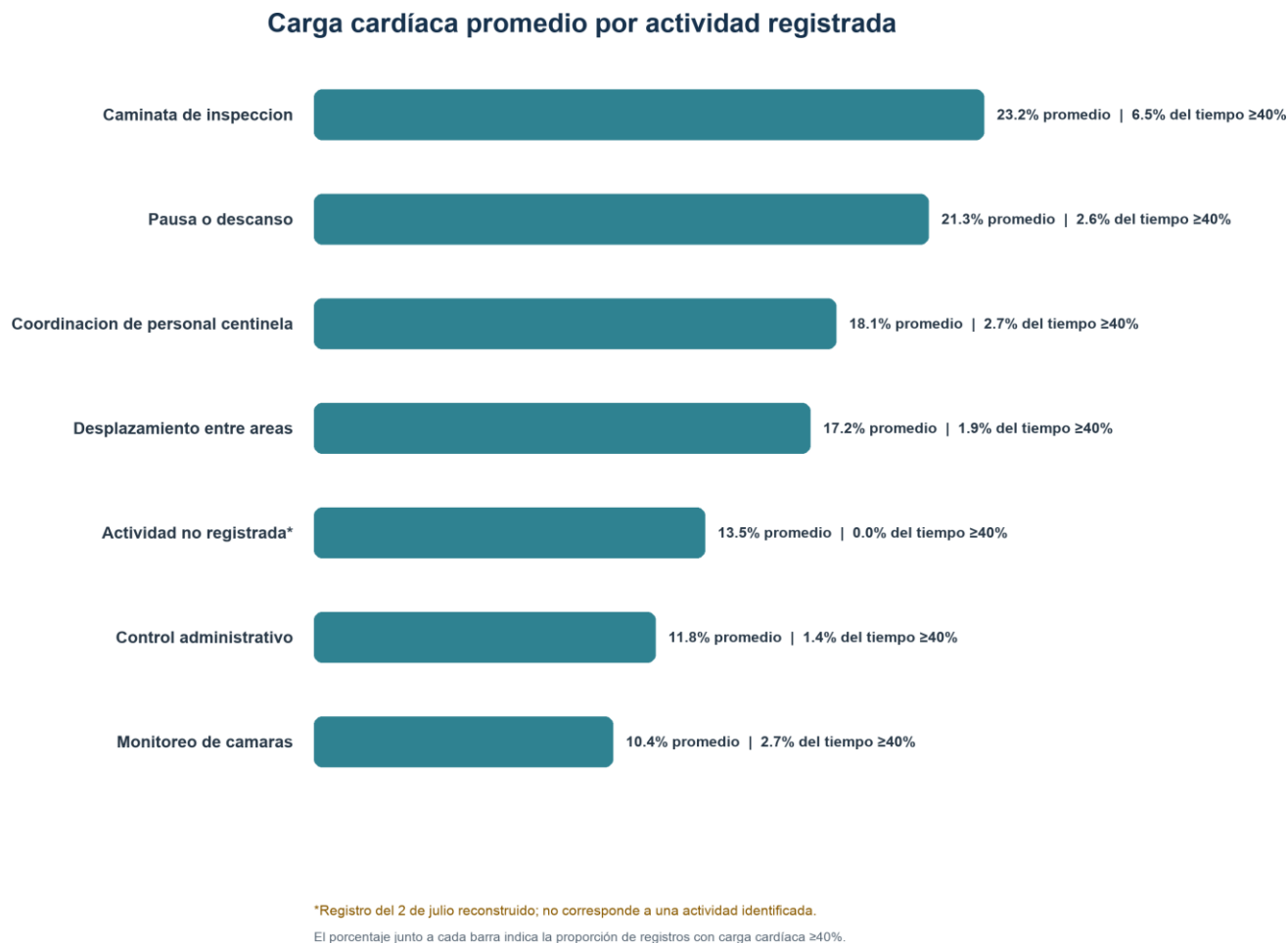


Ilustración 7. Carga cardíaca promedio según la actividad realizada

La caminata de inspección presentó la mayor carga cardíaca promedio, con 23,20 %, seguida de la pausa o descanso, con 21,28 %, y la coordinación de personal centinela, con 18,08 %.

