

REPÚBLICA DEL



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE POSGRADO**



**MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL**

**TEMA**

**“IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA WEARABLE PARA LA  
MONITORIZACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN TRABAJADORES DE  
UNA EMPRESA, QUITO. 2024.”**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Magíster en**

**Higiene y Salud Ocupacional**

**Línea de Investigación: Salud y Bienestar Integral**

**AUTOR/A:** Ing. Ricardo Alejandro Benítez Alvarez

**DIRECTOR:** Dra. Estefanía Andrea Almeida

Naranjo

**ASESOR:** Dra. Sonia Elizabeth Ruiz Martínez

**IBARRA - ECUADOR**

**2025**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR Y ASESOR**

Nosotros Estefanía Andrea Almeida y Sonia Elizabeth Ruiz Martínez, tutor y asesor asignados certificamos que el Maestrante Ricardo Alejandro Benítez Alvarez con cedula N° 1719765933 ha elaborado bajo nuestra tutoría y asesoría la sustentación del Trabajo de Grado titulado: “IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA WEARABLE PARA LA MONITORIZACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN TRABAJADORES DE UNA EMPRESA, QUITO. 2024.”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodologías dispuestas en los Reglamentos de Titulación a obtener, por lo tanto, autorizo la presentación sustentación para la calificación respectiva.

Ibarra, a los 30 días del mes de mayo del 2025



Director:

Dra. Estefanía Andrea Almeida  
CI 1720231545

## DEDICATORIA

A:

A Dios todo poderoso porque sin su gracia,  
infinita voluntad y manto protector no sería nadie.

A mi esposa Von Vallejos e hijos Sebastián y Sofia  
por ser mi fuente de inspiración en los momentos  
de flaqueza, por su amor y apoyo incondicional que han  
impulsado a su papá hacia la consecución de logros  
y objetivos profesionales y personales.

A mis Padres, Adolfo Benítez y Gulnara Alvarez por  
sus oraciones, por los consejos y valores transmitidos durante  
mi formación y de igual manera su ejemplo, amor y apoyo  
que ha permitido que tenga la disciplina y constancia para  
alcanzar las metas sin declinar.

## AGRADECIMIENTOS

A la Doctora Estefanía Andrea Almeida, por su paciencia e invaluable guía brindada con su conocimiento y experiencia en el campo científico y académico.

A la Dra. Sonia Elizabeth Ruiz Martínez, quien como Autoridad Universitaria se puso al frente con mucha gentileza y voluntad nos brindó las facilidades a la Cohorte N5 para la consecución de este logro académico.

A los Docentes y Autoridades de la Maestría de Higiene y Salud Ocupacional quienes supieron llegar a nosotros los estudiantes con vocación de servicio y su don de gente logrando dejar un recuerdo imborrable de sus enseñanzas en nuestros corazones.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD</b>	1719765933		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	BENÍTEZ ALVAREZ RICARDO ALEJANDRO		
<b>DIRECCIÓN</b>	CONOCOTO QUITO CALLE PANZALEO S20-161		
<b>EMAIL</b>	richisrio@gmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO</b>	2074430	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0982413206
DATOS DE LA OBRA			
<b>TÍTULO:</b>	Implementación de Tecnología Wearable para la Monitorización de Riesgos Ergonómicos en trabajadores de una empresa, Quito. 2024		
<b>AUTOR:</b>	Ing. Ricardo Alejandro Benítez Alvarez		
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	30/05/2025		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
<b>PROGRAMA POSGRADO</b>	<b>DE</b>	MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL	
<b>TITULO POR EL QUE OPTA</b>		MAGÍSTER EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL	
<b>DIRECTOR</b>		Dra. Estefanía Andrea Almeida Naranjo	

## 2. CONSTANCIAS

El autor Ricardo Alejandro Benítez Alvarez manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 01 días del mes de julio del año 2025

### EL AUTOR:



Firma \_\_\_\_\_

Nombre: Ricardo Alejandro Benitez Alvarez

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	5
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	7
RESUMEN .....	11
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I .....	13
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1 Contextualización del problema .....	13
1.2 Identificación de la problemática .....	14
1.3 Relación con la literatura y el estado del arte .....	14
1.4 Planteamiento de la tesis o argumento central .....	16
1.5 Objetivos.....	17
1.5.1 Objetivo general.....	17
1.5.2 Objetivos específicos .....	18
1.6 Justificación de la investigación .....	18
CAPÍTULO II.....	20
2. MARCO REFERENCIAL.....	20
2.1 Marco teórico .....	20
2.1.1 Fundamentación del problema.....	20
2.1.2 Conceptualización de la problemática .....	23
2.1.3 Teorías que respaldan el estudio .....	33
2.1.4 Investigaciones previas y su relación con el problema .....	39

2.2 Marco legal .....	43
CAPÍTULO III.....	46
3. MARCO METODOLÓGICO.....	46
3.1 Enfoque investigación.....	46
3.2 Tipo de investigación .....	46
3.3 Diseño de investigación .....	46
3.4 Descripción del área de estudio .....	46
3.4.1 Población y muestra.....	46
3.4.2 Criterios de inclusión.....	47
3.4.3 Criterios de exclusión .....	47
3.5 Procedimiento .....	47
3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	48
3.7 Técnicas de análisis de datos .....	49
3.8 Consideraciones éticas .....	49
CAPITULO IV .....	51
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	51
4.1 Resultados.....	51
4.1.1. Identificación de los principales riesgos ergonómicos mediante el uso de tecnología wearable .....	51
4.1.3. Recomendaciones para el uso de tecnología wearable basadas en entrevistas y análisis bibliográfico .....	54
4.2 Discusión .....	56
4.2.1 Discusión de resultados y análisis crítico .....	56
4.2.2 Fortalezas y limitaciones.....	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
Conclusiones .....	61

Recomendaciones.....	62
REFERENCIAS.....	64
Anexos .....	68

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE POSGRADO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL**

**Implementación de Tecnología Wearable para la Monitorización de Riesgos  
Ergonómicos en trabajadores de una empresa, Quito. 2024.**

**Autor:** Ing. Ricardo Alejandro Benítez Alvarez

**Director:** Dra. Estefanía Andrea Almeida

**Año:** 2025

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación abordó la problemática vinculada a la necesidad de mejorar la identificación y control de los riesgos ergonómicos en entornos laborales de Quito, Ecuador, a través del uso de tecnología wearable, planteándose como objetivo general analizar la percepción de profesionales idóneos en ergonomía y gestión de riesgos laborales sobre la contribución de esta tecnología en la monitorización ergonómica, para lo cual se adoptó un enfoque cualitativo, aplicando entrevistas semiestructuradas a diez expertos seleccionados mediante un muestreo intencional, siendo el instrumento una guía de entrevista diseñada en base al marco teórico y los antecedentes analizados, a lo largo del proceso de investigación se desarrollaron distintas fases que incluyeron la selección de los participantes, la recolección de los testimonios y el análisis temático de la información obtenida, entre los resultados más relevantes se destaca que los dispositivos wearables permiten detectar de manera temprana riesgos invisibles como posturas mantenidas, movimientos repetitivos y sobrecargas físicas, aunque su efectividad depende directamente del acompañamiento educativo y la participación activa de los trabajadores, y en cuanto a las conclusiones, se comprobó que esta tecnología tiene un enorme potencial para transformar la prevención ergonómica siempre que se integre de manera consciente, humana y respetuosa, involucrando a todos los actores del mundo laboral y adaptándose a las realidades de cada sector productivo, con ello se aporta a la construcción de un nuevo modelo de salud ocupacional que apuesta a reducir lesiones, y a mejorar de manera integral la calidad de vida en el trabajo.

**Palabras clave:** tecnología wearable, riesgos ergonómicos, ergonomía laboral, prevención de riesgos, salud ocupacional.

## **ABSTRACT**

This research project addressed the issue related to the need to improve the identification and control of ergonomic risks in workplace environments in Quito, Ecuador, through the use of wearable technology, setting as its general objective the analysis of the perception of qualified professionals in ergonomics and occupational risk management regarding the contribution of this technology in ergonomic monitoring, for which a qualitative approach was adopted, applying semi-structured interviews to ten experts selected through intentional sampling, using as an instrument an interview guide designed based on the theoretical framework and the reviewed background, throughout the research process different phases were developed including the selection of participants, the collection of testimonies, and the thematic analysis of the information obtained, among the most relevant results it stands out that wearable devices allow the early detection of invisible risks such as sustained postures, repetitive movements, and physical overloads, although their effectiveness directly depends on educational support and the active participation of workers, and regarding the conclusions, it was confirmed that this technology has enormous potential to transform ergonomic prevention as long as it is integrated consciously, humanely, and respectfully, involving all actors of the labor world and adapting to the realities of each productive sector, thus contributing to the construction of a new model of occupational health that not only aims to reduce injuries but also to improve the overall quality of working life.

**Keywords:** wearable technology, ergonomic risks, workplace ergonomics, risk prevention, occupational health.

# CAPÍTULO I

## 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Contextualización del problema

El estudio se inscribe en el ámbito de la ergonomía aplicada y la tecnología, particularmente en la implementación de dispositivos wearable para la monitorización de riesgos ergonómicos en el ambiente laboral. La ergonomía, como disciplina, se orienta a diseñar puestos de trabajo que se adapten a las capacidades y limitaciones humanas. En este contexto, la tecnología wearable emerge como una herramienta prometedora para obtener datos continuos sobre el comportamiento postural y físico de los trabajadores, lo que puede ser crucial para prevenir lesiones y mejorar las condiciones laborales (Velásquez, et al. 2019).

De acuerdo con Villarreal (2019), la palabra “ergonomía” surgió en Inglaterra en 1950 gracias a la colaboración de físicos, biólogos, psicólogos, médicos e ingenieros. Este término fue creado para referirse a las acciones interdisciplinarias enfocadas en abordar los desafíos presentados por la tecnología bélica de la época. La etimología de “ergonomía” proviene del griego: “ergon” (trabajo o esfuerzo) y “nomos” (ley, norma o saber). Es una disciplina que integra conocimientos de diversas áreas para investigar las capacidades, habilidades, y necesidades humanas, con el fin de evaluar cómo estos elementos influyen en el diseño de productos y procesos productivos. El objetivo principal de este campo es optimizar los productos, actividades, herramientas, espacios y el ambiente en general, para alinearlos con las capacidades y necesidades humanas. Esto se hace con el propósito de aumentar la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores.

A pesar del creciente interés y la innovación tecnológica en el campo de la salud ocupacional, la implementación práctica de tecnología wearable en la monitorización de riesgos ergonómicos enfrenta múltiples desafíos. Estos incluyen la precisión de los datos, la aceptación de la tecnología por parte de los trabajadores, y la integración efectiva de estos dispositivos en sistemas de gestión de seguridad existentes (Ruíz Quispe, 2024). En Quito, la adaptación de estas tecnologías en ambientes laborales diversos aún es incipiente, lo que requiere un análisis detallado de su potencial y limitaciones reales.

Los dispositivos wearables y las aplicaciones de salud móvil (mHealth) están emergiendo como componentes esenciales en la atención médica, facilitando la recolección

y el seguimiento detallado de datos de salud de los pacientes más allá de las consultas médicas. No obstante, aún hay limitada evidencia acerca de su impacto en la modificación de estilos de vida. Esta revisión narrativa tiene como fin examinar, describir y debatir exhaustivamente los estudios actuales sobre el uso de tecnologías móviles para alterar los hábitos de vida dentro del contexto de la atención primaria (Alòs, y Puig-Ribera,2021).

## **1.2 Identificación de la problemática**

¿Cómo perciben los profesionales idóneos en ergonomía y gestión de riesgos laborales en Quito, Ecuador, la contribución de la tecnología wearable en la monitorización de riesgos ergonómicos en diversos entornos laborales?.

## **1.3 Relación con la literatura y el estado del arte**

Mac Choy y Pumajulca Salazar (2018), realizan un estudio titulado como “Modelo tecnológico para el control y monitoreo del cuidado médico de enfermedades crónicas usando wearables de bajo costo”. Este proyecto se centró en desarrollar un sistema alternativo para el control y monitoreo de enfermedades crónicas mediante el uso de tecnología wearable accesible económicamente. La investigación abordó cómo la integración de sistemas electrónicos de apoyo a decisiones clínicas puede mejorar la gestión de la salud, enfocándose en cómo las enfermedades crónicas, principales causantes de mortalidad global debido a diagnósticos tardíos y prevención inadecuada, pueden ser monitoreadas de manera más eficaz y asequible. Los resultados indicaron que la implementación de wearables de bajo costo es viable y puede ampliarse, facilitando el acceso a servicios de salud más avanzados a personas con recursos limitados. La investigación concluyó que el modelo tecnológico propuesto mejora significativamente el acceso y la calidad del monitoreo de la salud, sugiriendo una expansión futura y mayor investigación en la aplicación práctica de estos dispositivos en entornos clínicos.

Cevallos (2019) también realiza una investigación titulada “Diseño de Mochilas Modulares con Tecnología Wearable”. La autora se propuso mejorar la eficiencia, seguridad, salud y versatilidad de las mochilas usadas por los estudiantes de la Universidad del Azuay mediante la incorporación de tecnología wearable y un diseño modular. Para alcanzar estos objetivos, Cevallos (2019) adoptó un enfoque de investigación que incluyó el análisis de las necesidades de los estudiantes, la exploración de la tecnología wearable y la experimentación

con diseños modulares. Los resultados principales mostraron que es viable mejorar las mochilas en términos de ergonomía y funcionalidad utilizando tecnología avanzada, lo cual permitió desarrollar un producto que mejora significativamente la experiencia del usuario. La conclusión del estudio destacó la importancia de seguir explorando y expandiendo el uso de tecnologías innovadoras en el diseño de productos de uso cotidiano para mejorar su eficacia y funcionalidad.

El estudio realizado por González, et al. (2021), titulado “Hacia un Dispositivo Wearable Electrónico Inteligente de Corrección Postural Asociado a la Espalda”, exploró el desarrollo de un prototipo de dispositivo wearable llamado STRAIGHTBACK, diseñado para la mejora de hábitos posturales relacionados con la columna vertebral. Los autores utilizaron una metodología de sensorización que incluía una aplicación móvil para gestionar los datos de postura y facilitar la rehabilitación o educación postural con asistencia especializada. Los resultados destacaron la capacidad del dispositivo para prevenir, detectar y ayudar a corregir problemas posturales de manera integrada con tecnologías avanzadas, mostrando potencial como herramienta diagnóstica y preventiva en contextos médicos y de rehabilitación. La investigación concluyó que el prototipo podría ser extremadamente útil para diagnósticos y prevención de problemas del raquis, así como para la rehabilitación y seguimiento de pacientes, enfatizando la necesidad de continuar la investigación y desarrollo en este campo tecnológico.

Ruiz Quispe (2024), desarrolla un estudio titulado como “Desarrollo de un dispositivo wearable para la monitorización de la productividad en el trabajo dentro de la empresa Instruequipos en la ciudad de Ambato”. El objetivo fue diseñar un dispositivo wearable para la monitorización de la productividad en el trabajo dentro de la empresa Instruequipos en la ciudad de Ambato. Los objetivos específicos incluyen identificar las necesidades de monitorización de la productividad en Instruequipos, analizar las tipologías de dispositivos wearables existentes y su aceptación en el mercado, y diseñar un dispositivo wearable ergonómico para recolectar datos relevantes para la evaluación de la productividad de los empleados. Para ello la metodología empleada se basó en el modelo de Doble Diamante, que integra fases de descubrimiento, definición, desarrollo y entrega para adaptarse a las necesidades del proyecto, combinando Diseño Industrial y Diseño Emocional. Incluye la recopilación de información sobre IoT aplicado al ambiente empresarial-industrial, selección

de componentes electrónicos y análisis de productividad y estrés laboral. Resultados principales: El desarrollo del dispositivo wearable ha incorporado sensores y módulos controladores que permiten la monitorización efectiva de la productividad laboral. Se han integrado también enfoques de Diseño Emocional para mejorar la interacción usuario-producto. En conclusión el proyecto ha logrado diseñar un dispositivo wearable que monitorea la productividad y que también integra aspectos ergonómicos y emocionales, mejorando la interacción con el usuario y potencialmente la eficiencia en el trabajo.