Figura 8. Carga cardíaca máxima según la actividad y umbral preventivo del 40 %

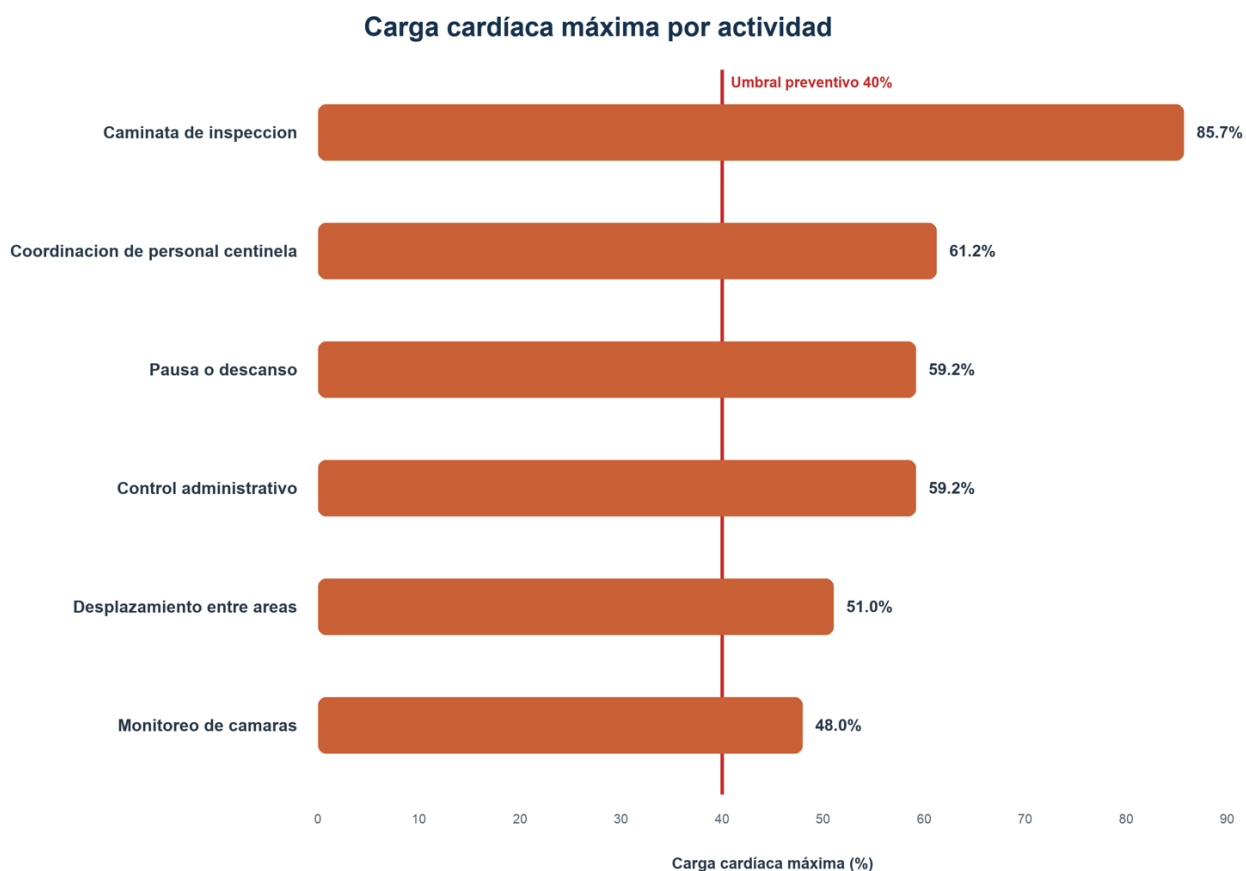


Ilustración 8. Carga cardíaca máxima según la actividad y umbral preventivo del 40 %

Todas las actividades identificadas presentaron al menos un valor superior al umbral preventivo del 40 %. La caminata de inspección alcanzó el máximo más elevado, con 85,71 %, seguida de la coordinación de personal centinela, con 61,22 %.

El control administrativo acumuló el mayor tiempo sobre el umbral y la mayor cantidad de alertas debido a que fue la actividad realizada durante más tiempo. Los valores registrados durante las pausas deben interpretarse con cautela, ya que pueden corresponder al periodo de recuperación posterior a otra actividad o a un cambio tardío en el registro de la tarea.

Fuente: Datos obtenidos mediante el sistema de monitoreo cardíaco ocupacional en tiempo real.

4.5. Síntesis de resultados

El análisis correspondiente a las cinco jornadas permitieron revisar 132.473 registros de frecuencia y carga cardíaca obtenidos en actividades de carácter administrativo y operativo. En conjunto, la frecuencia cardiaca media se mantuvo entre 79,31 y 85,92 lpm; la carga cardiaca media oscilo entre 11.99 % y 17.44 %. Se registraron un total de 40 minutos y 14 segundos que tuvieron valores iguales o superiores al umbral preventivo del 40 %.

Los resultados más altos corresponden a la fecha 9 de julio, donde la frecuencia cardíaca máxima fue de 154 lpm, una carga cardíaca máxima de 85.71 %, así como un tiempo acumulado sobre el umbral de 18 minutos 14 segundos. La mayor magnitud que se ha dado fue en un recorrido de supervisión. Esta actividad también presentó la mayor carga cardíaca promedio entre tareas registradas, mientras que el control administrativo acumuló el mayor tiempo sobre el umbral debido a su mayor duración.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la propuesta tecnológica permitió registrar cambios en la respuesta cardiovascular, correlacionarlos con las actividades realizadas y emitir alertas al superar los límites establecidos. La información obtenida permite prever momentos de la jornada laboral en los que hay mayor exigencia, pero no quiere decir que los resultados supongan una valoración o diagnóstico clínico.

5. Discusión

5.1. Interpretación de los principales hallazgos

Los resultados muestran que la carga cardíaca del trabajador cambió de acuerdo con las actividades realizadas durante la jornada. Aunque el trabajo tuvo un componente predominantemente sedentario, también incluyó caminatas, desplazamientos y coordinación de personal. Se produjeron incrementos puntuales en la frecuencia cardíaca y en algunos momentos se detectaron periodos en que la carga cardíaca se encuentra por encima del 40 % de la carga cardíaca preventiva.

La actividad que presenta una mayor carga cardíaca promedio y máxima fue la inspección. Un hecho importante se dio el 09 de julio, cuando se estabilizaron 154 lpm y una carga cardíaca del 85,71 %. Este comportamiento sugiere que las tareas con desplazamiento tapan un mayor costo cardiovascular que las actividades realizadas en posición sedentaria. Sin embargo, la respuesta observada también puede haber sido influenciada por las condiciones ambientales, el ritmo al caminar, los movimientos anteriores y las características individuales del trabajador.

El control administrativo mostró una carga media inferior, pero fue el que acumuló mayor tiempo sobre el umbral y mayor número de alertas. El resultado observado puede explicarse por el tiempo prolongado de la actividad, la permanencia en una única postura y posibles momentos de tensión o exigencia laboral. Por consiguiente, una actividad pasiva no implica, necesariamente, la ausencia de variaciones a nivel cardiovascular, si se mantiene durante prolongados periodos.

Se consideraron actitudes activas en actividades como un cambio de tarea. Este resultado debe ser interpretado con precaución, ya que algunas pausas pudieron iniciar inmediatamente después de una actividad de mayor esfuerzo. La frecuencia cardíaca no baja inmediatamente en

estos casos, sino que requiere un proceso de recuperación. Es probable que se produjera un desfase entre el cambio de actividad y el reconocimiento en la propuesta tecnológica.

Las condiciones individuales del trabajador, incluyendo sus antecedentes cardiovasculares y metabólicos, deben considerarse como parte del contexto del estudio. No obstante, los datos obtenidos no permiten determinar si los aumentos registrados se originaron directamente por estas condiciones o por una actividad específica. Los resultados tienen una finalidad preventiva y descriptiva, por lo que no deben interpretarse como evidencia de enfermedad, descompensación o diagnóstico médico.

La propuesta tecnológica permitió observar la respuesta cardiovascular a lo largo de la jornada y relacionar los aumentos de carga cardíaca con las actividades registradas. La aplicación del umbral preventivo del 40 % facilitó la identificación de eventos que podrían pasar inadvertidos en una evaluación realizada únicamente al inicio o al final del trabajo. De esta manera, el monitoreo continuo aportó información sobre el momento, la duración y la actividad asociada con cada elevación. Después de que terminó la recolección, se utilizó inteligencia artificial para que organizara, comparara y analizara la gran data.

Su uso hizo posible identificar patrones y eventos relevantes, aunque no interfirió en las decisiones y tampoco alertó durante el monitoreo en tiempo real. Esta diferencia es fundamental para fijar con claridad el alcance real de la propuesta.

Finalmente, los hallazgos provienen de un estudio de caso único, por lo que no se puede generalizar a todos los trabajadores que tengan actividades o condiciones de salud similares. Las paradas del sensor, la falta de información particular sobre ciertas condiciones ambientales y la dependencia de registros manuales de actividad facilitaron interpretaciones. A pesar de eso, la información obtenida pone de manifiesto la utilidad preventiva de vincular los valores de la

frecuencia cardiaca, de la carga cardiaca y de la actividad laboral durante jornadas de trabajo completas.

5.2. Comparación con la literatura científica

Los hallazgos coinciden con Tapia-Escalante y Tapia-Gómez (2022), quienes reconocen la carga cardíaca como un biomarcador útil para el ajuste ergonómico. En las dos situaciones, se usa la frecuencia cardíaca para conocer la respuesta frente al trabajo y no para el diagnóstico de cardiopatías. CardioWork utiliza la automatización de la fórmula de Apud, identificando el cruce del umbral y preservando su secuencia temporal.