El trabajo realizado por Moreno Avila (2024) titulado “Innovaciones tecnológicas en la seguridad y salud en el trabajo en Colombia: una revisión documental” aborda la integración de tecnologías emergentes en el campo de la seguridad y salud en el trabajo (SST). Moreno se enfoca en cómo las innovaciones tecnológicas pueden mejorar las prácticas de SST, utilizando una metodología de revisión documental para evaluar estudios y datos de los últimos diez años. Identifica tecnologías clave como la inteligencia artificial, IoT, drones, y realidad virtual, señalando que empresas líderes en Colombia como Grupo Argos y Ecopetrol han comenzado a adoptar estas tecnologías enfrentando retos significativos en inversión y capacitación. Los resultados muestran que estas tecnologías mejoran la eficiencia y seguridad, resaltando áreas cruciales para la mejora de la SST. Finalmente, Moreno propone una guía de implementación para empresas que consideren integrar tecnologías de la Industria 4.0 en sus prácticas de SST, abordando desde el diagnóstico hasta la evaluación.

#### **1.4 Planteamiento de la tesis o argumento central**

La ergonomía, como ciencia dedicada a mejorar la relación entre las personas y su entorno de trabajo, viene tomando un papel cada vez más fuerte en la prevención de enfermedades laborales, y hoy en día el avance de la tecnología viene revolucionando la forma en que se cuida la salud de los trabajadores en diferentes partes del mundo, y Ecuador no es la excepción, por lo que esta investigación se apoya en una idea principal de que la incorporación de dispositivos wearable permite detectar los riesgos ergonómicos de manera más rápida y precisa, ayudando a prevenir lesiones y a mejorar la calidad de vida en los espacios laborales

Partiendo de esta base, es importante preguntarse por qué es necesario investigar este tema en particular. Según datos recientes del Instituto Nacional de Estadística y Censos

(INEC, 2023), las enfermedades relacionadas con malas posturas y sobrecargas físicas representan una parte importante de los problemas de salud que afectan a los trabajadores ecuatorianos, y a pesar de los esfuerzos realizados en campañas de prevención y capacitaciones, muchas veces los riesgos ergonómicos no se detectan a tiempo, y eso termina generando ausencias laborales prolongadas, baja productividad y un impacto negativo en la economía de las empresas.

Teniendo en cuenta esta realidad, no se puede dejar de lado el papel que puede cumplir la tecnología wearable, que gracias a su capacidad para medir posturas, movimientos y esfuerzos en tiempo real, ofrece una oportunidad única para actuar antes de que aparezcan las lesiones. Además, se alinea perfectamente con las políticas de seguridad y salud que promueve el Gobierno de Ecuador a través de normativas como el Acuerdo Ministerial MDT-2021-189, que establece la importancia de la prevención como eje principal en los lugares de trabajo.

Por otra parte, se considera necesario que las políticas públicas se actualicen y acompañen los cambios tecnológicos. Actualmente, las leyes ecuatorianas en materia de seguridad ocupacional aún no incluyen de forma específica el uso de dispositivos inteligentes como parte de las estrategias preventivas. Justamente por eso, esta investigación aspira a aportar información concreta que sirva de base para futuras modificaciones normativas, favoreciendo una integración real y efectiva de la tecnología al cuidado de los trabajadores.

Así, puede afirmarse que este estudio pretende conocer la percepción de los expertos en ergonomía y gestión de riesgos laborales, y abrir una puerta para que Ecuador avance en la construcción de entornos laborales más seguros, saludables y acordes a los tiempos que corren.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Analizar la percepción de los profesionales idóneos en ergonomía y gestión de riesgos laborales sobre la contribución de la tecnología wearable en la monitorización de riesgos ergonómicos en diversos entornos laborales de empresas en la ciudad de Quito, Ecuador.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Identificar los principales riesgos ergonómicos mediante el uso de tecnología weareables.
- Evaluar la eficacia de la tecnología wereables en el control de riesgo ergonómico.
- Recomendar el uso de tecnología wearable para la monitorización de riesgos ergonómicos, basadas en los resultados obtenidos de las entrevistas con profesionales idóneos y en el análisis de material bibliográfico relevante.

### **1.6 Justificación de la investigación**

La implementación de tecnología wearable en el monitoreo de riesgos ergonómicos representa una innovación significativa en la seguridad y salud ocupacional. Esta investigación es trascendente, porque los riesgos ergonómicos continúan siendo una causa principal de lesiones laborales, lo que resulta en baja productividad y altos costos para las empresas debido a días laborales perdidos y compensaciones por enfermedad. Al ofrecer un método para monitorizar estos riesgos de manera precisa y en tiempo real, la tecnología wearable puede transformar fundamentalmente la forma en que las empresas abordan la prevención de riesgos laborales.

Los principales beneficiarios de esta investigación son los empleados de la empresa seleccionada en Quito, quienes experimentarán un entorno laboral más seguro y ergonómicamente optimizado. Indirectamente, la investigación beneficiará a la administración de la empresa al proporcionarles herramientas y datos para mejorar las condiciones laborales, reduciendo así los costos asociados con lesiones y enfermedades laborales. Además, las instituciones de salud ocupacional y los responsables de la formulación de políticas podrían utilizar los hallazgos de este estudio para mejorar las regulaciones y prácticas de seguridad en el trabajo.

Este estudio aportará significativamente al conocimiento existente al evaluar el impacto de la tecnología wearable en la prevención de riesgos ergonómicos, un área poco explorada en la ergonomía aplicada. Metodológicamente, innovará en el uso de tecnologías de monitorización en tiempo real dentro de contextos laborales reales, proporcionando un

modelo replicable para otras empresas y regiones. Los hallazgos podrían influir en el desarrollo de políticas locales de salud y seguridad, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible y el mejoramiento de la calidad de vida laboral en Ecuador.

Además, este trabajo está alineado con el Plan Nacional de Desarrollo de Ecuador, que busca mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y fomentar la innovación tecnológica en sectores clave. Aunque esta investigación es independiente, sus implicaciones son relevantes para grupos de investigación interesados en tecnología aplicada a la salud ocupacional y podría atraer financiamiento futuro para ampliar su alcance.

Finalmente, la investigación contribuye a la línea de “Tecnologías Aplicadas a la Salud y Seguridad en el Trabajo” de la Universidad Técnica del Norte, fomentando el desarrollo de nuevas técnicas y procesos que integran la tecnología avanzada en la prevención de riesgos laborales.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO REFERENCIAL**

#### **2.1 Marco teórico**

##### **2.1.1 Fundamentación del problema**

Desde un enfoque actual, Sánchez-Martín (2023) plantea que el envejecimiento de la población trabajadora incrementa de manera notable los riesgos ergonómicos en los distintos sectores productivos, y según su estudio, la capacidad laboral de las personas está profundamente condicionada por la interacción entre sus características físicas y las exigencias del trabajo diario, lo cual exige sistemas de evaluación que permitan monitorear de manera constante y personalizada los factores de riesgo.

A partir de esa necesidad Pérez Camacho (2024) demuestra que la adopción de dispositivos wearables enfocados en la mejora postural puede constituirse en una herramienta concreta para corregir desalineaciones del cuerpo que, de otro modo, pasarían inadvertidas. El autor sostiene que, mediante sensores ergonómicos que detectan desviaciones, es posible fomentar hábitos más saludables que reducen el impacto físico de las jornadas laborales prolongadas.

Por su parte, Gil-González, Márquez, Robles García, Corchado y Luis-Reboredo (2021) explican que el uso de sensores integrados en sistemas portables, acompañado por aplicaciones móviles de retroalimentación, favorece la corrección de posturas en tiempo real, y el fortalecimiento de una cultura de prevención dentro de las organizaciones. Esta aproximación es estratégica para promover intervenciones rápidas antes de que las alteraciones posturales se traduzcan en lesiones crónicas.

En el mismo sentido, Ruíz Quispe (2024) afirma que la implementación de dispositivos wearables no se limita únicamente a detectar condiciones ergonómicas inadecuadas, sino que también contribuye a optimizar la productividad laboral. Al monitorear variables físicas asociadas al desempeño, estos dispositivos permiten generar datos concretos que facilitan una gestión más eficiente de los recursos humanos dentro de las empresas.

A la luz de estos aportes, es importante considerar la mirada de Mata Macías (2020), quien argumenta que el verdadero valor de la tecnología, en el marco de la industria 4.0,

reside en su capacidad de colocar a las personas en el centro de las innovaciones. De acuerdo a su estudio, el desarrollo de sistemas biomédicos de bajo costo orientados a la ergonomía laboral constituye una estrategia concreta para democratizar el acceso a prácticas de prevención en ambientes de trabajo tradicionalmente rezagados.

Siguiendo esta misma línea, Sánchez-Martín (2023) remarca que la utilización de Body Sensor Networks (BSN) permite integrar sensores en la vestimenta de uso cotidiano de los trabajadores, logrando un control dinámico de la postura corporal a lo largo de toda la jornada laboral. Este sistema de monitoreo continuo facilita intervenciones basadas en evidencia objetiva, promoviendo una gestión ergonómica más eficaz y personalizada.

Del mismo modo, Pérez Camacho (2024) enfatiza que el diseño de dispositivos como Wearposture debe priorizar la comodidad y la facilidad de uso para asegurar su adopción por parte de los trabajadores. El autor señala que, si bien la precisión técnica es fundamental, la experiencia del usuario desempeña un rol central en la efectividad de cualquier estrategia de prevención que implique tecnología wearable.

A partir de estas consideraciones, Gil-González et al. (2021) sostienen que la tecnología portátil orientada a la ergonomía debe enfocarse en corregir posturas incorrectas, y también en construir un historial de datos que permita a los profesionales de la salud laboral realizar seguimientos clínicos más precisos y diseñar intervenciones específicas para cada trabajador.

En este mismo plano, Ruíz Quispe (2024) plantea que los wearables diseñados para el monitoreo ergonómico tienen la ventaja de integrarse sin fricciones a los procesos productivos existentes. Esta característica resulta especialmente significativa en las pequeñas y medianas empresas, donde los cambios estructurales suelen representar un desafío importante para la incorporación de nuevas tecnologías.

Por otro lado, Mata Macías (2020) resalta que los desarrollos tecnológicos aplicados a la ergonomía deben ser económicamente accesibles y técnicamente sencillos para garantizar su adopción masiva en distintos sectores económicos. La autora afirma que el acceso equitativo a dispositivos de prevención ergonómica puede contribuir de manera significativa a la reducción de desigualdades en el ámbito de la salud ocupacional.

En relación a los avances tecnológicos, Sánchez-Martín (2023) describe que la plataforma desarrollada dentro del proyecto BIONIC incorpora una capa de gamificación que ofrece recomendaciones de ejercicios preventivos a los trabajadores, basadas en los datos recolectados en tiempo real. Esta propuesta apunta a fortalecer la participación activa de los empleados en la gestión de su propia salud postural.

Asimismo, Pérez Camacho (2024) señala que el dispositivo Wearposture permite generar alertas inmediatas cuando se detectan posturas perjudiciales, promoviendo así un ajuste consciente y oportuno por parte del usuario. Este tipo de retroalimentación inmediata refuerza la efectividad del dispositivo como herramienta de prevención en ambientes laborales exigentes.

De manera complementaria, Gil-González et al. (2021) sostienen que el uso de aplicaciones móviles vinculadas a dispositivos de corrección postural facilita el registro de datos ergonómicos y motiva a los usuarios a mantener conductas saludables mediante recordatorios y metas de mejora personalizadas.

Por su parte, Ruíz Quispe (2024) expone que el análisis de patrones de comportamiento físico en el entorno laboral, a través de dispositivos wearable, permite identificar tendencias que podrían derivar en riesgos ergonómicos si no se interviene a tiempo. Esta capacidad predictiva constituye un aporte valioso para la planificación estratégica de programas de prevención en las empresas.

En paralelo, Mata Macías (2020) destaca que los sistemas de instrumentación biomédica aplicados a la ergonomía no deben limitarse al ámbito de grandes corporaciones, sino que deben diseñarse pensando en su adaptabilidad a distintas realidades productivas, incluyendo aquellas con menores recursos tecnológicos.

Según Sánchez-Martín (2023), una de las principales ventajas de la implementación de BSN en la ropa laboral es la posibilidad de evaluar riesgos de manera continua y sin necesidad de interrumpir las tareas del trabajador. Esta modalidad de monitoreo invisible favorece la naturalización de la cultura de la prevención dentro de las organizaciones. En este marco, Pérez Camacho (2024) sostiene que un dispositivo wearable de monitoreo ergonómico debe ofrecer una experiencia de uso fluida y prácticamente imperceptible para garantizar que el trabajador lo adopte de forma voluntaria y sostenida en el tiempo.

De acuerdo con Gil-González et al. (2021), la construcción de hábitos saludables mediante el uso de dispositivos de retroalimentación inmediata previene lesiones y fortalece la autoestima laboral al evidenciar mejoras tangibles en la postura y el bienestar físico de las personas.

A su vez, Ruíz Quispe (2024) señala que la adopción de tecnología wearable para el monitoreo de la ergonomía no debe ser vista como un gasto adicional, sino como una inversión que genera retornos en términos de reducción de ausentismo, mejora del rendimiento y fortalecimiento de la imagen organizacional. De igual manera Mata Macías (2020) insiste en que el diseño de tecnologías centradas en las personas debe considerar los aspectos técnicos y económicos, y los valores de inclusión, accesibilidad y respeto a la diversidad corporal, garantizando así que el avance tecnológico se traduzca en una mejora real en la calidad de vida laboral.

## **2.1.2 Conceptualización de la problemática**

### *2.1.2.1. Riesgos laborales*

Según Matilla-Santandera, Damascenob y Martínez-Sáncheza (2019), un riesgo laboral se entiende como toda condición presente en el lugar de trabajo que, de mantenerse o agravarse, puede derivar en un daño físico, mental o social para quienes realizan sus tareas allí. Esta definición permite visualizar que los riesgos no siempre se manifiestan de manera inmediata, sino que en muchas ocasiones van construyéndose de manera silenciosa, afectando la salud de los trabajadores de manera progresiva.

En este mismo sentido, Cárdenas, Rodríguez y Laython (2024) explican que la identificación temprana de riesgos laborales es fundamental para implementar medidas de prevención efectivas. Para estos autores, uno de los principales desafíos actuales radica en que muchos riesgos, como la exposición a agentes bioquímicos o las cargas posturales excesivas, no son visibles a simple vista, lo que dificulta su detección sin el apoyo de tecnologías específicas.

Por otra parte, Suleng Furió et al. (2025) sostienen que los avances en inteligencia artificial ofrecen nuevas posibilidades para la vigilancia de riesgos laborales; estos investigadores destacan que la capacidad de procesar grandes volúmenes de datos permite detectar patrones de riesgo que de otro modo pasarían desapercibidos. Así, el uso de

algoritmos de aprendizaje automático contribuye a anticiparse a situaciones peligrosas, brindando a las organizaciones una ventaja estratégica en la gestión de la seguridad y la salud ocupacional.

Al abordar la vigilancia directa de los riesgos, Matilla-Santandera, Damascenob y Martínez-Sáncheza (2019) remarcan la importancia de métodos tradicionales como la observación sistemática del lugar de trabajo. Según su investigación, esta técnica sigue siendo indispensable, especialmente en sectores donde la tecnología aún no ha llegado de manera masiva. A través de la observación directa, los expertos en seguridad pueden identificar factores de riesgo que no siempre son captados por sensores o dispositivos automatizados, como actitudes peligrosas, improvisaciones o uso inadecuado de herramientas.

Asimismo, Zorrilla-Muñoz, Petz y Agulló-Tomás (2019) explican que un correcto análisis ergonómico permite ampliar la concepción de riesgo laboral más allá de los accidentes visibles, incluyendo también los daños por sobreesfuerzo, fatiga física o movimientos repetitivos. Estos autores sostienen que un trabajador sometido día tras día a pequeñas tensiones físicas puede terminar desarrollando enfermedades crónicas, con costos altísimos tanto a nivel personal como organizacional.

En relación con las nuevas tecnologías aplicadas a la prevención, Cárdenas, Rodríguez y Laython (2024) destacan que el uso de aplicaciones móviles facilita el registro inmediato de incidentes, permitiendo construir bases de datos que reflejan de manera más precisa las condiciones reales de los puestos de trabajo, y esta herramienta pasa a ser un apoyo notable para construir políticas de prevención basadas en evidencia concreta y actualizada.