La identificación de no-representados picos de la media coincide con la investigación de Donisi et al. (2022), donde se apreció el potencial de los sensores portátiles y de la inteligencia artificial para la evaluación ergonómica, y de Lee y Lee (2022), donde se señala el valor de un registro cardíaco en tiempo real para la gestión de la carga individual. Hamilton y su equipo (2023) resaltan cómo los dispositivos portátiles son útiles para caracterizar las demandas físicas en el entorno laboral. El presente caso añade que la señal también debe interpretarse frente a exigencias cognitivas y organizacionales, sin asignarle una causa única fuera del contexto de la actividad.

La transformación automatizada de datos en alertas se relaciona con lo planteado por Molina-Castaño y Arango-Alzate (2024) y Vallejo-Morán y Núñez Solano (2025) sobre el aporte de la inteligencia artificial a la anticipación de riesgos ocupacionales. La alerta no sustituye la evaluación profesional que debe realizarse, que prioriza lo que debe contrastarse con la tarea y la calidad del registro. Esta orientación también es coherente con la OMS y Weintraub et al. (2011) ya que el trabajo es considerado un lugar estratégico para la prevención cardiaca.

5.3. Aporte de CardioWork a la Medicina Ocupacional

El principal objetivo que se ha logrado conforme a las limitaciones propias de un estudio de caso. CardioWork mostró ser una herramienta útil porque permite recibir en tiempo real la frecuencia cardíaca, calcular automáticamente la carga mediante la fórmula de Apud, emitir alertas preventivas, registrar eventos y exportar reportes. Lo innovador de este modelo consiste en que se integran todas estas funciones en un flujo que está orientado hacia la vigilancia ocupacional.

La carga cardíaca relativa es más relevante que un umbral fijo para todos, dado que vincula la frecuencia de trabajo con los valores individuales de reposo y máximo teórico. La alerta permite actuar durante la exposición y el reporte permite el análisis posterior y la documentación. Así, el parque puede ayudar a decidir pausas, recuperación, recorridos y distribución de tareas. Es preventivo y decisional; no sustituye la valoración de persona médica; no predice enfermedad.

5.4. Limitaciones técnicas

La propuesta tecnológica mostró viabilidad, bajo coste y ser poco invasiva, lo que favorece su implementación en el ámbito laboral. Sin embargo, la movilidad del trabajador estuvo limitada por el alcance de la conexión Bluetooth entre el sensor y la computadora utilizada durante el monitoreo.

El sensor no dispone de memoria interna, por lo que depende permanentemente de la computadora y de la propuesta de software para almacenar la información. En consecuencia, una desconexión, la pérdida de señal o el alejamiento fuera del alcance Bluetooth pueden ocasionar registros incompletos que no pueden recuperarse posteriormente.

La Inteligencia Artificial no se pudo ejecutar durante el monitoreo, debido a los recursos de procesamiento, memoria y energía que necesita para operar un modelo local. Se podría utilizar un agente de inteligencia artificial conectado a la red pero, cuando sea necesario,

dependerá de que haya buena red, lo cual no siempre está asegurado en todos los lugares de trabajo. Por lo anterior, el análisis mediante inteligencia artificial se realizó luego de la recolección. No obstante, el sistema de alertas funcionó en tiempo real y emitió avisos cuando la carga cardíaca alcanzó o superó los umbrales establecidos.

5.5. Perspectivas futuras

Una futura versión podría desarrollarse como una aplicación móvil para Android e iOS, lo que aumentaría su accesibilidad y permitiría mayor libertad de movimiento durante la jornada. También sería conveniente incorporar sensores con memoria interna, mayor autonomía y capacidad de sincronización posterior, con el fin de reducir la pérdida de información durante las desconexiones.

La propuesta de software podría optimizarse mediante una arquitectura más eficiente o el empleo de otros lenguajes y herramientas de programación que faciliten su funcionamiento en dispositivos móviles. Asimismo, su aplicación durante periodos más prolongados y con un mayor número de trabajadores permitiría obtener más información, reconocer nuevos patrones y mejorar progresivamente la estabilidad y precisión del sistema.

Finalmente, podría ampliarse el uso de inteligencia artificial durante el monitoreo mediante modelos más livianos y de menor consumo de recursos. Esto ayudaría a complementar las alertas por umbrales con identificación de cambios inusuales en tiempo real. Su inclusión deberá tener un carácter preventivo, salvaguardar la confidencialidad de los datos y evitar que las alertas automáticas sean confundidas como diagnósticos médicos.

6. Conclusiones

CardioWork probó su utilidad preventiva porque superaciones del 40% o más ayudan a clasificar severidades, agrupar episodios, identificar ventanas críticas y relacionar respuestas a actividades. Su aporte más rescatable fue la revelación de picos que los promedios escondían.

La información reduce temporalmente la demanda, permite hidratarse y alternar tareas, redistribuir recorridos e inspeccionar recuperación antes de relanzar.