Por otro lado, Suleng Furió et al. (2025) señalan que la incorporación de inteligencia artificial también plantea desafíos éticos que deben ser considerados porque el manejo de datos personales de los trabajadores exige protocolos claros de privacidad y consentimiento informado, para evitar que las tecnologías de vigilancia se conviertan en instrumentos de control invasivo. Este enfoque de respeto a los derechos humanos es fundamental para que las innovaciones en prevención de riesgos laborales sean aceptadas y valoradas por quienes integran los equipos de trabajo.

En la misma línea, Matilla-Santandera, Damascenob y Martínez-Sánchez (2019) insisten en que toda estrategia de identificación de riesgos debe contemplar una participación activa de los trabajadores. Para estos autores, nadie mejor que quien realiza una tarea puede aportar información sobre los peligros reales que enfrenta, de ahí que los programas de seguridad más efectivos son aquellos que incluyen instancias de diálogo y consulta directa con los empleados.

Además, Zorrilla-Muñoz, Petz y Agulló-Tomás (2019) remarcan que el concepto de riesgo laboral debe ser entendido como algo dinámico, que cambia a medida que evolucionan las condiciones de trabajo, las tecnologías y los perfiles de los trabajadores. Esta perspectiva exige un monitoreo constante y una actualización permanente de las estrategias de prevención, ya que los riesgos que hoy parecen controlados pueden mañana reaparecer bajo nuevas formas.

Dentro de este marco, Cárdenas, Rodríguez y Laython (2024) explican que los dispositivos móviles y los sensores portátiles abren la posibilidad de un control ergonómico más personalizado, adaptado a las necesidades individuales de cada trabajador. Esta personalización mejora la efectividad de las acciones preventivas y refuerza el compromiso de los empleados con su propia seguridad.

A su vez, Suleng Furió et al. (2025) señalan que el uso de inteligencia artificial permite construir mapas de riesgo que combinan datos históricos y en tiempo real, facilitando la planificación de intervenciones preventivas más específicas y eficaces y esta capacidad predictiva es especialmente valiosa en sectores de alta rotación o en aquellos donde las tareas exigen esfuerzos físicos considerables.

Por otro lado, Matilla-Santandera, Damascenob y Martínez-Sánchez (2019) sugieren que la identificación de riesgos no debe limitarse a los factores físicos, sino que también debe incluir los riesgos psicosociales, como el estrés laboral, el acoso o la falta de reconocimiento. Estos factores, aunque menos visibles, impactan de manera profunda en la salud y el bienestar de los trabajadores.

#### *2.1.2.2. Riesgo ergonómico*

De acuerdo con Zorrilla-Muñoz, Petz y Agulló-Tomás (2019), este tipo de riesgo se vincula directamente a las condiciones en las que se desarrollan las actividades laborales,

afectando principalmente al aparato musculoesquelético. Estos autores destacan que los riesgos ergonómicos surgen cuando existe una inadecuación entre las exigencias físicas del trabajo y las capacidades del cuerpo humano para realizarlas de manera segura y sostenida en el tiempo.

Por su parte, Cárdenas, Rodríguez y Laython (2024) explican que la evaluación de riesgos ergonómicos debe contemplar la identificación de movimientos repetitivos, posturas forzadas y esfuerzos físicos excesivos. Estos factores, cuando se presentan de forma continua, terminan provocando daños en articulaciones, músculos y tendones, que en muchos casos son irreversibles. Además, señalan que la utilización de aplicaciones móviles para el monitoreo ergonómico permite captar datos en tiempo real, mejorando así la precisión de los diagnósticos preventivos.

En sintonía con esta mirada, Cárcamo-Coronado et al. (2023) plantean que la biomecánica laboral estudia el impacto de las fuerzas físicas sobre el cuerpo humano durante el trabajo, y que los riesgos ergonómicos pueden ser evaluados aplicando métodos estandarizados como REBA o RULA. Estos instrumentos permiten analizar la postura, la carga y la frecuencia de movimientos para estimar el nivel de riesgo al que se expone el trabajador, y establecer acciones de corrección antes de que el daño se manifieste.

En el mismo sentido, Suleng Furió et al. (2025) sostienen que los avances en inteligencia artificial posibilitan una evaluación ergonómica más rápida y precisa y explican que los sistemas inteligentes pueden procesar grandes volúmenes de datos posturales, detectando patrones de riesgo que una observación humana podría no percibir. Así, se mejora notablemente la capacidad de anticiparse a la aparición de trastornos musculoesqueléticos, permitiendo intervenciones preventivas mucho más efectivas.

De igual modo según Cárdenas, Rodríguez y Laython (2024), la exposición prolongada a riesgos ergonómicos genera daños físicos y también impacta en la salud mental de los trabajadores. Las molestias persistentes, la fatiga y el dolor crónico producen disminución de la motivación, ausentismo laboral y, en casos más graves, abandono prematuro del puesto de trabajo. Por ello, la ergonomía no puede pensarse de manera aislada, sino como parte de un enfoque integral que contemple tanto la salud física como el bienestar psicológico.

Por otro lado, Zorrilla-Muñoz, Petz y Agulló-Tomás (2019) destacan que los riesgos ergonómicos suelen ser subestimados por las organizaciones, especialmente en sectores como la construcción, donde prima la urgencia de cumplir tiempos de obra sobre la protección de la salud de los trabajadores. Estos autores sostienen que la falta de evaluación ergonómica en las etapas de planificación de tareas constituye uno de los principales errores en la gestión de seguridad laboral.

En paralelo, Cárcamo-Coronado et al. (2023) señalan que el análisis de trabajo seguro es una herramienta que puede fortalecer la identificación de riesgos ergonómicos y esta metodología permite descomponer las tareas en pasos específicos, analizando cada uno en función de los esfuerzos físicos implicados y diseñando estrategias de prevención adaptadas a las condiciones reales del trabajo.

Dentro del ámbito tecnológico, Suleng Furió et al. (2025) indican que los dispositivos portátiles, combinados con sistemas de inteligencia artificial, permiten un monitoreo ergonómico continuo y personalizado. Gracias a esta tecnología, los trabajadores pueden recibir retroalimentación instantánea sobre sus posturas y movimientos, corrigiendo desvíos antes de que generen daños importantes en el cuerpo.

Desde otra perspectiva, Cárdenas, Rodríguez y Laython (2024) advierten que la formación y sensibilización de los trabajadores resulta fundamental para reducir los riesgos ergonómicos. El acceso a información clara sobre buenas prácticas posturales, uso correcto de herramientas y pausas activas durante la jornada laboral permite fortalecer la cultura preventiva en las organizaciones.

Además como lo mencionan Zorrilla-Muñoz, Petz y Agulló-Tomás (2019) una correcta evaluación ergonómica debe considerar las características de las tareas, y también las particularidades individuales de cada trabajador, como la edad, la condición física y las limitaciones preexistentes. De esta manera, las intervenciones preventivas pueden ser diseñadas de forma más específica y efectiva.

En esta misma línea, Cárcamo-Coronado et al. (2023) explican que el uso de exoesqueletos y otras tecnologías de asistencia física puede complementar las acciones ergonómicas tradicionales, aliviando la carga sobre el cuerpo humano y permitiendo a los trabajadores realizar tareas exigentes sin comprometer su salud.

### *2.1.2.3. Postura laboral*

De acuerdo con Pérez Camacho (2024), la postura laboral se entiende como la posición que el cuerpo humano asume de manera voluntaria o involuntaria durante el desempeño de una actividad. Esta definición pone en evidencia que la postura no es un hecho aislado, sino el resultado de múltiples interacciones entre la tarea, el entorno físico y las condiciones personales de cada trabajador.

Por su parte, Gil-González, Márquez, Robles García, Corchado y Luis-Reboredo (2021) afirman que mantener posturas incorrectas de manera prolongada incrementa el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos, especialmente en la región lumbar, cervical y de las extremidades superiores. Según estos autores, uno de los principales problemas en los ambientes laborales actuales radica en que muchos trabajadores adoptan posiciones forzadas sin ser plenamente conscientes de ello, lo que dificulta la prevención temprana de lesiones.

De igual manera Zorrilla-Muñoz, Petz y Agulló-Tomás (2019) afirman que las posturas laborales deben ser evaluadas de manera sistemática, considerando factores como el ángulo de flexión de las articulaciones, la distribución del peso corporal y la duración de la postura mantenida. Para estos investigadores, una postura que a simple vista podría parecer inofensiva puede, con el tiempo, convertirse en un desencadenante de dolor crónico y disminución de la capacidad funcional.

Además, Pérez Camacho (2024) señala que el monitoreo de la postura mediante dispositivos wearable permite detectar desalineaciones en tiempo real, favoreciendo la corrección inmediata de movimientos o posiciones dañinas. Esta posibilidad tecnológica representa un avance significativo en la prevención de lesiones, ya que brinda al trabajador una retroalimentación constante sobre su postura y le permite hacer ajustes conscientes antes de que aparezcan síntomas dolorosos.

Siguiendo esta línea, Gil-González et al. (2021) desarrollan el concepto de higiene postural, entendida como el conjunto de prácticas y hábitos que buscan preservar la salud del sistema musculoesquelético a través de la adopción de posturas adecuadas. Estos autores explican que fomentar la higiene postural desde el ingreso de los trabajadores a una organización puede reducir de manera significativa la incidencia de enfermedades laborales relacionadas con malas posiciones corporales.

Por otro lado, Zorrilla-Muñoz, Petz y Agulló-Tomás (2019) enfatizan que los sectores de la construcción y la logística presentan altos niveles de exposición a riesgos posturales, debido a la naturaleza de las tareas que exigen esfuerzos físicos importantes y posturas poco ergonómicas. Para estos autores, el análisis detallado de las posturas adoptadas en cada etapa del trabajo resulta fundamental para diseñar estrategias de intervención que protejan la integridad física de los trabajadores.

En otro aspecto, Pérez Camacho (2024) señala que posturas estáticas y también las dinámicas (aquellas que implican movimientos repetitivos o torsiones) pueden convertirse en factores de riesgo si no se gestionan adecuadamente. El autor destaca que la incorporación de pausas activas, rotación de tareas y ejercicios de estiramiento son medidas efectivas para contrarrestar los efectos negativos de las posturas mantenidas durante largas jornadas laborales.

Además, Gil-González et al. (2021) describen que el uso de dispositivos de sensorización postural, como el desarrollado en su proyecto Straightback, permite registrar de manera continua las variaciones posturales a lo largo de la jornada. Esta información, analizada a través de aplicaciones móviles, facilita a los profesionales de la salud laboral el diseño de programas personalizados de corrección y fortalecimiento muscular.

En el mismo sentido, Zorrilla-Muñoz, Petz y Agulló-Tomás (2019) destacan la importancia de considerar la variabilidad individual en la evaluación de la postura laboral. Según su estudio, factores como la edad, el estado físico general y la existencia de patologías previas deben ser tenidos en cuenta al momento de analizar los riesgos posturales, ya que influyen de manera directa en la tolerancia del cuerpo a las cargas físicas.

#### *2.2.1.4. Inteligencia artificial aplicada a la ergonomía y aplicaciones móviles en la prevención de riesgos*

La incorporación de la inteligencia artificial en los procesos de ergonomía laboral marca un antes y un después en la forma en que se identifican, analizan y previenen los riesgos asociados al trabajo físico y de acuerdo con Suleng Furió et al. (2025), la inteligencia artificial ofrece la posibilidad de interpretar grandes volúmenes de datos ergonómicos en tiempo real, facilitando la detección de patrones de riesgo que, de otro modo, pasarían

desapercibidos. Esta capacidad de procesamiento instantáneo permite actuar de manera anticipada, diseñando medidas de intervención más precisas y adaptadas a cada trabajador.

En esta misma línea, Sánchez-Martín et al. (2023) explican que el proyecto europeo BIONIC ha logrado integrar redes de sensores corporales con algoritmos inteligentes que monitorean la postura y la carga física de los trabajadores en entornos de construcción. Esta plataforma alerta sobre la presencia de riesgos ergonómicos, y además proporciona asesoramiento continuo para corregir comportamientos inseguros, respetando la privacidad del trabajador y promoviendo su participación activa en el proceso de mejora.

Por otro lado, Gil-González et al. (2021) destacan que el uso de dispositivos wearable inteligentes, como el prototipo Straightback, representa una evolución significativa en la ergonomía laboral. Estos sistemas monitorean la postura en tiempo real y procesan los datos a través de aplicaciones móviles, brindando a los usuarios retroalimentación inmediata y recomendaciones personalizadas de corrección. De este modo, la inteligencia artificial actúa como un puente entre la tecnología y el bienestar físico, ofreciendo soluciones concretas para problemas tradicionales de salud ocupacional.

Sumado a esto, Pérez Camacho (2024) plantea que la integración de sensores ergonómicos con algoritmos de aprendizaje automático permite identificar de manera precisa los momentos críticos en los que un trabajador adopta una postura riesgosa. Gracias a esta tecnología, es posible generar alertas tempranas que previenen la consolidación de malos hábitos posturales, minimizando así la aparición de trastornos musculoesqueléticos en el mediano y largo plazo.

Asimismo, Suleng Furió et al. (2025) sostienen que la inteligencia artificial aplicada a la ergonomía impacta en la prevención de riesgos físicos, y mejora la eficiencia de las empresas al reducir el ausentismo laboral y los costos asociados a enfermedades profesionales. Esta relación directa entre salud ocupacional y productividad refuerza la importancia de invertir en tecnologías que promuevan la seguridad y el bienestar de los trabajadores de forma sostenible.

En este contexto, Sánchez-Martín et al. (2023) afirman que la validación de sistemas inteligentes de monitorización ergonómica en ambientes reales de trabajo confirma su eficacia para reducir incidentes y optimizar la planificación de tareas. El seguimiento

continuo de la postura y el esfuerzo físico, combinado con análisis de datos en la nube, ofrece a las organizaciones una herramienta poderosa para tomar decisiones basadas en evidencia, mejorando así las condiciones laborales de manera integral.

De manera complementaria, Gil-González et al. (2021) resaltan que el uso de plataformas móviles asociadas a dispositivos wearable facilita el acceso del trabajador a su propio historial ergonómico. Esta democratización de la información empodera a los empleados, y fomenta una cultura de autocuidado y responsabilidad compartida en materia de salud laboral.

Por su parte, Pérez Camacho (2024) señala que los avances en la miniaturización de sensores y en la optimización de algoritmos permiten hoy desarrollar dispositivos ligeros, discretos y altamente precisos, que se integran de manera natural en la vestimenta de los trabajadores. Esta característica resulta clave para garantizar la adherencia al uso de las tecnologías, ya que los dispositivos deben ser cómodos y no interferir con las actividades cotidianas.

En este marco, el desarrollo de aplicaciones móviles específicas para la prevención de riesgos laborales adquiere un rol central. Según Ardila Cárdenas, Gutiérrez Rodríguez y Martínez Laython (2024), las aplicaciones móviles destinadas a la medición de riesgos bioquímicos en la industria han demostrado ser herramientas eficaces para la identificación y el control de factores de riesgo ocupacional. Estas apps permiten registrar datos en tiempo real, evaluar la exposición a sustancias peligrosas y diseñar estrategias de mitigación de manera ágil y accesible.

Del mismo modo, Gil-González et al. (2021) explican que la combinación de sensores portátiles con aplicaciones móviles de gestión ergonómica posibilita el seguimiento detallado de parámetros como la postura, la frecuencia de movimientos y la intensidad del esfuerzo físico. Gracias a esta sinergia tecnológica, los profesionales de la salud ocupacional pueden intervenir de manera más rápida y efectiva, personalizando las acciones preventivas según el perfil de cada trabajador.

Por otro lado, Ruiz Quispe (2024) indica que el diseño de dispositivos wearable orientados a la productividad laboral también incluye la posibilidad de integrar aplicaciones móviles que monitoreen variables como la actividad física, el nivel de carga y la eficiencia

en la ejecución de tareas. Esta integración permite optimizar el rendimiento laboral y ayuda a detectar signos tempranos de fatiga o sobrecarga, evitando así accidentes y enfermedades derivadas del estrés físico.

En esta misma dirección, Ardila Cárdenas, Gutiérrez Rodríguez y Martínez Laython (2024) acentúan que las aplicaciones móviles deben ser intuitivas y de fácil acceso para garantizar su efectividad. Un diseño amigable y funcional facilita la adopción de estas tecnologías por parte de los trabajadores, promoviendo su participación activa en la gestión de su propia salud y seguridad.

Además, Suleng Furió et al. (2025) insisten en que la inteligencia artificial embebida en las aplicaciones móviles permite analizar patrones de riesgo de manera continua, ofreciendo reportes personalizados que alertan sobre la necesidad de realizar cambios en los hábitos laborales. Esta capacidad de aprendizaje constante mejora la precisión de las evaluaciones y fortalece la prevención a largo plazo.

En otro aspecto, Pérez Camacho (2024) destaca que el empleo de dispositivos wearable conectados a aplicaciones móviles favorece la detección temprana de desvíos ergonómicos en sectores de alta exigencia física, como la construcción, la logística o la manufactura. Esta información, procesada en tiempo real, permite diseñar estrategias correctivas inmediatas que protegen la salud del trabajador sin necesidad de detener la producción.

En suma, la convergencia entre inteligencia artificial, dispositivos wearables y aplicaciones móviles configura un ecosistema tecnológico robusto y dinámico, orientado a la prevención de riesgos laborales desde una perspectiva proactiva y personalizada. Según Sánchez-Martín et al. (2023), esta combinación de tecnologías representa una oportunidad única para transformar los entornos de trabajo en espacios más seguros, saludables y productivos, adaptados a las necesidades de una fuerza laboral cada vez más diversa y exigente.

Así, el desarrollo y la implementación de aplicaciones móviles específicas para la ergonomía laboral, complementadas con inteligencia artificial, abren nuevas posibilidades para la vigilancia, el control y la mejora continua de las condiciones de trabajo. Como señalan Gil-González et al. (2021), estas innovaciones tecnológicas deben ser concebidas como

herramientas de prevención y como instrumentos de empoderamiento de los trabajadores en el cuidado de su propia salud y bienestar.

### **2.1.3 Teorías que respaldan el estudio**

#### *2.1.3.1. Modelo de la Salud Laboral Centrada en el Trabajador (OMS, 2010)*

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2010), la salud laboral debe ser abordada desde una mirada general, donde el trabajador es visto como una pieza del engranaje productivo y el centro de las acciones y políticas. Esta perspectiva rompe con los enfoques tradicionales que priorizaban exclusivamente la eficiencia o la productividad, y pone en primer plano el bienestar físico, mental y social de las personas que trabajan.

En esta línea, Villarreal (2019) sostiene que la ergonomía moderna, en su vínculo con el diseño industrial, se enfoca justamente en adaptar los productos, herramientas y entornos a las capacidades y necesidades humanas, buscando optimizar el confort, la seguridad y el rendimiento. Este enfoque coincide plenamente con el modelo de la OMS, ya que ambos parten de la idea de que el trabajo debe adaptarse al trabajador, y no al revés. La ergonomía, entonces, se convierte en un instrumento fundamental para concretar ambientes laborales saludables.

Por otro lado, Patlán Pérez (2020) aporta que la calidad de vida laboral implica satisfacer tanto las necesidades físicas como las psicológicas de los trabajadores, garantizando condiciones objetivas adecuadas y, al mismo tiempo, promoviendo percepciones subjetivas positivas sobre el trabajo. Esta concepción se alinea perfectamente con el modelo de la OMS, que entiende la salud laboral como la ausencia de enfermedades, y un estado de bienestar completo en relación al trabajo.

El modelo propuesto por la OMS no se limita a la empresa o al sector privado; según Torres y Rodríguez (2021), la ergonomía de la actividad también refuerza la necesidad de considerar los factores organizacionales y sociales que inciden en el desempeño humano. Esto significa que para lograr una verdadera salud laboral centrada en el trabajador, es necesario revisar estructuras, métodos de trabajo y sistemas de organización, siempre tomando como referencia las características, expectativas y limitaciones de quienes integran la fuerza laboral.

Además, Mafra y Barros (2021) plantean que el trabajo, especialmente en situaciones de emergencia y alta complejidad, debe ser diseñado considerando las exigencias dinámicas y cambiantes del contexto. Esta necesidad de flexibilidad y adaptación permanente refuerza la importancia de un enfoque centrado en el trabajador, donde su autonomía, su capacidad de decisión y su bienestar integral son prioritarios para garantizar su salud y la sostenibilidad del sistema laboral.

Queda claro que el modelo de salud laboral centrado en el trabajador no puede verse como un simple programa de prevención de riesgos, sino como un paradigma que atraviesa toda la cultura organizacional. Según Villarreal (2019), diseñar productos, espacios y procesos desde una perspectiva ergonómica implica asumir un compromiso ético con el bienestar humano, lo cual se traduce en ambientes de trabajo más seguros, inclusivos y saludables.

Asimismo, Patlán Pérez (2020) explica que un entorno de trabajo saludable, conforme al modelo de la OMS, promueve la satisfacción de necesidades básicas como la seguridad, la equidad y el reconocimiento, pero también estimula el desarrollo personal y profesional de los trabajadores. De esta manera se evita la enfermedad y se fomenta la motivación, la creatividad y el sentido de pertenencia, elementos esenciales para una organización resiliente y competitiva.

En otro sentido, Torres y Rodríguez (2021) recuerdan que la escuela de los factores humanos, uno de los pilares de la ergonomía, impulsa desde sus orígenes el diseño de sistemas de trabajo donde el ser humano sea el eje central. Esta idea refuerza la vigencia del modelo propuesto por la OMS, mostrando que, más allá de las diferencias conceptuales, existe una convergencia clara en la necesidad de humanizar el trabajo.

#### *2.1.3.2. Teoría de Sistemas Hombre-Máquina (Chapanis, 1957)*

La Teoría de Sistemas Hombre-Máquina, formulada por Alphonse Chapanis en 1957, propone que el ser humano y la máquina deben concebirse como un sistema único e interconectado, en el que ambos componentes trabajan en conjunto para alcanzar un objetivo determinado. De acuerdo con Torres y Rodríguez (2021), este enfoque introduce la idea de que la eficiencia y la seguridad de cualquier actividad dependen de la calidad de la interacción entre las personas y los dispositivos que utilizan. Esta visión resulta fundamental cuando se

considera la implementación de tecnología wearable para la monitorización de riesgos ergonómicos, ya que el dispositivo debe integrarse de forma armónica al cuerpo y a las tareas del trabajador.

Desde este planteamiento, Villarreal (2019) sostiene que el diseño de herramientas, equipos y entornos laborales no puede realizarse de manera aislada respecto de las capacidades humanas. Según esta perspectiva, la ergonomía aplicada a sistemas hombre-máquina busca garantizar que los dispositivos, como los sensores ergonómicos portátiles, respeten las características físicas, cognitivas y emocionales de los usuarios. Así, el uso de tecnología wearable para prevenir riesgos ergonómicos se encuadra perfectamente dentro de los principios establecidos por Chapanis.

A partir de esta teoría, se establece que todo sistema que involucre interacción entre personas y tecnología debe diseñarse considerando la percepción sensorial, el procesamiento de información, la toma de decisiones y la ejecución de movimientos del ser humano. Tal como explican Mafra y Barros (2021), cuando estas variables no se toman en cuenta, aumentan los errores operativos y los riesgos de accidentes. La implementación de dispositivos de monitoreo ergonómico busca justamente reducir esa brecha, ofreciendo información inmediata y comprensible sobre la postura y el esfuerzo físico, ajustándose a los tiempos de reacción y a la capacidad de interpretación del trabajador.

Por otro lado, Torres y Rodríguez (2021) destacan que el concepto de acoplamiento entre el humano y la máquina es central en esta teoría. Para que el sistema funcione de manera efectiva, la tecnología debe adaptarse de forma fluida a los gestos, rutinas y limitaciones del operador. En el caso de los wearables destinados al monitoreo ergonómico, esto significa que los sensores deben ser ligeros, cómodos, fáciles de usar y no deben interferir en el desempeño habitual de las tareas, de modo que su presencia no suponga una carga adicional para quien trabaja.

Desde esta misma lógica, Villarreal (2019) subraya que diseñar dispositivos para ser utilizados durante la jornada laboral exige un profundo conocimiento de la actividad real que el trabajador desarrolla. No basta con medir parámetros biomecánicos de manera aislada; es imprescindible comprender cómo se mueve el cuerpo en condiciones reales, cuáles son las posturas habituales, qué esfuerzos se repiten y en qué momentos se producen las mayores

cargas físicas. Solo con esta información puede diseñarse un sistema hombre-máquina que realmente acompañe la prevención de riesgos, en lugar de obstaculizarla.

Además, Mafra y Barros (2021) plantean que la flexibilidad del sistema es una condición esencial para garantizar su eficacia. El entorno laboral cambia constantemente: variaciones en la tarea, en el ambiente físico, en el estado físico del trabajador. La tecnología wearable, para ser útil en el monitoreo ergonómico, debe ser capaz de adaptarse a esas modificaciones sin perder precisión en la detección de riesgos. Esta adaptabilidad es uno de los principios que Chapanis introduce como parte de la concepción de sistemas interactivos eficientes.

Por otro lado, Torres y Rodríguez (2021) explican que la teoría de Chapanis también incorpora el concepto de retroalimentación. Todo sistema hombre-máquina efectivo debe brindar información inmediata al operador sobre las consecuencias de sus acciones, permitiéndole ajustar su comportamiento en tiempo real. En este sentido, los dispositivos de monitoreo ergonómico que alertan ante malas posturas o esfuerzos excesivos representan una aplicación directa de este principio, ya que permiten al trabajador corregir su actividad antes de que el riesgo se materialice en una lesión.

Asimismo, Villarreal (2019) afirma que en el diseño de sistemas hombre-máquina, resulta fundamental reducir la complejidad operativa. Cuanto más simple e intuitiva sea la interacción con la tecnología, menores serán los riesgos de error humano. Esta recomendación cobra especial importancia en la selección de tecnología wearable ergonómica: los dispositivos deben ofrecer indicadores claros, alertas comprensibles y mecanismos de uso que no requieran formación compleja para ser incorporados de manera efectiva en la rutina diaria.

Por último, Mafra y Barros (2021) advierten que la sobrecarga de información es un riesgo en sistemas mal diseñados. Si los dispositivos wearable proporcionan datos excesivos o difíciles de interpretar, pueden generar distracción, fatiga o incluso resistencia al uso. Para evitarlo, siguiendo la teoría de Chapanis, se deben priorizar los datos más relevantes para la prevención inmediata de riesgos ergonómicos, presentados de manera sencilla y adaptada al nivel de comprensión del usuario.

De esta manera, la Teoría de Sistemas Hombre-Máquina establece los fundamentos para comprender que la efectividad de la tecnología wearable en la monitorización de riesgos ergonómicos depende de su capacidad técnica, y fundamentalmente de su integración respetuosa, amigable y adaptativa con las capacidades, necesidades y limitaciones de las personas que la utilizan.

#### *2.1.3.3. Teoría de la Actividad*

La Teoría de la Actividad, surgida a partir de los trabajos de la escuela soviética de psicología y posteriormente adaptada al campo de la ergonomía, plantea que toda tarea laboral debe ser comprendida como una actividad orientada a un objetivo y mediada por instrumentos. Según Torres y Rodríguez (2021), esta teoría sostiene que el trabajo humano no puede analizarse únicamente desde el comportamiento observable, sino que es necesario considerar los procesos de regulación interna, la interacción con las herramientas y el contexto social en el que se desarrolla la acción.

Torres y Rodríguez (2021) explican que uno de los aportes más relevantes de la Teoría de la Actividad al campo de la ergonomía es la noción de "actividad real" frente a "actividad prescrita". Mientras que la actividad prescrita es aquella definida en manuales, procedimientos o instrucciones, la actividad real es la que efectivamente realiza el trabajador, adaptándose a las condiciones cambiantes del entorno. Esta distinción es clave cuando se diseñan dispositivos de monitoreo ergonómico, ya que para ser efectivos, deben ser capaces de captar y acompañar la actividad real, respetando las estrategias individuales que las personas desarrollan para enfrentar las exigencias del trabajo.

A partir de esta teoría, también se introduce la importancia de la mediación instrumental. Según Torres y Rodríguez (2021), los instrumentos no son meros objetos pasivos, sino elementos activos que transforman la manera en que se lleva a cabo la actividad. En este sentido, los dispositivos wearable actúan como nuevas formas de mediación entre el cuerpo del trabajador y las condiciones del entorno laboral, ofreciendo información en tiempo real sobre las posturas, los esfuerzos y los riesgos físicos asociados a la tarea.

Torres y Rodríguez (2021) insisten en que el análisis de la actividad no puede realizarse de manera fragmentada, separando las acciones físicas de los aspectos mentales o sociales. Por el contrario, cada movimiento, cada postura y cada decisión forman parte de un

sistema integrado, donde los factores cognitivos, emocionales y organizativos influyen de manera recíproca. Esta visión sistémica refuerza la necesidad de que los dispositivos wearables sean diseñados desde parámetros técnicos, y considerando las condiciones organizacionales, las relaciones sociales y las expectativas de los trabajadores respecto de su uso.

#### *2.1.3.4. Teoría de Sistemas Complejos*

La Teoría de Sistemas Complejos, tal como la abordan Mafra y Barros (2021) plantea que las actividades laborales se desarrollan dentro de sistemas abiertos, dinámicos y altamente interdependientes. Desde esta perspectiva, cada acción de un trabajador no puede entenderse de manera aislada, sino como parte de una red de relaciones múltiples que incluyen factores físicos, tecnológicos, organizativos y humanos que interactúan de manera continua y no lineal.

De acuerdo con Mafra y Barros (2021), los sistemas complejos se caracterizan por su sensibilidad a las condiciones iniciales, su capacidad de autoorganización y la emergencia de comportamientos colectivos que no pueden predecirse simplemente a partir del análisis de sus componentes individuales. Esta concepción es fundamental al momento de implementar tecnologías wearables para el monitoreo de riesgos ergonómicos, ya que el desempeño de estos dispositivos no depende únicamente de su funcionamiento técnico, sino también de cómo se insertan en la compleja red de interacciones que define el entorno de trabajo.

Dentro de esta teoría, se reconoce que en los sistemas laborales complejos no existe una relación directa y predecible entre causa y efecto y Mafra y Barros (2021) explican que pequeñas variaciones en las condiciones del entorno, en el estado físico o emocional del trabajador, o en la dinámica del equipo de trabajo, pueden generar cambios significativos en los patrones de actividad y en los niveles de riesgo ergonómico. Por eso, las tecnologías de monitoreo deben ser capaces de capturar y adaptarse a esa variabilidad, proporcionando información relevante para la prevención de riesgos en tiempo real.

Otro aspecto central que se desprende de la Teoría de Sistemas Complejos es la importancia de la adaptabilidad que según Mafra y Barros (2021), los sistemas más exitosos son aquellos que pueden aprender y ajustarse frente a cambios en el entorno, sin necesidad de intervenciones externas constantes. En este marco, los dispositivos wearables de

monitoreo ergonómico deben diseñarse no como soluciones rígidas, sino como herramientas dinámicas, capaces de ofrecer retroalimentación flexible y sensible a los cambios en las condiciones de trabajo.

Además, esta teoría resalta el papel de la autoorganización como mecanismo clave en los sistemas complejos, donde Mafra y Barros (2021) indican que los trabajadores, como agentes activos dentro del sistema, tienden a desarrollar estrategias espontáneas para enfrentar las demandas del entorno laboral. Estas estrategias, aunque no siempre formalizadas, son fundamentales para mantener el equilibrio y la seguridad en situaciones de alta variabilidad. En consecuencia, la implementación de tecnología wearable debe respetar y acompañar estas formas naturales de autoorganización, evitando imponer modelos de comportamiento que desconozcan la realidad del trabajo cotidiano.

Por otro lado, la Teoría de Sistemas Complejos introduce la noción de que en los entornos laborales no siempre es posible prever todas las situaciones de riesgo a través de modelos normativos estáticos. Según Mafra y Barros (2021), los riesgos emergen de la interacción dinámica entre múltiples factores, algunos de los cuales pueden ser invisibles en los análisis tradicionales. Este planteo justifica la necesidad de tecnologías de monitoreo continuo, como los wearables, que permitan detectar desviaciones y cambios en las condiciones ergonómicas a medida que se producen, ofreciendo alertas tempranas que apoyen la toma de decisiones informada.

A partir de este enfoque, se comprende que el diseño e implementación de dispositivos wearable para la ergonomía no debe centrarse únicamente en registrar datos biomecánicos, sino en interpretar esos datos dentro del entramado complejo de relaciones que configuran la actividad laboral. Mafra y Barros (2021) sostienen que la prevención de riesgos en sistemas complejos requiere herramientas que recolecten información, y que también la analicen de manera contextualizada, considerando variables múltiples y en permanente interacción.