Según este estudio se logran establecer las condiciones en que CardioWork tiene utilidad preventiva para el monitoreo cardíaco ocupacional en tiempo real. Su empleo a lo largo de cinco jornadas logró habilitar la visión de la respuesta fisiológica del trabajador en el ejercicio de funciones operativas, administrativas y de liderazgo, la identificación de momentos de más exigencia y el vínculo temporal de los mismos con la tarea realizada. Así, se logró el objetivo general, ya que el sistema entregó información oportuna para el reconocimiento de posibles episodios de sobrecarga cardiovascular, sin que tuviese un significado diagnóstico.

El monitoreo ininterrumpido demostró que los promedios diarios no reflejan totalmente el comportamiento fisiológico en el trabajo. Una jornada puede tener un valor medio moderado y, al mismo tiempo, registrar importantes picos transitorios desde un punto de vista preventivo. La principal ventaja del registro en tiempo real fue la secuenciación de los cambios. Gracias a ello, se pudo identificar cuándo se produjo una elevación, cuál era la actividad concurrente y cómo posteriormente evolucionó la carga. La capacidad de medir la variabilidad laboral mediante el uso de dispositivos portátiles resulta más sensible que las mediciones de sólo antes o sólo después.

La primera demanda relativa se genera a partir de las caminatas de inspección. Esto nos permite concluir que los desplazamientos prolongados son una actividad clave del seguimiento preventivo del caso. Aunque las actividades administrativas acumularon mayor tiempo absoluto

sobre umbral por su tiempo de realización, las tareas de coordinación también se relacionaron con aumentos relevantes. Como consecuencia, el requerimiento cardiovascular del puesto no se limitó a la actividad física monumental que realiza el operario. Una completísima gama de demandas, mezcla de movimiento, supervisión, atención a novedades, toma de decisiones y responsabilidad organizacional que debe ser evaluada globalmente desde la Medicina Ocupacional y la Ergonomía.

La lectura en conjunto de la intensidad, la duración, la repetición y la recuperación fue más informativa que los máximos. Los episodios superiores al 40 % deben interpretarse como alertas para revisar el contexto de la tarea, la continuidad del esfuerzo y la posterior recuperación. No son desarrollos patológicos en la enfermedad cardíaca ni permiten hacer diagnósticos. Su importancia reside en facilitar la condición de parar, hidratar, regular recorridos, redistribuir la temporalización de la actividad y comprobar la adecuación de la recuperación antes de continuar con tareas pertinaces.

CardioWork mostró que era posible concentrar en un solo software la recepción de la frecuencia cardíaca, el cálculo automático de la carga por la fórmula de Apud, la generación de alarmas preventivas, el registro de eventos y la exportación de reportes. Este acortamiento de las distancias entre la generación de datos y su ocupación. El sistema no sustituye la valoración médica ni el criterio del profesional de seguridad y salud en el trabajo, sino que sirve de apoyo para priorizar los eventos, registrar exposiciones y contribuir en la toma de decisiones preventivas basadas en información fisiológica de cada persona.

Las disparidades observadas entre días se corroboraron sobre la veracidad de que la carga cardíaca es dinámica, así como se deriva de la distribución de tareas, sus duraciones y las particularidades del trabajo. Dado que se trata de un estudio de caso, los resultados nos permiten describir la experiencia del trabajador evaluado, pero no se pueden generalizar. Sin embargo,

muestran la viabilidad técnica y utilidad práctica de la vigilancia fisiológica contextualizada y ofrecen un respaldo para futuras investigaciones con mayor tamaño muestral y diversidad ocupacional.

Las limitaciones en la autonomía del sensor, la no disponibilidad de la memoria interna, la restricción de alcance Bluetooth y los requerimientos computacionales, limitaron la continuidad y movilidad del sistema pero no su utilidad vislumbrada. En conjunto, CardioWork es una prueba de concepto funcional que permite una monitorización fisiológica continua, análisis automatizado y prevención ocupacional. El desarrollo de esta tecnología permite anticipar situaciones más exigentes, robustecer la fiscalización del trabajo real y facilitar intervenciones previas a que la sobrecarga generada sea un problema para la salud de los trabajadores.

7. Recomendaciones

Se sugiere la inclusión del monitoreo constante de la actividad cardiaca como herramienta complementaria en la vigilancia ocupacional de trabajos que combinan desplazamiento, supervisión, decisión y administración. Su implementación debe seguir un protocolo que contenga el objetivo preventivo, condiciones del registro, criterios de interpretación y acciones a desarrollar posterior a una notificación. Dicha información no debe ser utilizada con fines diagnósticos, disciplinarios o de evaluación del rendimiento, sino más bien para comprender la relación entre la demanda laboral y la respuesta fisiológica del individuo.