#### **2.1.4 Investigaciones previas y su relación con el problema**

En primer lugar, el estudio llevado adelante por Sabino, Fernandes, Cepeda, Quaresma, Gamboa y Gabriel (2024) centra su atención en la aplicación de tecnologías portátiles para la evaluación de riesgos ergonómicos en profesionales de la salud. El objetivo

principal que plantean los autores consiste en realizar una revisión sistemática que permita identificar de qué manera los dispositivos portátiles ayudan a medir y prevenir los riesgos derivados de malas posturas y esfuerzos físicos prolongados en el ámbito sanitario. Para lograrlo, aplican una metodología de revisión exhaustiva, analizando bases de datos internacionales y seleccionando investigaciones que cumplieran con criterios rigurosos de calidad científica.

A partir de este trabajo, se desprenden resultados sumamente relevantes. Los autores encuentran que las tecnologías portátiles permiten registrar posturas y movimientos de manera continua, y también ofrecen retroalimentación inmediata que facilita correcciones posturales en tiempo real. Esta capacidad de intervención directa representa un avance considerable frente a métodos tradicionales de evaluación ergonómica que dependen de observaciones puntuales o cuestionarios retrospectivos. Asimismo, la revisión concluye que el uso de dispositivos portátiles mejora la conciencia postural de los profesionales de la salud, reduciendo la incidencia de lesiones musculoesqueléticas a largo plazo. Este hallazgo resulta de especial interés, ya que respalda la necesidad de aplicar tecnología wearable también en otros entornos laborales, como el industrial, donde los riesgos ergonómicos son igualmente elevados.

De manera complementaria, el trabajo realizado por Moon y Ju (2024) profundiza en el uso de sensores portátiles en la ergonomía industrial. En su investigación, estos autores se proponen como objetivo evaluar de qué manera los sensores portátiles pueden mejorar la seguridad y la eficiencia de los trabajadores en entornos fabriles. La metodología que eligen es una revisión exploratoria que abarca estudios de caso, experimentos de laboratorio y aplicaciones prácticas en plantas industriales. A través de este enfoque amplio, logran capturar una visión integral del impacto de los sensores portátiles en distintos tipos de actividades industriales.

Los resultados que obtienen refuerzan la importancia de estas tecnologías. Según Moon y Ju (2024), los sensores portátiles permiten identificar patrones de movimiento riesgosos que, de no ser corregidos a tiempo, derivan en lesiones crónicas. Además, demuestran que los dispositivos ayudan a optimizar la distribución de cargas físicas durante las tareas, mejorando la ergonomía de manera proactiva. Como corolario de su trabajo, los

autores destacan que la incorporación de sensores portátiles previene lesiones, y que también incrementa la productividad de las empresas, al reducir los tiempos de inactividad por accidentes o enfermedades laborales. Estos aportes se relacionan de manera directa con el problema que se aborda en esta investigación, ya que confirman que la implementación de tecnología wearable tiene efectos positivos en la salud de los trabajadores, y también en el desempeño organizacional.

Por otro lado, el estudio llevado a cabo por Elena y Roberto (2021) realiza una revisión sistemática sobre el uso de dispositivos portátiles para la ergonomía, enfocándose en el monitoreo de posturas laborales. Su objetivo radica en identificar cuáles son las tecnologías más efectivas para detectar y corregir malas posturas en tiempo real. Para alcanzar este propósito, realizan un análisis riguroso de artículos científicos publicados en los últimos años, aplicando criterios de inclusión y exclusión que garantizan la relevancia y actualidad de los datos recolectados.

Entre los hallazgos más destacados, Elena y Roberto (2021) señalan que los dispositivos portátiles, como sensores inerciales y chalecos inteligentes, permiten un seguimiento constante de la postura corporal sin interferir en el desempeño de las tareas. Además, detectan que la retroalimentación inmediata ofrecida por estos dispositivos mejora significativamente la adherencia de los trabajadores a las recomendaciones ergonómicas, favoreciendo cambios de comportamiento sostenidos en el tiempo. Como conclusión, los autores afirman que la integración de dispositivos portátiles en programas de prevención ergonómica representa una estrategia altamente efectiva para reducir los trastornos musculoesqueléticos laborales. Esta afirmación refuerza la pertinencia de la propuesta planteada en este trabajo, al señalar que la tecnología wearable se convierte en una herramienta concreta y viable para abordar los problemas ergonómicos de forma preventiva.

Continuando con el análisis, el estudio de Lamooki y Patel (2025) introduce un enfoque específico en el uso de sensores portátiles para la mejora de la seguridad y la eficiencia en entornos industriales. Los autores se plantean como objetivo evaluar el impacto de los sensores en la reducción de riesgos ergonómicos y en la optimización de procesos productivos. Para ello, utilizan una metodología basada en estudios de campo realizados en

plantas manufactureras, combinando la recopilación de datos de movimiento con entrevistas a trabajadores y supervisores.

Los resultados que presentan son contundentes. Lamooki y Patel (2025) encuentran que la incorporación de sensores portátiles disminuye la exposición a posturas forzadas, reduce el número de movimientos repetitivos perjudiciales y permite diseñar puestos de trabajo más ergonómicos. Además, observan que los trabajadores que utilizan estos dispositivos muestran una mayor conciencia corporal y una predisposición más favorable hacia la adopción de buenas prácticas posturales. A partir de estos hallazgos, los autores concluyen que los sensores portátiles mejoran la ergonomía, y también fortalecen la cultura preventiva dentro de las organizaciones. Este dato resulta especialmente relevante para la investigación desarrollada, ya que pone en evidencia que la tecnología wearable no debe entenderse únicamente como un instrumento técnico, sino también como un factor de cambio cultural en materia de seguridad laboral.

Finalmente, el estudio realizado por González y Martínez (2025) examina el uso de sistemas portátiles para la evaluación de riesgos relacionados con el sistema musculoesquelético en actividades de manipulación manual de materiales. El objetivo principal que se proponen consiste en revisar de manera sistemática los estudios que emplean redes de sensores para monitorear el esfuerzo físico de los trabajadores durante tareas de carga y descarga. A través de una metodología de revisión sistemática de literatura, los autores recopilan y analizan investigaciones recientes que aplican sensores inerciales y electromiográficos en contextos reales de trabajo.

Entre sus principales resultados, González y Martínez (2025) encuentran que el monitoreo mediante sensores portátiles permite caracterizar de manera precisa los esfuerzos físicos implicados en la manipulación manual de cargas. Gracias a esta caracterización, es posible identificar situaciones de sobrecarga que, de mantenerse en el tiempo, incrementarían el riesgo de desarrollar lesiones musculoesqueléticas. Asimismo, los autores destacan que el análisis de los datos recolectados por los sensores permite diseñar programas de intervención ergonómica más específicos y basados en evidencia objetiva. Como conclusión, sostienen que los sistemas portátiles representan una herramienta fundamental para avanzar hacia una ergonomía basada en datos, en contraposición a los enfoques tradicionales basados

únicamente en observaciones subjetivas. Esta conclusión se vincula de manera directa con el problema planteado en esta investigación, al señalar que el uso de tecnología wearable constituye un paso necesario para mejorar la detección y prevención de riesgos ergonómicos en el trabajo.

## **2.2 Marco legal**

De acuerdo con la Constitución de la República del Ecuador (2008), específicamente en su artículo 424, la norma máxima que rige el ordenamiento jurídico es la propia Constitución, estableciendo que cualquier disposición contraria a ella carecerá de eficacia jurídica.

En este sentido, cada innovación tecnológica aplicada al trabajo, como los dispositivos portátiles destinados al monitoreo ergonómico, debe respetar y ajustarse plenamente a este ordenamiento supremo. No se puede hablar de prevención de riesgos laborales sin reconocer que el respeto a la integridad física, la salud y la vida de los trabajadores está protegido como derecho fundamental en el texto constitucional (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Siguiendo esta estructura, el mismo artículo 424 también otorga un lugar preponderante a los tratados internacionales de derechos humanos que reconozcan derechos más favorables, estableciendo su prevalencia sobre cualquier otra norma interna de menor jerarquía. De este modo, instrumentos como el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, que garantiza el derecho al trabajo en condiciones dignas y seguras, se integran al marco que respalda jurídicamente la utilización de tecnologías de prevención ergonómica (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Además, la jerarquía normativa ubica a las leyes orgánicas y ordinarias inmediatamente después de la Constitución y los tratados internacionales, y entre ellas, el Código de Trabajo del Ecuador regula de manera expresa los deberes de los empleadores en cuanto a la adopción de medidas de seguridad para proteger la salud de los trabajadores, incluyendo acciones preventivas frente a riesgos ergonómicos (Código de Trabajo del Ecuador, 2005).

Dentro de esta línea, el artículo 66, numeral 27 de la Constitución garantiza el derecho a la seguridad personal, incluyendo la obligación del Estado y de los empleadores de velar

porque las condiciones laborales no pongan en riesgo la vida ni la salud de las personas. Esta protección se extiende de manera natural a la implementación de tecnología wearable destinada a reducir riesgos físicos derivados de malas posturas o sobreesfuerzos repetitivos (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Asimismo, el artículo 326 establece principios fundamentales como la irrenunciabilidad de los derechos laborales y la obligación estatal de garantizar su efectivo cumplimiento. Dentro de estos principios, el derecho a condiciones de trabajo seguras y saludables ocupa un lugar central, reforzando la importancia de todas las herramientas que promuevan la prevención ergonómica, como lo hacen los dispositivos portátiles de monitoreo (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Por otro lado, existen reglamentos y normas técnicas emitidas por organismos como el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), que detallan la obligación de realizar evaluaciones ergonómicas periódicas en los lugares de trabajo. Estas disposiciones, aunque de menor jerarquía, deben alinearse plenamente a los mandatos constitucionales y permiten entender que el uso de sensores portátiles representa una forma concreta de dar cumplimiento a esas exigencias (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social [IESS], 2017).

En efecto, la implementación de dispositivos portátiles para monitorear posturas y esfuerzos físicos responde a la obligación legal de proteger la salud de los trabajadores de manera efectiva y permanente. Así, se garantiza la prevención de daños físicos, y también el fortalecimiento de las políticas de cumplimiento normativo dentro de las organizaciones, en sintonía con lo que exige el marco jurídico ecuatoriano (Código de Trabajo del Ecuador, 2005).

De igual manera, el respeto por los derechos de privacidad y la protección de los datos personales, establecidos en el artículo 66, numeral 19 de la Constitución, se vuelve fundamental en todo proyecto que implique la recolección de información biométrica mediante tecnología wearable. Esto exige que cualquier sistema de monitoreo ergonómico implementado en los entornos laborales asegure la confidencialidad y el consentimiento informado de los trabajadores (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Así, la supremacía constitucional establecida en el artículo 424 marca el camino para toda acción destinada a mejorar las condiciones laborales, asegurando que cada avance

tecnológico, como el uso de sensores ergonómicos portátiles, se diseñe y aplique bajo el respeto absoluto de los derechos humanos fundamentales (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

En consecuencia, cada norma, desde la Constitución hasta los reglamentos específicos, converge en la necesidad de garantizar la vida, la salud y el bienestar de las personas trabajadoras, haciendo de la tecnología wearable una herramienta legítima, necesaria y plenamente compatible con el orden jurídico vigente en Ecuador (Constitución de la República del Ecuador, 2008; IESS, 2017).

## **CAPÍTULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Enfoque investigación**

El enfoque de esta investigación fue de carácter cualitativo porque busca explorar profundamente cómo la implementación de tecnología wearable contribuye a la monitorización de riesgos ergonómicos. Esta metodología fue adecuada porque permitió capturar experiencias detalladas, percepciones y opiniones de expertos en ergonomía y tecnología wearable.

#### **3.2 Tipo de investigación**

El estudio se caracterizó como descriptivo porque buscó detallar las características, manifestaciones y condiciones del problema observado, y al mismo tiempo fue exploratorio, dado que abordó una temática novedosa en el contexto ecuatoriano, sobre la cual existía escasa información previa. Este tipo de diseño permitió analizar las percepciones, experiencias y realidades de manera flexible y contextualizada, sin imponer estructuras rígidas de interpretación (Hernández Sampieri et al., 2014).

#### **3.3 Diseño de investigación**

La investigación adoptó un diseño fenomenológico, dado que se orientó a explorar y comprender las experiencias y percepciones de expertos en ergonomía acerca de la implementación de tecnologías wearable en la prevención de riesgos ergonómicos laborales. Según Hernández Sampieri, et al. (2014), el diseño fenomenológico es apropiado cuando se pretende interpretar el significado que las personas atribuyen a un fenómeno específico a partir de sus vivencias y reflexiones. En este caso, las entrevistas a especialistas permitieron acceder de manera directa a sus conocimientos, opiniones y valoraciones sobre el uso de dispositivos portátiles como estrategia preventiva en entornos laborales ecuatorianos.

#### **3.4 Descripción del área de estudio**

##### **3.4.1 Población y muestra**

La población estuvo conformada por expertos en ergonomía y tecnología wearable, seleccionándose a diez especialistas basándose en su experiencia profesional y producción

académica. Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, modalidad adecuada en estudios cualitativos según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014), priorizando participantes con conocimientos profundos sobre el fenómeno investigado. La selección se realizó mediante recomendaciones profesionales y revisión de publicaciones en el campo, asegurando la pertinencia de las opiniones recogidas para analizar la implementación de dispositivos wearable en la prevención de riesgos ergonómicos.

### **3.4.2 Criterios de inclusión**

Se incluyó a expertos que contaron con formación académica formal en ergonomía o en áreas relacionadas a la prevención de riesgos laborales y que, además, demostraron experiencia profesional en proyectos vinculados al uso de tecnologías wearable. También se consideró como criterio haber participado en investigaciones, publicaciones científicas o desarrollos prácticos en el campo de la ergonomía aplicada. La selección priorizó a quienes ocuparon roles activos en instituciones reconocidas o en entornos de trabajo donde se implementaron tecnologías innovadoras para el cuidado ergonómico.

### **3.4.3 Criterios de exclusión**

Se excluyó de la muestra a profesionales que, aunque tuvieran formación en áreas afines, no contaron con experiencia específica en ergonomía laboral o en el uso de tecnologías portátiles aplicadas a la prevención de riesgos físicos. También quedaron fuera aquellos especialistas cuya participación en el campo se limitó exclusivamente al ámbito teórico, sin intervenciones prácticas relevantes.

### **3.5 Procedimiento**

Para identificar los principales riesgos ergonómicos mediante el uso de tecnología wearable, se diseñaron entrevistas semiestructuradas dirigidas a especialistas en ergonomía y tecnologías aplicadas. Durante las entrevistas, se exploraron las experiencias de los profesionales respecto de los riesgos más comunes detectados con el uso de dispositivos portátiles en entornos laborales reales. La información recopilada permitió construir una caracterización detallada de los factores de riesgo físico más relevantes, siempre considerando el contexto ecuatoriano.

En relación con la evaluación de la eficacia de la tecnología wearable en el control de riesgos ergonómicos, se recopilaron las percepciones de los expertos sobre la precisión, utilidad y limitaciones observadas en su aplicación práctica. A partir de los relatos obtenidos en las entrevistas, se analizaron casos concretos donde estas tecnologías fueron utilizadas para prevenir o reducir lesiones musculoesqueléticas, permitiendo valorar de manera crítica su aporte real al fortalecimiento de la seguridad y salud laboral.

Finalmente, para recomendar el uso de tecnologías wearable para la monitorización de riesgos ergonómicos, se sistematizaron los aportes surgidos en las entrevistas junto con el análisis exhaustivo de material bibliográfico actualizado. Esta triangulación de fuentes permitió formular sugerencias fundamentadas, orientadas a mejorar la implementación de dispositivos portátiles en entornos de trabajo, respetando tanto los aspectos técnicos como los principios ergonómicos que garantizan la protección de la integridad física de los trabajadores.

### **3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para identificar los principales riesgos ergonómicos mediante tecnología wearable, se aplicó la técnica de entrevista semiestructurada. Esta modalidad permitió explorar las experiencias de los expertos en ergonomía, recolectando información precisa sobre los riesgos más comunes detectados con dispositivos portátiles.

Como instrumento, se utilizó un guion de entrevista elaborado con preguntas abiertas y específicas. Este guion fue validado a través de revisión de expertos, asegurando su pertinencia y relación directa con la detección de riesgos físicos laborales.

Respecto a la evaluación de la eficacia de la tecnología wearable, se recurrió nuevamente a entrevistas semiestructuradas, enfocando las preguntas en los resultados observados por los expertos tras su implementación práctica. De este modo, se accedió a valoraciones críticas basadas en casos reales.

El instrumento empleado fue una matriz de categorización de respuestas, diseñada para ordenar y sintetizar las percepciones recogidas sobre la utilidad, precisión y confiabilidad de las tecnologías aplicadas a la prevención ergonómica.

En relación a la recomendación del uso de tecnologías wearable, se combinó la técnica de entrevista con el análisis documental. Se buscó complementar las opiniones de los expertos con datos extraídos de estudios científicos recientes sobre ergonomía aplicada.

Para esta fase, el instrumento fue una ficha de registro de fuentes, donde se recopilaron las principales sugerencias surgidas de las entrevistas y de los documentos analizados, favoreciendo una triangulación sólida de la información recolectada.

### **3.7 Técnicas de análisis de datos**

Para identificar los principales riesgos ergonómicos mediante el uso de tecnología wearable, se aplicó un análisis de contenido temático a las respuestas obtenidas en las entrevistas. Se codificaron los relatos de los expertos, agrupando las menciones en categorías de riesgo físico, como posturas forzadas, movimientos repetitivos o cargas excesivas, siempre buscando patrones comunes que reflejaran la realidad laboral observada.

En cuanto a la evaluación de la eficacia de las tecnologías wearable, se utilizó también el análisis de contenido, pero enfocado en las valoraciones críticas expresadas por los especialistas. Se clasificaron las opiniones en criterios como precisión del monitoreo, impacto en la reducción de riesgos y limitaciones prácticas, permitiendo construir una interpretación detallada sobre el desempeño real de estas herramientas en el entorno laboral.

Respecto a la recomendación del uso de tecnología wearable, el análisis combinó la interpretación cualitativa de las entrevistas con la sistematización de los datos recolectados en el análisis documental. Se contrastaron las sugerencias formuladas por los expertos con las evidencias bibliográficas seleccionadas, realizando una triangulación que permitió reforzar la validez de las recomendaciones planteadas para mejorar la prevención de riesgos ergonómicos.

### **3.8 Consideraciones éticas**

Dado que la investigación involucra la participación de humanos, se seguirán estrictamente los principios bioéticos de beneficencia, no maleficencia, justicia, y autonomía. Todos los participantes serán informados sobre los objetivos de la investigación, los procedimientos, los posibles beneficios y riesgos. Se les solicitará su consentimiento informado por escrito antes de participar en el estudio. Además, se garantizará la

confidencialidad y anonimato de la información recogida para proteger la privacidad de los participantes.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se busca mostrar, de forma clara y ordenada, cómo las percepciones y experiencias compartidas por los participantes permiten responder a los objetivos específicos planteados al inicio de la investigación. Cada eje temático se estructura a partir de las opiniones recogidas, respetando siempre la voz auténtica de quienes, desde su práctica diaria, pudieron aportar una mirada real y cercana sobre el uso de tecnología wearable en la monitorización de riesgos ergonómicos.

#### 4.1 Resultados

##### 4.1.1. Identificación de los principales riesgos ergonómicos mediante el uso de tecnología wearable

Al ponerse a analizar las respuestas de los entrevistados, se hace evidente que la tecnología wearable abre una ventana que antes estaba cerrada para muchos entornos laborales. Desde la experiencia del entrevistado 1 (2025), se advierte que los principales riesgos ergonómicos que se detectan a través de estos dispositivos son “las posturas fijas y los movimientos repetidos”, dos factores que, según explica, hacen que “[...]el cuerpo se vaya rompiendo de a poquito sin que uno se dé cuenta”. Esta percepción no es aislada, porque también el entrevistado 2 (2025) aporta que “[...] en talleres textiles se pudo ver cómo las posturas largas afectaban la espalda baja de las operarias” [...], algo que a simple vista muchas veces pasa desapercibido.

Siguiendo en esa línea, el entrevistado 3 (2025) remarca que “[...]detectan esfuerzos innecesarios que pasan desapercibidos”, refiriéndose a cómo los sensores ayudan a identificar sobrecargas físicas que los trabajadores no reportan porque las terminan naturalizando en su rutina diaria. Esta capacidad de revelar lo invisible también la subraya el entrevistado 4(2025), quien menciona que los dispositivos “[...]capturan la historia real del cuerpo en el trabajo [...]”, dejando en evidencia los movimientos forzados y los tiempos de exposición prolongados que antes no se dimensionaban con claridad.

Desde una perspectiva del sector salud, el entrevistado 5 (2025) cuenta que los wearables “[...]avisan cuando hay que hacer cambios posturales urgentes [...]”, algo que

resultó clave para intervenir antes de que se produzcan lesiones crónicas en personal de enfermería. Este aporte viene a reforzar la idea de que los riesgos ergonómicos más críticos no siempre se traducen en un dolor inmediato, sino que se gestan de forma silenciosa y progresiva.

El entrevistado 6 (2025), que trabaja en el sector industrial, señala que “[...]los sensores de postura permiten ver en tiempo real cómo trabajan los operarios” y que gracias a esos datos fue posible rediseñar estaciones de trabajo para reducir el riesgo asociado a levantamientos pesados y posturas forzadas. Esta misma preocupación por el esfuerzo físico repetido aparece en el testimonio del entrevistado 7 (2025), quien destaca que en entornos agrícolas los dispositivos permiten “[...]cuantificar la exposición a factores de riesgo ergonómico [...]”, una cuestión que resulta fundamental cuando se trabaja muchas horas en tareas físicamente demandantes.

En el ámbito de la construcción, el entrevistado 8 (2025) resalta que “[...]los wearables alertan sobre posturas peligrosas y ayudan a corregirlas en tiempo real”, lo que permite actuar antes de que los problemas musculoesqueléticos se agraven. Este tipo de aplicaciones prácticas demuestra que el valor de estos dispositivos no está solo en registrar datos, sino en brindar herramientas para prevenir daños futuros.

Por su parte, el entrevistado 9(2025), con experiencia en fábricas textiles, afirma que “[...]los datos recabados respaldan decisiones de rediseño de tareas [...]”, dejando en claro que muchas veces los cambios en los puestos de trabajo solo encuentran justificación cuando hay evidencia concreta. Finalmente, el entrevistado 10 (2025) completa el panorama señalando que “[...]los dispositivos muestran alertas invisibles antes de que aparezca el dolor [...]”, sintetizando en una frase la importancia de actuar sobre el riesgo cuando todavía no se traduce en una lesión o enfermedad.

Con estos testimonios se evidencia que la tecnología wearable facilita la identificación de los principales riesgos ergonómicos (como las posturas mantenidas, los movimientos repetitivos, la carga física excesiva y las exposiciones prolongadas), y además da visibilidad a problemáticas que, en el ritmo habitual del trabajo, quedaban relegadas o directamente ignoradas. Los dispositivos, en definitiva, permiten anticiparse a los problemas

y construir entornos laborales más sanos y seguros, siempre que se los use de manera adecuada y en diálogo permanente con quienes habitan esos espacios de trabajo.

#### **4.1.2. Evaluación de la eficacia de la tecnología wearable en el control de riesgos ergonómicos**

Según las opiniones compartidas por los entrevistados, se puede notar que la eficacia de la tecnología wearable para controlar riesgos ergonómicos es reconocida de forma unánime, aunque matizada por algunos factores que también surgieron durante las charlas. El entrevistado 1(2025) señaló que “[...]hay que saber bien qué medir y para qué, si no, se llena uno de datos y no sirve de mucho”, resaltando que no alcanza con tener el dispositivo: lo importante es cómo se interpreta y se usa esa información para hacer cambios reales en el trabajo diario.

Por otro lado, el entrevistado 2 (2025) aportó desde su experiencia que “[...]el aparato solo no hace magia [...]”, dando a entender que los resultados positivos dependen también de un buen acompañamiento y de una estrategia de intervención clara. Desde otra mirada, el entrevistado 3 (2025) remarcó que los wearables “[...]son aliados estratégicos [...]” siempre que se apliquen bien, destacando que en su experiencia lograron detectar microlesiones a tiempo y rediseñar los turnos laborales para mejorar la salud de los trabajadores.

Siguiendo ese camino, el entrevistado 4 (2025) aseguró que estos dispositivos “[...]pueden disminuir accidentes laborales un 30% o más [...]”, basándose en casos concretos donde el uso de sensores inteligentes y exoesqueletos redujo los problemas de dolor lumbar en tareas de carga pesada. Esta visión optimista sobre la eficacia también fue reforzada por el entrevistado 5 (2025), quien compartió que “[...]evita que las lesiones lleguen a ser crónicas [...]” en ambientes hospitalarios, donde las cargas físicas prolongadas son una constante difícil de evitar.

El entrevistado 6 (2025), con su trabajo en el sector metalúrgico, afirmó que la implementación de sensores en su planta “[...]permitió intervenciones tempranas basadas en datos”, logrando reducir el número de lesiones que antes parecían inevitables. A su vez, el

entrevistado 7 (2025) comentó que el uso de esta tecnología resultó “altamente efectivo en tareas físicamente demandantes”, haciendo posible detectar rápidamente situaciones de riesgo antes de que impactaran en la salud de los trabajadores rurales.

En otro contexto, el entrevistado 8 relató que gracias a los chalecos sensorizados en obras de construcción, “[...]se lograron prevenir muchas lesiones por posturas forzadas [...]”, algo que antes sólo se registraba cuando ya había dolor o ausencias. Por su parte, el entrevistado 9 (2025) habló de su experiencia en la industria textil, afirmando que los wearables “[...]cambian hábitos antes de que aparezcan daños [...]”, lo que refleja cómo el feedback que ofrecen permite corregir prácticas dañinas de manera anticipada.

Finalmente, el entrevistado 10 (2025) cerró este recorrido de percepciones al afirmar con mucha convicción que “[...]puede cambiar la historia del dolor crónico en el trabajo [...]”, una expresión que resume con mucha humanidad y fuerza el impacto positivo que puede tener el uso bien pensado de esta tecnología en la vida laboral de las personas.

Así, las experiencias recopiladas permiten concluir que la eficacia de los dispositivos wearables no está solamente en la tecnología en sí misma, sino en cómo se integran a una gestión inteligente de la prevención de riesgos. No se trata de acumular datos, sino de traducir esas señales en acciones concretas que mejoren la salud, el bienestar y la calidad de vida en el trabajo, logrando así que el uso de tecnología no sea una moda pasajera, sino una herramienta real de transformación.

#### **4.1.3. Recomendaciones para el uso de tecnología wearable basadas en entrevistas y análisis bibliográfico**

Después de escuchar y analizar a los entrevistados, se hizo evidente que la adopción de tecnología wearable no debe pensarse como una simple entrega de dispositivos, sino que requiere de un proceso que contemple a las personas como protagonistas activos. Desde el principio, el entrevistado 1 (2025) lo dejó en claro cuando remarcó que “[...] hay que involucrarlos desde el principio, mostrarles que es para ellos, no para controlarlos”, reflejando así que la confianza es la base para que cualquier innovación tecnológica funcione de verdad.

En la misma línea, el entrevistado 2 (2025) planteó que para lograr una buena integración de los dispositivos es fundamental ofrecer “[...] formación en ergonomía básica

para los usuarios [...]”, de manera que puedan entender no sólo cómo usar el wearable, sino también para qué les sirve en su propio bienestar. Por su parte, el entrevistado 3 (2025) propuso que la incorporación de esta tecnología “[...] sea parte del plan de prevención, no un ‘extra’”, subrayando la importancia de que no se vea como algo aislado o superficial, sino como una herramienta que realmente forma parte de la cultura de cuidado en el trabajo.

Desde su experiencia, el entrevistado 4 (2025) sugirió “[...] hacer pilotos pequeños antes de generalizar [...]”, explicando que empezar a pequeña escala permite corregir errores y ajustar detalles antes de expandir el uso a toda la empresa. Esta misma idea de construir de a poco fue reforzada por el entrevistado 5 (2025), quien recomendó “[...] diseñar el proyecto de implementación junto a los trabajadores [...]”, destacando que cuando los propios usuarios sienten que son parte del proceso, la aceptación y el compromiso crecen naturalmente.

En su rol en la industria, el entrevistado 6 (2025) aconsejó “[...] formación adecuada y participación de los empleados en el proceso”, haciendo hincapié en que nadie va a usar algo que no entiende o que siente impuesto desde afuera. Por otro lado, el entrevistado 7 (2025) señaló que un paso clave es “[...] involucrar a los trabajadores en la selección y prueba de los dispositivos [...]”, una estrategia que genera no sólo aceptación sino también una valoración más profunda de la herramienta como algo que realmente les pertenece.

El entrevistado 8, con su experiencia en el rubro de la construcción, remarcó que “[...] cada sector debería adaptar los dispositivos a sus necesidades específicas [...]”, reconociendo que no todos los entornos laborales son iguales y que las soluciones deben ser pensadas a medida. En el mundo textil, el entrevistado 9 (2025) fue muy claro al expresar que es vital “[...] escuchar al trabajador desde el minuto uno”, porque son ellos quienes más conocen las dificultades reales y las pequeñas incomodidades que pueden hacer la diferencia entre el éxito y el fracaso de un proyecto.

Finalmente, el entrevistado 10 (2025) cerró este recorrido planteando una idea que atraviesa todas las experiencias compartidas: “[...] que cada sector elija su propio ritmo de implementación [...]”, respetando los tiempos, los aprendizajes y las dinámicas particulares de cada ambiente de trabajo.

Todo este aporte confirma que para que los dispositivos wearables realmente sean aliados en la prevención de riesgos ergonómicos, no alcanza con la tecnología, hace falta

diálogo, formación, paciencia, respeto por los tiempos y, sobre todo, construir juntos un nuevo modo de cuidar la salud en el trabajo, donde la innovación esté al servicio de la gente, y no al revés.

Cabe destacar que las recomendaciones aquí propuestas se sustentan no solo en los testimonios recogidos a través de las entrevistas semiestructuradas realizadas a profesionales idóneos en ergonomía y gestión de riesgos laborales, sino también en el análisis exhaustivo de la bibliografía especializada revisada en el marco teórico. En particular, los aportes de Gil-González et al. (2021), Pérez Camacho (2024), y Ruíz Quispe (2024) permiten contrastar los hallazgos empíricos con desarrollos previos en el campo de la tecnología wearable aplicada a la ergonomía, favoreciendo una triangulación metodológica que robustece la validez interpretativa del estudio. Así, se consolida una mirada integral que combina la experiencia profesional, la reflexión teórica y la evidencia científica reciente, legitimando las propuestas de acción en el contexto específico de los entornos laborales de Quito, y brindando fundamentos sólidos para su aplicación y replicabilidad en otras realidades productivas.

## **4.2 Discusión**

### **4.2.1 Discusión de resultados y análisis crítico**

Al contrastar las percepciones recogidas en las entrevistas con los estudios previos analizados, se hace evidente que aunque existe una tendencia generalizada a valorar positivamente el uso de wearables, el modo en que se los implementa y adapta a cada contexto es determinante en cuanto a su éxito.

En primer lugar, los entrevistados de este trabajo coincidieron en que los principales riesgos ergonómicos detectados a través de la tecnología wearable son las posturas mantenidas, los movimientos repetitivos y las cargas físicas excesivas. Esta percepción encuentra resonancia en lo planteado por Gil-González, Márquez, Robles García, Corchado y Luis-Reboredo (2021), quienes sostienen que el monitoreo constante de las posturas permite intervenir antes de que los problemas se cronifiquen. No obstante, a diferencia de los estudios más controlados de laboratorio, en este trabajo se reveló que en entornos laborales reales como la industria textil o la construcción, la detección de riesgos ergonómicos requiere una interpretación contextualizada de los datos, algo que González y Martínez (2025)

también advierten cuando afirman que los sensores deben ser parte de un sistema que contemple la variabilidad de las tareas.

Esta mirada crítica también se refuerza cuando se observa que para varios entrevistados, la simple presencia de dispositivos no garantiza por sí misma la prevención de lesiones. Según Cevallos (2019), el diseño ergonómico de tecnologías portátiles resulta esencial para su efectividad, ya que de lo contrario pueden generar rechazo entre los usuarios. Esta reflexión se alinea con lo que algunos participantes expresaron acerca de la importancia de que los wearables sean cómodos, intuitivos y no interfieran en la rutina laboral. En este sentido, Pérez Camacho (2024) destaca que un wearable que incomoda no es sostenible en el tiempo, por más tecnología que tenga.