El tipo de las caminatas de inspección en el puesto analizado debe ser según la intensidad, duración, condiciones ambientales y continuidad. Los recorridos de cierta duración han de alternarse con periodos de menor exigencia, evitando la acumulación de desplazamientos sin recuperación suficiente. Se debe velar por garantizar la hidratación y programar pausas de corta duración cuando las condiciones térmicas o la extensión de la ruta lo soliciten. Si una ruta presenta una misma alerta repetidamente, es un motivo que invita a la revisión de la secuencia y distancia de la misma, así como de su ritmo, además de la redistribución de sectores o tareas.

Las actividades administrativas y de coordinación también precisan prevención, ya que la acumulación del tiempo sobre el umbral se da sin esfuerzo físico evidente. Lo mejor será evitar tiempos que sean muy prolongados, introducir micropausas y distribuir las tareas de mayor responsabilidad a lo largo de la jornada. Las pausas se deben considerar por su efecto recuperador. Si la carga se mantiene elevada, habrá que prolongar el descanso, reducir la demanda de manera temporal o comprobar si hay interrupciones que impiden la recuperación.

Cuando el alertamiento se sitúa por encima del 40% se debe realizar una respuesta gradual que consiste en comprobar la calidad de la señal, confirmar la actividad, valoración de la duración, repetición y recuperación. Si hay elevaciones sostenidas o agrupadas, es recomendable

interrumpir la tarea temporalmente, favorecer la hidratación y el reposo y reanudarla cuando la carga se normalice adecuadamente. Los patrones que se repiten deben informarse al servicio de salud y seguridad ocupacional para revisar el puesto. Se deben aplicar los procedimientos médicos institucionales ante cualquier síntoma, sin depender de la alerta.

Para utilizar CardioWork de manera institucional hay que especificar el uso, nombrar responsables, capacitar personal, hacer mantenimiento, proteger datos y establecer criterios de actuación. Los informes tienen que guardar el contexto de cada evento – actividad, hora, duración y recuperación – no hay que realizar interpretación. Igualmente, se han de establecer mecanismos de consentimiento, confidencialidad, acceso restringido y custodia segura. Se iniciará la adopción con aplicaciones controladas y evaluación periódica de utilidad, aceptación y calidad del registro.

En el ámbito tecnológico, se sugiere incluir anuncios de batería, desconexión o señal insuficiente. El sensor debe tener memoria interna y post-sincronización. Contar con una versión móvil para Android e IOS evitaría el uso del computador y facilitaría los desplazamientos. Igualmente, conviene aumentar la independencia y explorar el Edge AI con modelos livianos, explicativos y eficientes, sin comprometer continuidad monitoreo.

8. Referencias

- Donisi, L., Cesarelli, G., Pisani, N., Ponsiglione, A. M., Ricciardi, C., & Capodaglio, E. (2022). Wearable sensors and artificial intelligence for physical ergonomics: A systematic review of literature. *Diagnostics*, 12(12), 3048. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12123048>
- Fukumura, Y. E., Gray, J. M., Lucas, G. M., Becerik-Gerber, B., & Roll, S. C. (2021).
- G. (2024). La ergonomía cognitiva como estrategia para la optimización de la productividad laboral: Análisis bibliométrico. *Revista DELOS*, 17(62), e3413. <https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n62-214>
- Hamilton, B., Dairywala, M., Highet, A., Nguyen, T. C., O'Sullivan, P., Chern, H., et al. (2023). Artificial intelligence based real-time video ergonomic assessment and training improves resident ergonomics. *The American Journal of Surgery*, 226(6), 798–803. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2023.07.028>
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201–205. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)
- Knapper, J. T., Ghasemzadeh, N., Khayata, M., Patel, S. P., Quyyumi, A. A., Mendis, S., Mensah, G. A., Taubert, K., & Sperling, L. S. (2015). Time to change our focus: Defining, promoting, and impacting cardiovascular population health. *Journal of the American College of Cardiology*, 66(8), 960–971. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.07.008>
- Lee, Y., & Lee, C. H. (2022). SEE: A proactive strategy-centric and deep learning-based ergonomic risk assessment system for risky posture recognition. *Advanced Engineering Informatics*, 54, 101717. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101717>

McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99.

[https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)

Molina-Castaño, C. F., & Arango-Alzate, C. M. (2024). Aplicaciones de la inteligencia artificial en salud y seguridad en el trabajo: Una revisión sistemática. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 33(4), 485–502.

https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S3020-11602024000400010&script=sci_arttext

Organización Mundial de la Salud. (2025a). *Cardiovascular diseases (CVDs)*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-%28cvds%29>

Organización Mundial de la Salud. (2025b). *Stroke*. World Health Organization.

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/stroke>

Pishgar, M., Issa, S. F., Sietsema, M., Pratap, P., & Darabi, H. (2021). REDECA: A novel framework to review artificial intelligence and its applications in occupational safety and health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13),

6705. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136705>

Romero Haddad, C. R., De la Puente Jabib, K., Coavas-Blanquicet, S. G., & Ruíz Padilla,

Safari M, Naserbakht AH, Kouhi AB, Varmazyar S. *Artificial intelligence and emerging technologies in assessing ergonomic risk factors in the workplace: A systematic review.*

Work. 2025. doi:10.1177/10519815251349793.