Por otra parte, cuando se evalúa la eficacia de los dispositivos los resultados de este trabajo confirman en gran medida lo que estudios como el de Moon y Ju (2024) ya habían demostrado, es decir que la tecnología wearable es capaz de reducir significativamente los riesgos ergonómicos cuando se implementa de manera adecuada. Sin embargo, a diferencia de las investigaciones que reportan reducciones automáticas en la siniestralidad, los testimonios de los expertos locales mostraron que la eficacia depende mucho de factores como la capacitación previa, la participación activa de los trabajadores y el seguimiento de las alertas generadas por los dispositivos.

De hecho, Sabino et al. (2024) plantean que uno de los principales beneficios de las tecnologías portátiles es que mejoran la conciencia postural del usuario, y en esta investigación se corroboró ese efecto, aunque también se advirtió que dicha conciencia debe ser reforzada con estrategias educativas continuas. Como bien señaló uno de los entrevistados, “el aparato solo no hace magia”, dejando claro que la tecnología debe ser entendida como un apoyo dentro de una política más amplia de salud ocupacional.

Asimismo, al comparar los resultados que se obtuvo con las conclusiones de Moreno Ávila (2024), quien resalta que en Colombia, se evidencia que la adopción de tecnologías emergentes en SST enfrenta barreras importantes como la falta de capacitación y el miedo a la vigilancia invasiva. Estas mismas barreras fueron mencionadas en este estudio por varios entrevistados que advirtieron que, si los trabajadores perciben que los wearables son un medio de control y no de protección, su aceptación puede verse seriamente comprometida.

Por otro lado, al reflexionar sobre las recomendaciones aportadas por los entrevistados, se confirma la importancia de integrar a los trabajadores desde el inicio del proceso de implementación. Esta idea, profundamente humana y estratégica, coincide con la propuesta de Mata Macías (2020), quien afirma que el desarrollo tecnológico en ergonomía debe estar centrado en las personas, respetando sus necesidades y realidades. El hecho de que varios entrevistados hayan propuesto involucrar a los operarios en la selección y prueba de los dispositivos refleja un entendimiento profundo de que la prevención efectiva no se impone, se construye junto con quienes serán sus protagonistas.

Otro punto importante es la necesidad de adaptar la tecnología wearable a las características particulares de cada sector. Mientras que algunas investigaciones como las de Lamooki y Patel (2025) señalan que los sensores son efectivos en entornos industriales controlados, en esta investigación se destacó que en sectores como la construcción o la agricultura, donde las condiciones de trabajo son mucho más variables, la tecnología debe ser especialmente robusta, flexible y resistente. Este matiz muestra que la eficacia de los wearables no es universal, sino que depende de su capacidad para integrarse armónicamente en cada contexto específico.

Además, los resultados de esta investigación invitan a reflexionar sobre el rol de la inteligencia artificial en el análisis de datos ergonómicos. Tal como lo describen Suleng Furió et al. (2025), la IA aplicada a la ergonomía permite identificar patrones de riesgo de manera más precisa y anticipada que los métodos tradicionales. Sin embargo, al escuchar a los entrevistados, se evidencia que en la práctica cotidiana aún existen desafíos relacionados con la interpretación de esos datos, especialmente cuando se trata de traducir alertas técnicas en acciones preventivas concretas. Por lo tanto, si bien las tecnologías avanzan rápidamente, su aprovechamiento pleno en ergonomía laboral sigue requiriendo de mediadores humanos capacitados que puedan leer y actuar sobre la información recolectada.

Por otra parte, la comparación con los antecedentes internacionales muestra que el nivel de aceptación de la tecnología wearable en Quito es todavía incipiente, especialmente si se lo contrasta con experiencias como las de Europa documentadas en el proyecto BIONIC (Sánchez-Martín et al., 2023), donde los sistemas inteligentes de monitoreo ergonómico ya forman parte de los programas de SST de grandes empresas constructoras. Esta diferencia

puede deberse, como señalan Moreno Ávila (2024) y Ruiz Quispe (2024), a factores como el nivel de inversión disponible, la cultura organizacional y la formación tecnológica previa de los trabajadores.

Además, varios entrevistados mencionaron que los dispositivos wearables permiten actuar de manera preventiva, incluso antes de que aparezcan síntomas, y este hallazgo se encuentra en sintonía con lo planteado por González et al. (2021), quienes explican que los sistemas de corrección postural inteligentes detectan desvíos, y también ayudan a construir hábitos saludables a largo plazo. Este punto fortalece la hipótesis de que la tecnología wearable, bien implementada, tiene un impacto inmediato en la reducción de riesgos, y puede generar transformaciones sostenibles en la cultura de salud ocupacional de las organizaciones.

Sin embargo, no todo es tan lineal. Los resultados también muestran que existen limitaciones técnicas importantes, como la duración de la batería, la precisión de los sensores en condiciones adversas y la necesidad de mantenimiento constante, coincidiendo con las observaciones de Pérez Camacho (2024) sobre la usabilidad real de estos dispositivos. Estas limitaciones, aunque no invalidan la utilidad de la tecnología, ponen de manifiesto que todavía queda camino por recorrer en términos de perfeccionamiento y adaptación.

Finalmente, esta investigación ratifica que para lograr una implementación exitosa de tecnología wearable en ergonomía no alcanza con adquirir dispositivos de última generación. Hace falta construir un proceso integral que contemple formación, sensibilización, participación activa, adaptación al contexto y respeto por la dignidad de los trabajadores. Tal como lo plantean Torres y Rodríguez (2021) desde la Teoría de la Actividad, el trabajador no puede ser visto como un receptor pasivo de tecnologías, sino como un agente activo que transforma, adapta y resignifica las herramientas que utiliza.

#### **4.2.2 Fortalezas y limitaciones**

Una de las fortalezas es que no se trató de analizar datos fríos o estadísticas sin contexto, sino de escuchar voces concretas, con nombre y experiencia, que compartieron situaciones reales en las que la tecnología wearable fue puesta a prueba. Esa cercanía con la realidad, lejos de la teoría pura, hizo posible construir un conocimiento que es útil para la academia, y también para quienes toman decisiones en las empresas.

Otra fortaleza es la diversidad de perfiles de los entrevistados. Participaron profesionales con trayectorias en sectores distintos como la industria, la construcción, la salud y el ámbito rural. Eso enriqueció muchísimo los resultados porque permitió ver cómo una misma herramienta tecnológica puede comportarse de manera muy distinta según el contexto en el que se aplique. Además, la forma en que se organizaron los resultados, a partir de ejes temáticos que respondieron directamente a los objetivos específicos, facilitó una lectura más clara, ordenada y profunda, ayudando a conectar las voces de los participantes con lo que dice la bibliografía especializada.

También se puede señalar como fortaleza la mirada crítica que atravesó todo el trabajo. No se buscó validar ciegamente el uso de los wearables, sino entender hasta dónde llegan, qué aportan, qué les falta y qué cosas aún generan dudas. Esa apertura a distintas posturas permitió construir una discusión rica, con matices, con comparaciones, y con un fuerte anclaje en autores reconocidos del campo de la ergonomía y la tecnología aplicada al trabajo.

Sin embargo, como en toda investigación, también hubo limitaciones y una de las más visibles tiene que ver con el tamaño de la muestra. Al tratarse de un estudio cualitativo y con entrevistas a solo diez profesionales, no se puede generalizar lo hallado a todas las empresas de Quito ni mucho menos. Las experiencias compartidas sirven para entender tendencias y dar pistas, pero no reemplazan un estudio cuantitativo más amplio que mida el impacto real en números concretos.

Otra limitación es el acceso a empresas que ya implementan tecnología wearable no fue tan sencillo como se esperaba al principio, si bien se logró contactar con referentes valiosos, hay muchos espacios donde estas herramientas todavía no llegaron o no se aplican con un enfoque ergonómico. Eso limitó la posibilidad de contrastar experiencias en empresas más pequeñas o en sectores donde el acceso a la tecnología sigue siendo muy desigual.

Además, la propia novedad del tema en Ecuador hace que muchos procesos estén en marcha y no consolidados. Esto significa que varias experiencias compartidas por los entrevistados son todavía incipientes o están en una etapa de prueba. Por eso, si bien los aportes fueron ricos y sinceros, es probable que en unos años haya nuevas conclusiones o incluso cambios en las percepciones sobre los dispositivos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Con el análisis de las percepciones de profesionales idóneos en ergonomía y gestión de riesgos laborales se logró alcanzar los objetivos propuestos, partiendo del general que fue analizar la percepción de los profesionales idóneos en ergonomía y gestión de riesgos laborales sobre la contribución de la tecnología wearable en la monitorización de riesgos ergonómicos en diversos entornos laborales de empresas en la ciudad de Quito, Ecuador.

Respecto al primer objetivo específico, que buscaba identificar los principales riesgos ergonómicos mediante el uso de tecnología wearable, los resultados mostraron que esta herramienta es capaz de detectar de manera temprana riesgos que muchas veces pasan desapercibidos a simple vista, como las posturas mantenidas, los movimientos repetitivos y la carga física excesiva. Los entrevistados fueron muy claros en destacar que los wearables permiten mostrar alertas invisibles antes de que aparezca el dolor, dándole al trabajador y a la empresa una oportunidad real de intervenir a tiempo. Esta capacidad de identificar riesgos coincide ampliamente con los aportes teóricos revisados, reforzando la idea de que los dispositivos portátiles pueden ser aliados estratégicos en la prevención de enfermedades laborales.

En relación con el segundo objetivo, que proponía evaluar la eficacia de la tecnología wearable en el control de riesgos ergonómicos, los testimonios recogidos dejaron en evidencia que los dispositivos son efectivos, pero que su eficacia no es automática ni garantizada. Tal como señalaron varios profesionales, el impacto positivo se alcanza solo si se acompaña la tecnología de formación, participación activa y un seguimiento constante. El aparato por sí mismo no corrige malos hábitos ni transforma ambientes laborales; es la interpretación y la acción sobre los datos lo que marca la diferencia. Esta conclusión dialoga de manera crítica con investigaciones anteriores que, a veces, presentan la tecnología como una solución mágica sin considerar los factores humanos y organizacionales que condicionan su uso.

Por último, en cuanto al tercer objetivo, que consistía en recomendar el uso de tecnología wearable para la monitorización de riesgos ergonómicos, se desprende que para lograr una implementación exitosa es necesario trabajar desde una perspectiva que ponga en el centro a los trabajadores. Involucrarlos en la selección de los dispositivos, capacitarlos en su uso y explicar de manera clara los beneficios para su salud son pasos fundamentales para lograr aceptación y compromiso. Además, las recomendaciones también apuntan a adaptar la tecnología a las particularidades de cada sector, reconociendo que no existe una única receta válida para todos los contextos laborales. Cada espacio de trabajo tiene sus propios tiempos, necesidades y resistencias, y respetar esa diversidad es clave para construir una cultura de prevención real y efectiva.

Con esto se comprueba que la tecnología wearable puede ser una herramienta valiosa para mejorar las condiciones de trabajo y prevenir riesgos ergonómicos, siempre que se la entienda no como un fin en sí mismo, sino como un medio al servicio de un trabajo más digno, saludable y humano.

### **Recomendaciones**

A partir de los resultados obtenidos y el análisis realizado, algunas recomendaciones prácticas que podrían favorecer la implementación exitosa de tecnología wearable en la monitorización de riesgos ergonómicos son las siguientes.

En primer lugar, se recomienda que las empresas que deseen incorporar dispositivos wearables prioricen la participación desde el inicio del proceso, involucrar a los trabajadores en la selección, prueba y adaptación de los dispositivos mejora la aceptación, y también enriquece el diseño de las estrategias de prevención, ya que quienes viven el trabajo cotidiano son quienes mejor conocen los desafíos reales.

También se sugiere acompañar la implementación de los dispositivos con programas de formación y sensibilización continua porque no basta con explicar cómo funciona el wearable, es fundamental enseñar a los trabajadores a interpretar los datos que genera y a incorporar cambios saludables en sus prácticas diarias.

Otra recomendación es adaptar la tecnología a las particularidades del sector y del puesto de trabajo, porque no todos los ambientes son iguales, y un dispositivo que funciona bien en una oficina puede no ser útil en un campo agrícola o en una obra en construcción.

Por eso, se aconseja realizar evaluaciones piloto antes de extender el uso de los wearables a toda la organización.

Asimismo, se plantea la necesidad de integrar los datos recolectados por los dispositivos a los sistemas de gestión de salud y seguridad existentes en la empresa; la información generada no debe quedar en manos de técnicos o en reportes aislados: debe ser utilizada activamente para rediseñar puestos, planificar pausas, implementar rotaciones de tareas y ajustar procesos de trabajo.

Y se recomienda que cualquier iniciativa de incorporación de tecnología wearable sea acompañada por políticas claras que garanticen la confidencialidad de los datos personales y el respeto a la privacidad de los trabajadores. Construir confianza es fundamental para que los dispositivos sean vistos como aliados y no como herramientas de control.

## REFERENCIAS

- Alòs, F., & Puig-Ribera, A. (2021). Uso de wearables y aplicaciones móviles (mHealth) para cambiar los estilos de vida desde la práctica clínica en atención primaria: una revisión narrativa. *Atención Primaria Práctica*, 3, 100122. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2605073021000432>
- Cárcamo-Coronado, T., Castilla-Perez, M. M., Gutiérrez-Suarez, K. V., Rodríguez-Escobar, G. A., Suarez-Marenco, M. K., & Barrios, M. Á. O. (2023). Análisis de Trabajo Seguro Como Soporte para la Evaluación del Riesgo Biomecánico Durante el Transporte de Mercancía con Montacargas: Un Caso De Estudio. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 5(1), 53-64. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/4767>
- Cárdenas, M. D. A., Rodríguez, D. K. G., & Laython, L. D. M. (2024). *APP de Medición de Riesgos Bioquímicos en la Industria: Una Revisión Sistemática de Aplicaciones Móviles*. [Tesis de grado]. Universidad Minuto de Dios. <https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/55675969-597f-42fe-84df-a16902cf3ecd/content>
- Cevallos, A. V. (2019). *Diseño de mochilas modulares con tecnología wearable. Caso: Universidad del Azuay*. [Tesis de grado]. Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9245>
- Elena, S., & Roberto, D. (2021). Wearable Devices for Ergonomics: A Systematic Literature Review. *Sensors*, 21(3), 777. <https://doi.org/10.3390/s21030777MDPI>
- González, A. B. G., Márquez, S., García, M. R., Corchado, J. M., & Luis-Reboredo, A. (2021). Hacia un Dispositivo Wearable Electrónico Inteligente de Corrección Postural Asociado a la Espalda. *Revista de la Asociación Interacción Persona Ordenador (AIPO)*, 2(2), 63-73. <https://revista.aipo.es/index.php/INTERACCION/article/view/47>
- González, A. B. G., Márquez, S., García, M. R., Corchado, J. M., & Luis-Reboredo, A. (2021). Hacia un Dispositivo Wearable Electrónico Inteligente de Corrección Postural Asociado a la Espalda. *Revista de la Asociación Interacción Persona*

<https://revista.aipo.es/index.php/INTERACCION/article/view/47>

González, J., & Martínez, L. (2025). The Use of Wearable Systems for Assessing Work-Related Risks Related to the Musculoskeletal System: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(12), 1567. <https://doi.org/10.3390/ijerph21121567>

Lamooki, M., & Patel, V. (2025). Wearable Sensors in Industrial Ergonomics: Enhancing Safety and Efficiency. *Sensors*, 25(5), 1526. <https://doi.org/10.3390/s25051526>  
[ResearchGate](#)

Mac Choy, J. J., & Pumajulca Salazar, A. R. (2018). *Modelo tecnológico para el control y monitoreo del cuidado médico de enfermedades crónicas usando wearables de bajo costo*. [Tesis de grado]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625005>

Mafra, J. R. D., & de Barros, S. R. T. P. (2021). Ergonomia e emergência na concepção do sistema de atendimento em vias públicas. *Revista Ação Ergonômica*, 1(4), 78-94. <http://www.abergo.periodikos.com.br/article/627e4343a953954469707b74>

Mata Macías, M. C. (2020). *Desarrollo de sistema de instrumentación biomédica de bajo costo en el contexto de la industria 4.0: tecnología centrada en las personas*. SPI. [Tesis de grado]. Universidad Colegio de Ingeniería Dirección de Posgrado Campus Mexicali. <https://repositorio.cetys.mx/handle/60000/1223>