Somaraju, P., Kulkarni, S. S., Duffy, V. G., & Kanade, S. G. (2024). Artificial intelligence and mobile computing: Role of AI in ergonomics. In V. G. Duffy (Ed.), *Digital human modeling and applications in health, safety, ergonomics and risk management*

(Lecture Notes in Computer Science, Vol. 14711, pp. 265–281). Springer.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-61066-0_16

Tapia-Escalante, H., & Tapia-Gómez, H. (2022). Carga cardíaca como biomarcador para ajuste ergonómico y factores humanos de actividades laborales. A propósito de un caso con patología cardiovascular. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 4(14), 184–200. <https://doi.org/10.29393/EID4-14CCHH20014>

Vallejo-Morán, J. C., & Núñez Solano, S. J. (2025). La inteligencia artificial en la gestión de la seguridad y salud laboral en los procesos productivos: Una revisión sistemática. *Ciencia y Reflexión*, 4(1), 2423–2463. <https://doi.org/10.70747/cr.v4i1.215>

Weintraub, W. S., Daniels, S. R., Burke, L. E., Franklin, B. A., Goff, D. C., Hayman, L. L., Lloyd-Jones, D., Pandey, D. K., Sanchez, E. J., Schram, A. P., & Whitsel, L. P. (2011). Value of primordial and primary prevention for cardiovascular disease: A policy statement from the American Heart Association. *Circulation*, 124(8), 967–990. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3182285a81>

Worker perspectives on incorporating artificial intelligence into office workspaces: Implications for the future of office work. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1690. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041690>

9. Apéndices

9.1. Consentimiento Informado para realización de estudio.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN ESTUDIO DE CASO

Monitorización cardíaca e inteligencia artificial aplicada a la prevención ergonómica de riesgos cardiovasculares laborales

1. Datos del investigador

Investigador: Arévalo Soberón Javier Andrés
 Programa: Maestría en Seguridad y Salud en el Trabajo
 Institución: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil
 Tutor: Dr. Francisco Cáceres
 Lugar: Guayaquil, Ecuador

2. Invitación a participar

Por medio del presente documento, se invita al trabajador a participar de manera voluntaria en un estudio de caso académico relacionado con el monitoreo de la frecuencia cardíaca durante la jornada laboral. El estudio tiene fines exclusivamente académicos y preventivos, dentro del campo de la medicina ocupacional, la ergonomía y la seguridad y salud en el trabajo.

3. Objetivo del estudio

Evaluar la frecuencia cardíaca en tiempo real mediante el uso de un sensor torácico PowerLabs e inteligencia artificial en un colaborador expuesto a demanda operativa y administrativa durante su jornada laboral, para identificar tempranamente posibles alteraciones cardiovasculares asociadas a la carga laboral.

4. Procedimiento del estudio

La participación consistirá en la colocación de un sensor torácico PowerLabs, conectado a una aplicación móvil de registro, durante un periodo determinado de la jornada laboral. Durante el monitoreo se recopilará información relacionada con:

- frecuencia cardíaca durante la jornada;
- horario de monitoreo;
- actividad laboral realizada;
- descripción general del puesto;
- momentos de esfuerzo físico o mental;
- pausas o periodos de recuperación;
- datos obtenidos del sensor;
- interpretación preliminar de la carga cardíaca.

El procedimiento no incluye medicamentos, muestras de sangre, procedimientos invasivos ni modificación obligatoria de las actividades normales del trabajador.

5. Riesgos o molestias posibles

La participación representa un riesgo mínimo. El trabajador podría sentir ligera incomodidad por el uso del sensor torácico durante la jornada laboral. En caso de molestia, incomodidad, mareo, dolor, cansancio excesivo o deseo de suspender la participación, podrá solicitar el retiro inmediato del dispositivo.

6. Beneficios esperados

El estudio puede aportar información útil para comprender cómo responde el sistema cardiovascular del trabajador frente a las demandas de su puesto. Los resultados podrán servir como apoyo para proponer medidas preventivas, tales como pausas activas, ajustes ergonómicos, control de carga física, organización de tareas, seguimiento ocupacional y recomendaciones de prevención cardiovascular.

7. Confidencialidad de la información

Toda la información obtenida será tratada de manera confidencial. Los datos personales del trabajador no serán publicados ni utilizados para identificarlo directamente. En el documento final se emplearán datos no identificables, como código del participante, descripción general del puesto y resultados fisiológicos generales. Los datos serán usados únicamente con fines académicos, preventivos y de análisis ocupacional.