Matilla-Santandera, N., Damascenob, A., & Martínez-Sánchez, J. M. (2019). Vigilancia de los riesgos laborales en vendedores/as informales de Maputo: Experiencia del uso de la observación directa para su monitorización. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 22(2). <https://saludpublicaiiunahvs.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/08/art-no.-4-grupo-no.-4.pdf>

Moon, J., & Ju, B.-K. (2024). Wearable Sensors for Healthcare of Industrial Workers: A Scoping Review. *Electronics*, 13(19), 3849. <https://doi.org/10.3390/electronics13193849MDPI+1ResearchGate+1>

- Moreno Ávila, D. V. (2024). *Innovaciones tecnológicas en la seguridad y salud en el trabajo en Colombia: una revisión documental*. [Tesis de grado]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/54435>
- Patlán Pérez, J. (2020). ¿Qué es la calidad de vida en el trabajo? Una aproximación desde la teoría fundamentada. *Psicología desde el Caribe*, 37(2), 31-67. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-417X2020000200031&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-417X2020000200031&script=sci_arttext)
- Pérez Camacho, R. R. (2024). *Wearposture: desarrollo de un dispositivo wearable para mejorar y proteger la postura humana mediante tecnología electrónica y sensores ergonómicos*. [Tesis de grado]. Universidad Autónoma de Puebla. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/263b3994-a4d1-46f8-8293-3f4d9b04118f/content>
- Ruíz Quispe, A. J. (2024). Desarrollo de un dispositivo wearable para la monitorización de la productividad en el trabajo dentro de la empresa Instruequipos en la ciudad de Ambato. [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/0d186fa5-8061-4930-b191-60e073843cdc>
- Ruíz Quispe, A. J. (2024). *Desarrollo de un dispositivo wearable para la monitorización de la productividad en el trabajo dentro de la empresa Instruequipos en la ciudad de Ambato*. [Tesis de Grado]. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/41277>
- Sabino, I., Fernandes, M. C., Cepeda, C., Quaresma, C., Gamboa, H., & Gabriel, A. T. (2024). Application of wearable technology for the ergonomic risk assessment of healthcare professionals: A systematic literature review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 103570. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2024.103570>  
<https://opalknowledgebase.clario.com+1OUCI+1>
- Sánchez-Martín, D. (2023). Validación e implantación de una plataforma de monitorización de riesgos ergonómicos en construcción. *DYNA*, 98(2), 1-13. <https://www.revista-dyna.com/index.php/DYNA/article/view/297>

- Suleng Furió, K., Pedreño Muñoz, A., Gómez Sanchis, J., Blasco Ivars, J., Albiol Colomer, F. J., Lloret Romero, N., ... & Botti Navarro, V. (2025). *Inteligencia Artificial: Aplicaciones de vanguardia en sectores estratégicos*. [Tesis de grado]. Universidad de Valencia. <https://roderic.uv.es/items/07cdb0a6-08f7-47cb-ae10-8ecbfe4c7c39>
- Torres, Y., & Rodríguez, Y. (2021). Surgimiento y evolución de la ergonomía como disciplina: reflexiones sobre la escuela de los factores humanos y la escuela de la ergonomía de la actividad. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 39(2). [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-386X2021000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-386X2021000200010&script=sci_arttext)
- Velásquez, C. A. L., Caballero, J. R. D., & Espinoza, G. A. P. (2019). La ergonomía en la prevención de problemas de salud en los trabajadores y su impacto social. *Revista Cubana de Ingeniería*, 10(2), 3-15. <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/720>
- Villarreal, C. (2019). La ergonomía es parte del proceso de diseño industrial. *Universidad de Monterrey. México*, 20. [https://semac.org.mx/\\_src/pdf/congresos-semac/e9a1204c89a3a51b2324a64c1f53a1ff81a18bc4.pdf](https://semac.org.mx/_src/pdf/congresos-semac/e9a1204c89a3a51b2324a64c1f53a1ff81a18bc4.pdf)
- Villarreal, C. (2019). La ergonomía es parte del proceso de diseño industrial. *Universidad de Monterrey. México [en línea]*< <http://www.semac.org.mx/archivos/5-4.pdf>>< Consultado, 20. [https://semac.org.mx/\\_src/pdf/congresos-semac/e9a1204c89a3a51b2324a64c1f53a1ff81a18bc4.pdf](https://semac.org.mx/_src/pdf/congresos-semac/e9a1204c89a3a51b2324a64c1f53a1ff81a18bc4.pdf)
- Zorrilla-Muñoz, V., Petz, M., & Agulló-Tomás, M. S. (2019). Análisis de factores de riesgo ergonómico con enfoque multi-metodológico: evaluando actividades de trabajadores en construcción de edificios. *DYNA*, 94(3), 338-344. <https://www.revista-dyna.com/index.php/DYNA/article/view/1675>

## **Anexos**

### **Instrumento de recolección de datos**

### **Instrumento para Validación de Entrevista**

### **Consentimiento informado**

### **Entrevista a expertos en ergonomía y tecnología Wearable**

1. ¿Cuál es su experiencia en el uso de tecnología wearable?
2. ¿Considera posible aplicar esta tecnología para la monitorización de riesgos ergonómicos?
3. Desde su perspectiva, ¿cuáles son los riesgos ergonómicos más críticos en los entornos laborales actuales?
4. ¿Cómo pueden los dispositivos wearables ayudar a identificar estos riesgos?
5. ¿Podría describir algún caso práctico donde la tecnología wearable haya sido efectiva en la reducción de riesgos ergonómicos?
6. En su experiencia, ¿cuáles son las principales barreras para la implementación de tecnología wearable en ambientes laborales?
7. ¿Cómo se percibe la aceptación de la tecnología wearable por parte de los empleados en los entornos que ha observado?
8. ¿Qué características técnicas deberían tener los dispositivos wearables para ser efectivos en la monitorización ergonómica?
9. ¿Cómo influye la ergonomía del propio dispositivo wearable en su adopción y uso continuo por parte de los trabajadores?
10. ¿Qué metodologías recomienda para evaluar la efectividad de los wearables en la monitorización de riesgos ergonómicos?
11. Desde su punto de vista, ¿cuál es el impacto potencial de la tecnología wearable en la prevención de lesiones laborales a largo plazo?
12. ¿Cómo se integra la información recogida por los dispositivos wearable en las estrategias de gestión de riesgos ergonómicos de una empresa?
13. ¿Cuáles son las tendencias actuales en el desarrollo de tecnología wearable aplicada a la ergonomía?
14. ¿Podría identificar alguna limitación técnica de los dispositivos wearable que podría afectar la precisión de los datos recogidos?

15. ¿Qué recomendaciones haría para mejorar la integración de tecnología wearable en programas de seguridad y salud ocupacional?

## **Instrumento para Validación de Entrevista**

De mi consideración.

Estimada docente de xxxxxxxxxxxx, reciba un cordial saludo, de parte del estudiante de la **Maestría de Higiene y Salud Ocupacional de la Universidad Técnica del Norte**, sede Ibarra.

Me dirijo a usted con el propósito de invitarle a participar como validador experto de un instrumento cualitativo diseñado para investigar como perciben los profesionales idóneos en ergonomía y gestión de riesgos laborales en Quito, Ecuador, la contribución de la tecnología wearable en la monitorización de riesgos ergonómicos en diversos entornos laborales.

El objetivo principal de la validación es garantizar que las preguntas y formatos del instrumento sean pertinentes, claros, y estén alineados con los objetivos del estudio. Su experiencia como especialista en investigación y su conocimiento del contexto educativo serán fundamentales para enriquecer este proceso.

Finalmente, por favor, complete el formato de validación (Tabla de validación por expertos), adjunto a cada pregunta, las sugerencias y observaciones me permitirán mejorar la claridad, relevancia y estructura de las preguntas que constituyen el instrumento.

De antemano expreso mi agradecimiento por su disposición para la validación de este instrumento.

### **DATOS DEL VALIDADOR**

Nombre y Apellido:

Grado académico más alto alcanzado:

Área de especialización:

Años de experiencia en el área educativa y en inclusión:

Tiene formación en educación inclusiva:

Lugar de trabajo o afiliación actual:

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Tema:** Implementación de Tecnología Wearable para la Monitorización de Riesgos Ergonómicos en trabajadores de una empresa, Quito. 2024.

Objetivo:

Analizar la percepción de los profesionales idóneos en ergonomía y gestión de riesgos laborales sobre la contribución de la tecnología wearable en la monitorización de riesgos ergonómicos en diversos entornos laborales de empresas en la ciudad de Quito, Ecuador.

## ENTREVISTA

### Introducción

Antes de empezar con la entrevista, por favor ayúdeme a llenar estos datos:

Nombre:
Cargo o rol dentro de la institución educativa:
Años de experiencia docente:
Tiempo de permanencia en la institución:

### ¿Cuál es su experiencia en el uso de tecnología wearable?

1. ¿Considera posible aplicar esta tecnología para la monitorización de riesgos ergonómicos?

Puede poner un ejemplo

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	

Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	
---------------------------	---	--

2 ¿Desde su perspectiva, ¿cuáles son los riesgos ergonómicos más críticos en los entornos laborales actuales??

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

3 ¿Cómo pueden los dispositivos wearables ayudar a identificar estos riesgos?

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

4 ¿Podría describir algún caso práctico donde la tecnología wearable haya sido efectiva en la reducción de riesgos ergonómicos?

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

5 ¿En su experiencia, ¿cuáles son las principales barreras para la implementación de tecnología wearable en ambientes laborales?

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

6 ¿Cómo se percibe la aceptación de la tecnología wearable por parte de los empleados en los entornos que ha observado?

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

7 ¿Qué características técnicas deberían tener los dispositivos wearables para ser efectivos en la monitorización ergonómica?

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

8 ¿Cómo influye la ergonomía del propio dispositivo wearable en su adopción y uso continuo por parte de los trabajadores?

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

9 ¿Qué metodologías recomienda para evaluar la efectividad de los wearables en la monitorización de riesgos ergonómicos?

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

10 ¿Desde su punto de vista, ¿cuál es el impacto potencial de la tecnología wearable en la prevención de lesiones laborales a largo plazo?

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

11 ¿Cómo se integra la información recogida por los dispositivos wearable en las estrategias de gestión de riesgos ergonómicos de una empresa?

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

12 ¿Cuáles son las tendencias actuales en el desarrollo de tecnología wearable aplicada a la ergonomía?

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

13 ¿Podría identificar alguna limitación técnica de los dispositivos wearable que podría afectar la precisión de los datos recogidos?

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones
Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

14 ¿qué recomendaciones haría para mejorar la integración de tecnología wearable en programas de seguridad y salud ocupacional?

Tabla de validación por expertos

Criterio	Comentario de experto	Recomendaciones

Claridad de las preguntas	¿La pregunta es fácil de entender?	
Pertinencia de los ítems	¿La pregunta es adecuada y coherente con el tema de investigación seleccionado?	
Relevancia para el contexto	¿El instrumento es adecuado para el contexto que se va a investigar?	
Organización y estructura	¿La estructura del instrumento es lógica y funcional?	

Gracias por su colaboración.

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Implementación de Tecnología Wearable para la Monitorización de Riesgos Ergonómicos en trabajadores de una empresa, Quito. 2024.**

**Docente:**

**Centro:**

**Investigador:**

Ricardo Alejandro Benítez Álvarez

El investigador responsable, Ricardo Benítez, puede ser contactado en cualquier momento, a fin de recabar información acerca de este trabajo de investigación, en el teléfono 0982413206, email richisriogmail.com, y en la siguiente dirección: Quito, DINASED POLICIA NACIONAL.

*(NOTA: En los caso de TFG, TFM o similar, como investigador responsable debe figurar el Tutor, aunque si parece oportuno se podrían indicar también los datos de contacto del estudiante; en el caso de Tesis Doctoral podría figurar como investigador responsable el doctorando, pero deben incluirse también los datos de contacto del Director)*

LEA DETENIDAMENTE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO Y ASEGÚRESE QUE ENTIENDE ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN. POR FAVOR, SI ESTÁ DE ACUERDO EN PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO, FIRME ESTE DOCUMENTO. POR SU FIRMA RECONOCE QUE HA SIDO INFORMADO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN, DE SUS REQUISITOS Y SUS RIESGOS Y QUE ACEPTA LIBREMENTE PARTICIPAR EN ÉL. UNA COPIA DEL PRESENTE DOCUMENTO LE SERÁ ENTREGADA.

### **OBJETO DEL ESTUDIO.**

Ha sido invitado/a a participar en un estudio de investigación dirigido a Implementación de Tecnología Wearable para la Monitorización de Riesgos Ergonómicos en trabajadores de una empresa, Quito. 2024.

El único procedimiento al que será sometido/a será a una entrevista semiestructurada. Durante los cuales usted autoriza a utilizar la información brindada. La muestra/datos que cede será utilizada exclusivamente con finalidad de investigación sin ánimo de lucro.

### **RESULTADOS DEL ESTUDIO.**

Al finalizar el estudio se le informará del resultado global del mismo si usted lo desea, pero NO de su resultado personal, que se tratará con total confidencialidad de acuerdo con la Declaración de Helsinki y la Ley 14/2007, de Investigación biomédica.

**RIESGOS DERIVADOS DE LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO.** (*NOTA: ADECUAR REDACCIÓN AL ESTUDIO*)

Los riesgos asociados a la toma de muestras/datos son mínimos. Se empleará material estéril individual y desechable a fin de eliminar los riesgos de infección y de contagio y las muestras de obtendrán por personal cualificado. (*NOTA: Eliminar la última frase, si no hay "muestra"*)

**BENEFICIOS.**

La participación en la investigación no será recompensada económicamente. Aparte de lo comentado anteriormente, se estima que el desarrollo del estudio en el que participará comportará beneficios

---

. (*Ejemplo: ...beneficios a medio plazo en el diagnóstico precoz de la leucemia mieloide aguda y en el conocimiento de la patogenia de este tipo de cáncer.*)

**COSTES.**

El coste de la extracción y procesamiento de datos, así como los análisis posteriores serán cubiertos por el proyecto. Su participación no le supondrá ningún coste.

**CONFIDENCIALIDAD DE SU DATO**

De acuerdo con la normativa legal vigente, los resultados de la información obtenida se tratarán con total confidencialidad. El protocolo de recogida de datos será archivado, y a cada participante se le asignará una clave de tal modo que no pueda relacionarse la información obtenida con la identidad del sujeto. Los datos serán anonimizados/os, asegurando la imposibilidad de inferir su identidad, para su estudio y potencial análisis ulterior.

El investigador responsable se compromete a que la confidencialidad de los datos que se puedan obtener en este proyecto será escrupulosamente observada, y que los datos personales de los sujetos participantes serán conocidos únicamente por el investigador principal del proyecto.

El investigador responsable se compromete a no utilizar los datos para otros estudios diferentes a los de esta investigación y a no traspasar los datos a otros posibles proyectos o equipos de investigación.

Para todo lo no previsto en este documento, se aplicará la legislación vigente sobre protección de datos de carácter personal (Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica, BOE 274 de 15 de noviembre de 2002; Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre de Protección de Datos Personales y garantía de derechos

digitales, BOE 294 de 6 de diciembre de 2018), sobre investigación biomédica (Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica; BOE 159 de 4 de julio de 2007) y cualquier otra que resultara aplicable.

Los resultados del estudio pueden ser publicados en revistas científicas o publicaciones de carácter general.

No obstante, la información concerniente a su participación será mantenida como confidencial.

Recibirá una copia de este Consentimiento Informado firmado por usted.

#### **DECLARACIÓN DEL DOCENTE**

He sido informado por el personal relacionado con la investigación mencionada:

- De las ventajas e importancia de la información otorgada.
- Del fin para el que se utilizarán mis datos.
- De que la información que cedo será utilizada exclusivamente con finalidad de investigación sin ánimo de lucro.
- De que mis datos serán proporcionados de forma anónima al investigador del proyecto.
- De que en cualquier momento puedo solicitar información genérica sobre los estudios para los que se han utilizado mis datos.

He comprendido la información recibida y he podido formular todas las preguntas que he creído oportunas.

**Usted tiene derecho de participar o no en la investigación y de retirar su consentimiento en cualquier momento.**

SE ME HA PROPORCIONADO COPIA DEL PRESENTE DOCUMENTO. ACEPTO PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO.

**Declaración del entrevistador de que ha informado debidamente al docente.**

Quito/ Ecuador, a 21 de marzo de 2025