8. Uso de inteligencia artificial

Los datos registrados podrán ser analizados mediante herramientas de inteligencia artificial con el fin de identificar patrones, variaciones o posibles señales de carga cardíaca laboral. La inteligencia artificial será utilizada únicamente como herramienta de apoyo para el análisis. No reemplazará el criterio médico ocupacional ni se utilizará para emitir diagnósticos clínicos definitivos.

9. Participación voluntaria

Consentimiento informado - Estudio de caso

La participación es completamente voluntaria. El trabajador tiene derecho a aceptar o rechazar su participación, retirarse del estudio en cualquier momento, solicitar el retiro del sensor, hacer preguntas sobre el procedimiento y pedir que sus datos no sean utilizados. La decisión de participar o retirarse no generará sanciones, perjuicios laborales ni consecuencias negativas dentro de la institución.

10. Declaración del participante

Yo, Francisco Javier Peralta León, declaro que he recibido información clara sobre el objetivo, procedimiento, beneficios, posibles molestias, uso de datos y condiciones de confidencialidad del presente estudio.

Manifiesto que mi participación es voluntaria y autorizo el uso de los datos obtenidos mediante el sensor torácico PowerLabs únicamente con fines académicos, preventivos y de investigación ocupacional.

11. Firmas

Nombre del participante: Francisco Javier Peralta León CI 0914813233

Firma del participante: _____

Fecha: 01 - Junio - 2026

Nombre del investigador: Javier Andrés Arreola Bohórquez

Firma del investigador: 01 - Junio - 2026

Fecha: _____

Nombre del testigo, si aplica: _____

Firma del testigo: _____



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **ARÉVALO SOBERÓN JAVIER ANDRÉS**, con C.C: # **0922682745** autor del trabajo de titulación:

“Monitorización cardíaca e inteligencia artificial aplicada a la prevención ergonómica de riesgos cardiovasculares laborales”, previo a la obtención del título de **MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 21 de septiembre de 2026.



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**JAVIER ANDRÉS
AREVALO SOBERON**

f. _____

NOMBRE: **ARÉVALO SOBERÓN JAVIER ANDRÉS**
C.C: **0922682745**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	“Monitorización cardíaca e inteligencia artificial aplicada a la prevención ergonómica de riesgos cardiovasculares laborales.”		
AUTOR(ES)	Arévalo Soberón Javier Andrés		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Dr. Iván Francisco Caceres Flores, Mag.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
UNIDAD / FACULTAD:	Subsistema de Posgrado		
MAESTRIA / ESPECIALIDAD:	Maestría en Seguridad y Salud en el Trabajo.		
GRADO OBTENIDO:	Magister en Seguridad y Salud en el Trabajo.		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	21 de septiembre de 2026	No. DE PÁGINAS:	54
ÁREAS TEMÁTICAS:	Seguridad Ocupacional, riesgos ergonómicos, inteligencia artificial.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	carga cardíaca, monitoreo cardíaco, ergonomía ocupacional, inteligencia artificial, prevención cardiovascular.		
RESUMEN/ABSTRACT: La carga cardíaca permite estimar la demanda fisiológica del trabajo y reconocer elevaciones que pueden pasar inadvertidas en evaluaciones puntuales. El objetivo del estudio fue evaluar la utilidad de la frecuencia cardíaca como biomarcador que permita realizar adecuaciones ergonómicas y prevenir la aparición de problemas cardiovasculares laborales, a través de una propuesta de monitoreo cardíaco ocupacional desarrollada para la investigación. Se concreta un estudio de caso, de enfoque mixto con predominio cuantitativo, en un trabajador que realiza funciones administrativas, operativas y de liderazgo, además de comorbilidades cardiovasculares. La frecuencia cardíaca fue medida de forma continua con sensor torácico PowerLabs durante cinco jornadas. La iniciativa de monitoreo calculó la carga cardíaca con la fórmula de Apud y generó alertas al llegar al umbral preventivo del 40 %. Luego, se utilizaron herramientas de inteligencia artificial que organizaron y analizaron 132.473 registros. El promedio diario de la carga cardíaca fue de 11,99 % – 17,44 %, con 40 min 14 seg sobre el umbral. Máximo 85,71 % durante una inspección de caminata; también, la mayor carga promedio (23,20 %). El doble control administrativo sobre el umbral, presentó el mayor tiempo acumulado. Se observó que los promedios pueden ocultar picos fisiológicos relevantes y que la exigencia cardiovascular depende del esfuerzo y de aspectos organizacionales. El especialista destacó que la propuesta declaración mostró ser útil en vista a prevención de las pausas, recuperación y redistribución de tareas, y que no se propone reemplazar la valoración médica ni a constituirse en un método diagnóstico.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI		☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-98-933-0031		E-mail: dr.javico.arevalo@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.		
	Teléfono: +593-4-3804600		
	E-mail: info@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			